

ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE
COLLEGE
OF
ENGINEERING


UNIVERSITY·OF·MICHIGAN

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

27. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 5. JULI 1928
(997—1028)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

IL. Jahrgang

1928

II. Halbjahr

Berlin
Verlag von Julius Springer
1928

Engineering
Harr.

Inhaltsverzeichnis.
(II. Halbjahr 1928)

A. Sachverzeichnis.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — Lit. = Buchbesprechung. — B. = Berichtigung. Bespr. = Besprechung.
Die Zeichen *, Brf., Lit., B. und Bespr. stehen vor der Seitenzahl.
Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen.










Digitized by Google















II. Persönliches.

III. Literatur.

Bücherbesprechungen.



IV. Vereinsnachrichten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(S. a. Abt. A I, Normen. — E. vor der Seitenzahl bedeutet „Entwurf".)

Kommissionen.

Ausschüsse.

Normblätter.



Prüfstelle des VDE.

Verschiedenes.





B. Namenverzeichnis.

Die Verfasser von Büchern sind nicht in diesem Verzeichnis sondern unter Abteilung A III des Sachverzeichnisses aufgeführt. Persönliche Nachrichten siehe unter Abteilung A II.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — Lit. = Buchbesprechung. — B. = Berichtigung. Bespr. = Besprechung. — Die Zeichen *, Brf., Lit., B. und Bespr. stehen vor der Seitenzahl.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.














Digitized by Google



Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24
49. Jahrgang Berlin, 5. Juli 1928 Heft 27

Die IV. Pariser Konferenz über Großkraftübertragung*.

Die 4. Tagung der Konferenz, die mit der Großkraftübertragung zusammenhängende Fragen behandelt, hat unter Teilnahme von 264 ausländischen (aus 28 Staaten) und 280 französischen Vertretern vom 23. VI. bis 2. VII. 1927 in Paris, am ständigen Sitze dieser Konferenz, stattgefunden. Wiewohl die internationale Gemeinschaftsarbeit gerade auf technischem Gebiete zu begrüßen ist und den allgemeinen Fortschritt der Erkenntnisse zu fördern vermag, birgt anderseits das Überhandnehmen derartiger Veranstaltungen die Gefahr einer Verzettelung der Kräfte in dem Sinne in sich, daß ein und dieselben Fragen auf verschiedenen Kongressen behandelt werden, wodurch die Übersicht verloren zu gehen droht und ein unnützer Aufwand an Zeit und Geistesarbeit entsteht. Diese Erscheinung ist seit der Wiederaufnahme der Arbeiten der Internationalen Elektrotechnischen Kommission unter Teilnahme aller Kulturnationen deutlich zu beobachten, da die Pariser Konferenz sich bislang auch mit Fragen, die unbestreitbar in das Arbeitsgebiet der IEC fallen, befaßt hat, und hierauf, wie dies die über die weiteren Ziele der Konferenz diesmal durchgeführte Aussprache erkennen läßt, nur ungern zu verzichten gewillt ist. Dieselben Erwägungen waren auch für den Verzicht Deutschlands auf eine offizielle Beteiligung in erster Reihe maßgebend. Soll sich diese Konferenz in der Zukunft lebensfähig erhalten, so wird eine genaue Umgrenzung des Arbeitsgebietes, dessen Behandlung aber dann ihr allein vorbehalten werden müßte, nicht zu umgehen sein, was natürlich nur im Wege einer internationalen Übereinkunft möglich sein wird. Auch die 77 der Konferenz vorgelegten Arbeiten zeigen den Mangel einer solchen einheitlichen Richtlinie, da nur ein Teil derselben sich auf mit der Großkraftübertragung organisch zusammenhängende Fragen bezieht, wogegen andere sich mit hiermit nicht unmittelbar in Verbindung stehenden Problemen, die eigentlich in das Arbeitsgebiet von anderen Vereinigungen fallen, beschäftigen, und ein nicht unwesentlicher Rest rein beschreibender Natur ist und zu gar keinem Meinungsaustausch Anlaß geben konnte. Im nachstehenden beschränken wir uns daher auch nur auf die kurze Besprechung der ersten, hier allein interessierenden Gruppe.

Im Rahmen der die Krafterzeugung betreffenden Fragen hat Wilczek (Ungarn) über Konstruktionseinzelheiten der von der Ganz'schen Electricitäts A. G. Budapest gebauten Turbogeneratoren berichtet. Die mikaisolierten Läuferspulen erhalten zum Schutze gegen mechanische Beschädigungen eine Stahlbandumwicklung, die Erregerspulen bilden zwei in Reihe geschaltete Gruppen, innerhalb deren die einzelnen Spulen zueinander parallel liegen; der Mittelpunkt der Reihenschaltung liegt an Erde, die beiden Endpunkte an den Polen der Erregerquelle. Diese Maßnahme bezweckt die Erhöhung der elektrischen Sicherheit. Über neue, die Sicherung der Stabilität bezweckende Schaltanordnungen für die Erregerwicklungen und Bauarten der Erregermaschinen handelt die von Powel (V. S. Amerika) vorgelegte Arbeit. Durch diese Anordnungen wird ein rasches Aufbauen des Feldes bezweckt, damit die bei Kurzschlüssen vom Ständer herrührende entmagnetisierende Wirkung nicht voll zur Geltung kommen und auf diese Weise ein Außertrittfallen vermieden werden kann. Erreicht wird dies hauptsächlich durch Verringerung der Zeitkonstante der Erregerwicklung und Anwendung raschlaufender Erregermaschinen. Durch Verringerung des Luftspaltes und Anwendung von Fremderregung bei der Erregermaschine werden diese Maßnahmen in ihrer Wirkung unterstützt. Die Arbeit von Petresco (Rumänien) behandelt die Selbsterregung durch lange Leitungen und enthält Angaben über die für die Vorausberechnung derartiger Fälle unter Berücksichtigung aller maßgebenden Einflüsse, insbesondere auch der zwischen Stromerzeuger und Freileitung liegenden Transformatoren anzuwendenden Methoden. Tolwinski und Efremov (Rußland) haben über ein neues Meßverfahren zur Bestimmung der Streuinduktivität von Generatoren berichtet. Eine Methode, die gegenüber den bisher angewendeten Meßverfahren wesentlich genauere Ergebnisse liefert, besteht in der Aufnahme der Kurzschlußcharakteristik für zwei- und einphasigen Kurzschluß neben der Leerlaufcharakteristik. Aus den in beiden Kurzschlußfällen gemessenen Erregerströmen i_2 und i_1, die beide für den Nennstrom I der Maschine gelten, wird der Ausdruck $i = 3\,i_1 - \sqrt{3}\,i_2$ gebildet und aus der Leerlaufcharakteristik der zu i gehörende Werte e der Spannung bestimmt. Der Wert der Streureaktanz einer Phase ergibt sich dann zu

$$X_s = \frac{e}{\sqrt{3}\,.\,I}.$$

Auf dem Gebiete des Transformatorbaues steht die Frage der innerhalb der Wicklungen unter Umständen auftretenden Überspannungen im Vordergrunde des Interesses. Die Untersuchungen von Fallou (Frankreich) bezogen sich auf die rechnerische und experimentelle Bestimmung der Eigenschwingungszahl von Transformatorenwicklungen und zeigen, daß diese 20 000 Hz nicht überschreitet[1]. Zufolge der Anwesenheit von Eisen besteht keine Resonanzgefahr für die höheren Harmonischen. Bei Erregung mit der Eigenschwingungszahl können Überspannungen je nach der Bauart des Transformators bis zur 10fachen Höhe, bei Sonderausführungen, wie z. B. Prüftransformatoren, auch noch darüber auftreten. Große Transformatoren sind in dieser Beziehung mehr gefährdet. Eine bestimmte Stelle, an der innerhalb der Wicklung die höchste Überspannung zu erwarten ist, läßt sich nicht im voraus angeben; keineswegs können aber gerade die Eingangs- und Endspulen, wie dies noch vielfach angenommen wird, als von derartigen Überspannungen am meisten gefährdet angesehen werden. Die durch in die Wicklung einziehende Sprungwellen zwischen benachbarten Windungen verursachte Spannungsdifferenz kann das 30fache des betriebsmäßigen Wertes erreichen. Der Berichterstatter hat auch der Sprungwellenprüfung gegenüber eine ablehnende Stellung eingenommen, da er diese für die betriebsmäßig zu erwartenden Beanspruchungen nicht entsprechend hält, welche Meinung aber auf ziemlich übereinstimmende Ablehnung der Konferenzteilnehmer gestoßen ist. Die von Kopeliovitch (Schweiz) vorgelegte, auf dasselbe Gebiet bezughabende Arbeit wurde schon an anderer Stelle besprochen[2]. Über die amerikanischen Bauarten für die vom Standpunkt der Spannungsregelung in ausgedehnten Netzen äußerst wichtigen Schalteinrichtungen für mit Anzapfungen versehene Transformatoren hat Hill (V. S. Amerika) berichtet. In Gegensatz zu den in Deutschland vorwiegend verwendeten, mit Löschwiderständen ausgerüsteten Stufenschaltern zeigen die amerikanischen Ausführungen in der Regel Spartransformatoren, welche während des Überschaltens zwischen die Stufen eingefügt werden. Auch aus parallelgeschalteten Spulenhälften gebildete Schaltstufen kommen vor, wobei während des Umschaltens die eine Spulenhälfte vorübergehend den vollen Laststrom übernimmt und die Umschaltung an der anderen Hälfte in stromlosem Zustand vorgenommen wird. Einem bisher in Höchstspannungsschaltanlagen empfindlich vermerkten Mangel soll durch die im Bericht von Rutgers (Schweiz) beschriebenen Siche-

* Über die früheren Konferenzen berichteten wir: ETZ 1926, S. 73, 150, 1074, 1165, 1318; 1924, S. 565; 1922, S. 1058, 1068.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 827.
[2] ETZ 1928, S. 588.

rungen abgeholfen werden, welche genügend hohe Abschaltleistung für den Anschluß von kleinen Transformatoren, z. B. der Eigenbedarfstransformatoren in Großkraftwerken, insbesondere aber der Meßtransformatoren aufweisen. Sie sind aus einem Hornausschalter und mit diesem in Reihe liegenden Dämpfungswiderstand gebildet; letzterer bewirkt durch Heranziehung der Wärmewirkung des Fehlerstromes die Auslösung des Schalters und hält dabei den Strom in mäßigen, ein sicheres Abschalten gewährleistenden Grenzen.

Die amerikanische Bauweise der Freiluftschaltanlagen scheint sich, soweit hierauf aus dem Bericht von Young (V. S. Amerika) geschlossen werden kann, den in Deutschland von Anfang an angewendeten Grundsätzen immer mehr zu nähern. Die Entwicklung der Höhe nach wird immer mehr eingeschränkt, die hochliegenden Bedienungsstege verschwinden und es wird nach Anordnung der Apparate in geringer Höhe mit guter Überwachungsmöglichkeit vom Boden aus getrachtet. Die Trennschalter erhalten vom Boden aus betätigten Gestängeantrieb, in wichtigen Fällen motorischen Fernantrieb. Die früher als Leitungsmaterial allgemein verwendeten Rohre machen den Seilen Platz.

Das in der Konferenz ziemlich ausführlich behandelte Gebiet der Isolieröle ist eines jener, das auch von der IEC eingehend bearbeitet wird. Die Bestrebungen laufen auf die Aufstellung international einheitlicher Qualitäts- und Prüfvorschriften hinaus, doch scheitern sie zunächst an der Tatsache, daß gerade über die vom Standpunkt der Haltbarkeit im Betriebe wichtigen Eigenschaften noch ziemliche Unklarheit herrscht. Die von Pellissier (Frankreich) mit verschiedenen Ölsorten im regelmäßigen Betrieb unternommenen Dauerversuche sind noch zu keinem abschließenden Ergebnis gekommen. Riley (England) hat den Vorschlag gemacht, an Stelle der bisher üblichen chemischen Untersuchungsmethoden die Messung des dielektrischen Verlustwinkels für die Qualitätsprüfung anzuwenden, da nach seinen Beobachtungen zwischen diesem und der Schlammbildungsfähigkeit ein Zusammenhang zu bestehen scheint.

Mailloux (V. S. Amerika) hat in seinem Bericht eine allgemeine Übersicht der Brennstoffwirtschaft in den Kraftwerken gegeben und sich hierbei auch mit den zeitgemäßen Bestrebungen zur besseren Ausnutzung der Kohle im Wege der verschiedenen Veredelungsverfahren befaßt. Ein eindringliches Bild der im letzten Jahrzehnt erzielten Verbesserungen der Wärmewirtschaft ergibt der Vergleich des Brennstoffaufwandes in den amerikanischen öffentlichen Kraftwerken, die im Jahre 1926 für die Erzeugung einer fast doppelt so großen Energiemenge als 1919 nur um 17 % mehr Brennstoff gleichen Wärmeinhaltes verbraucht haben. Dieser Erfolg ist in erster Linie der wesentlichen Verbesserung der Feuerungen zu verdanken, was sowohl für die Roste als auch für die seither zur Einführung gelangten Kohlenstaubfeuerungen gilt, die übrigens die Roste noch keineswegs verdrängt haben, sodann der Anwendung größerer Einheiten und hoher Dampfspannung und Temperatur.

Die Frage der Belastbarkeit von Höchstädter-Kabeln haben Konstantinowsky und Tschiassny (Tschechoslowakei) untersucht und das theoretisch durch Berechnung des inneren Wärmewiderstandes derartiger Kabel festgestellte und experimentell ebenfalls nachgewiesene Ergebnis gefunden, daß derartige Kabel je nach Konstruktion und Verlegungsart um 6 ... 17 % mehr als gewöhnliche Sektorkabel belastet werden können; zum gleichen Resultat führten auch die in Holland angestellten ähnlichen Versuche, über die Spruyt und van Staveren berichtet haben. Silbermann (Deutschland) hat die Anwendungsmöglichkeit der von ihm erfundenen Kabelbauart als Kondensator für Zwecke der Leistungsfaktorverbesserung, des Überspannungsschutzes, als Koppelungsglied für leitungsgerichtete Telephonie u. dgl. beschrieben und auf bereits mit gutem Erfolg ausgeführte Beispiele hingewiesen. Die Frage der Prüfvorschriften für Hochspannungskabel wird in mehreren Ländern auf dem in Holland erstmalig eingeschlagenen Weg verfolgt, gemäß welchem die Bewertung nach dem Verlustwinkel bei verschiedenen Spannungen zu erfolgen hätte, nur hat es sich gezeigt, daß man trotzdem auch der Spannungsprüfung nicht entraten kann. Ein neuer, von Proos (Holland) gemachter Vorschlag, welcher im übrigen mit dem in der Arbeit von Delon (Frankreich) enthaltenen im wesentlichen übereinstimmt, geht dahin, für die Bewertung der Kabel überdies eine Zeit-Spannungscharakteristik heranzuziehen, welche jene Spannung feststellen läßt, der das betreffende Kabel auf unbegrenzte Zeit zu widerstehen vermag; die Betriebsspannung soll nur einen bestimmten Bruchteil dieser Grenzspannung betragen. Eine von Bellaar — Spruyt (Holland) veranstaltete Rundfrage hat ergeben, daß die in den verschiedenen Ländern geltenden Prüfvorschriften noch weitgehende Verschiedenheiten zeigen und keinen einheitlichen, grundsätzlichen Gesichtspunkt erkennen lassen; zur Vorbereitung international gültiger Prüfvorschriften wurde ein engerer Ausschuß eingesetzt.

Ferrier und Haussadis (Frankreich) geben in ihrer Arbeit die Grenzen für den kleinstzulässigen Durchmesser der verschiedenen Leiterbaustoffe an, bei deren Unterschreitung die Gefahr besteht, daß die Leitungen unter Einwirkung des vom Winde verursachten Auftriebes ins Flattern geraten; die betreffenden Werte betragen für Kupferseile 6,7 mm, Kupferdrähte 5 mm, Eisenseile 7,5 mm, Eisendrähte 5,7 mm, Aluminiumseile 22 mm, Stahlaluminiumseile (mit St./Al. 1 : 3) 22 mm. Von den die Ermöglichung der weiteren Verwendung des Aluminiums im Leitungsbau bezweckenden Maßnahmen haben Painton (England) die Herstellung und Verlegung der Stahlaluminiumleitungen samt zugehörigen Armaturen, Nuttal (England) die Berechnungsmethoden für derartige Leitungen und Binz (V. S. Amerika) die in Amerika in den letzten Jahren zur Ausführung gebrachten einschlägigen Leitungsanlagen besprochen. Diese Berichte zeigen, daß das Stahlaluminium sich im Auslande noch einer ziemlich ausgedehnten Verwendung erfreut. Allerdings droht ihm nunmehr die Gefahr, von der neu eingeführten Aluminiumlegierung Nr. 3, auch Aldrey und Almelec genannt, verdrängt zu werden. Diese hat nach dem Bericht von Dusaugey (Frankreich) bei einem spez. Gewicht von 2,7 eine mittlere Festigkeit von 35 kg/mm², 6 ... 8 % Dehnung, eine Elastizitätszahl von 6500 kg/mm² und eine Leitfähigkeit von 32 ... 34. Diese Eigenschaften machen diesen Baustoff für Weitspannleitungen in hervorragendem Maße geeignet, was nach der Mitteilung von Wyssling (Schweiz) die Schweizer Bundesbahnen veranlaßt hat, die 135 kV-Kraftübertragungsleitung Puidoux-Rupperswil mit Aldreyseilen von 240 mm² Querschnitt auszuführen. — Die Auswahl zwischen den Leiterbaustoffen soll nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfolgen, wie auch nach getroffener Entscheidung über den Baustoff der Querschnitt danach zu bestimmen ist. Beides wäre nach den Ausführungen von Poirson (Frankreich) unter Beobachtung der von Kelvin aufgestellten Regel vorzunehmen, gemäß welcher der günstigste Querschnitt jener ist, für welchen die Kosten der jährlichen Energieverluste gleich hoch wie die Auslagen für Verzinsung und Abschreibung ausfallen. Nach diesem Grundsatz ergibt sich der günstigste Querschnitt zu

$$Q = I \sqrt{\frac{R\,h\,P}{100\,g\,c\,s}} \text{ Quadratmillimeter,}$$

wo I die Stromstärke in Amp., R den spez. Widerstand des Leiterbaustoffes in $\mu\Omega$/cm, P den Preis der kWh, c den Preis des Leiterbaustoffes je kg, beide in derselben Geldeinheit ausgedrückt, h die jährliche Benutzungstundenzahl, g das spez. Gewicht des Baustoffes und s den in Form eines echten Bruches ausgedrückten Satz für Verzinsung und Abschreibung (z. B. 0,15 bei 15 %) bedeuten.

Der Vergleich von verschiedenen Leiterbaustoffen kann nunmehr durch Vergleich der günstigsten Querschnitte und Jahresverluste für beide vorgenommen werden, deren Verhältnis aus obiger Formel sich ergibt, nämlich:

für den wirtschaftlichsten Querschnitt: $\frac{Q}{Q'} = \sqrt{\frac{R\,c'\,g'}{R'\,c\,g}}$;

für die Jahresverluste: $\frac{V}{V'} = \sqrt{\frac{R\,g\,c}{R'\,g'\,c'}}$.

Auf dem Gebiet der neuesten Verwendung der Schleuderbetonmaste ist die nördliche Teilstrecke der in Bau begriffenen 240 kV-Leitung Kardaun (nördlich von Bozen im Eisacktal)—Cislago bemerkenswert, die durchweg mit derartigen Tragmasten zur Ausführung kommt. Die in Portalform, jedoch mit nach beiden Seiten auskragenden Enden des oberen, die Leitungen in einer wagrechten Ebene tragenden Querjoches ausgeführten Maste sind für die Aufnahme von 3 Stahlaluminiumseilen von $56 \times 3 + 241 \times 7$ mm² Querschnitt bestimmt und sind über Boden 18 m hoch. Die von Nuttal (V. S. Amerika) beschriebenen Gittermaste der 220 kV-Leitung der Great Western Power Co. of California zeichnen sich durch verhältnismäßig kleine Fußbreite und dadurch bedingte geringe Bodeninanspruchnahme aus, was in Gebieten mit hohen Grundstückspreisen von Bedeutung sein kann. Erreicht wird dies durch lyraartige Ausbildung des Mastkopfes, durch dessen Mitte eine Leitung durchgeführt wird, wogegen die beiden anderen an beiden Enden des Mastkopfes aufgehängt sind; bei dieser Bauart ist die Fußbreite unbeeinflußt von den Dimensionen des Mastkopfes selbst.

Austin (V. S. Amerika) hat in seinen Ausführungen auf den großen Wert der hölzernen Konstruktionsteile vom Standpunkt der Verbesserung der Isolation hingewiesen und von der Erdung der eisernen Isolatorenstützen und Querträger unbedingt abgeraten[3]. Wenn möglich, sollen auch diese Teile aus Holz hergestellt werden, durch dessen Isolierfähigkeit die Beanspruchung der Isolatoren erheblich herabgesetzt werden kann bzw. mit einer kleineren Type auszukommen ist. Auch die Verlegung einer Gegenpotentialleitung unterhalb der Starkstromleitung vermag eine wesentliche Entlastung der Isolatoren namentlich bei Auftreten von atmosphärischen Überspannungen zu bewirken, deren Höhe von der Höhe der Leiter über Boden abhängt. Durch eine solche Leitung wird die Spannungsdifferenz zwischen Leiter und Mastkopf, der das Potential der Gegenpotentialleitung annimmt, eindeutig festgelegt und ändert sich auch unter atmosphärischen Einflüssen kaum wesentlich, da auch in der Gegenpotentialleitung eine Spannung von ungefähr gleicher Höhe gegen Erde wie in den Starkstromleitern induziert wird. Die Gegenpotentialleitung ist von der Erde durch den hölzernen Unterteil des Mastes isoliert, bei Eisenmasten kann sie auf eigenen Isolatoren verlegt werden. — Gegen die die Isolatoren durch Wärmeeinwirkung stark gefährdenden Lichtbogenkaskaden bieten die an den Leiterklemmen befestigten Schutzhörner keinen ausreichenden Schutz, wie dies die Versuche von Hawley (V. S. Amerika) zeigen; für derartige Zwecke eignen sich die Schutzringe oder Schutzkörbe besser, die sich allerdings auch im Preise erheblich höher stellen. Vom Gebiet der Isolatorentechnik ist noch der Bericht von Montandon und LeMoigne (Frankreich) erwähnenswert[4], der Mitteilungen über eine auf Grund von langwierigen Versuchen entworfene Isolatorenform enthält, die den ganz besonders ungünstigen klimatischen Verhältnissen an der marokkanischen Küste Stand zu halten vermag. Es handelt sich um Isolatoren der Hewlett-Bauart, bei der der Mantel weit herabgezogen und unten nach innen gekrümmt ist, wodurch ein fast allseitig geschlossener Hohlraum mit sehr langen Kriechwegen entsteht, der gegen Verschmutzung weitgehend geschützt ist.

Über die neuesten Ergebnisse seiner unter Benutzung des von ihm entworfenen Blitzgenerators angestellten Forschungen auf dem Gebiet der Überspannungserscheinungen hat Peek jr. (V. S. Amerika) berichtet[5]. Dieses Hilfsmittel gestattet die Erzeugung von sehr steilen Spannungswellen bis zu 2000 kV Scheitelwert bei Stromstärken bis 10 000 A. Die Messungen werden als maßstabrichtige Modellversuche ausgeführt. Sie ergaben in Übereinstimmung mit früheren Messungen und Berechnungen als größtmögliches Spannungsgefälle zwischen Wolke und Erde den Wert von 330 kV/m und zeigen, daß das Potential einer nach einer atmosphärischen Entladung auf dem Leiter zurückbleibenden freien Ladung gegen Erde dem Produkt aus dem Spannungsgefälle zwischen Wolke und Erde vor der Entladung und der Leiterhöhe gleichgesetzt werden kann. Werte in der oben erwähnten Höhe treten naturgemäß nur in den allerseltensten Fällen auf, da sie nur bei Zusammenfallen aller ungünstigsten Verhältnisse möglich sind, doch sind solche bis zu 150 kV/m schon beobachtet worden. Durch über der Leitung angeordnete Schutzseile läßt sich eine bedeutende Verringerung erzielen; die Versuche gestatten, den Schutzwert solcher Seile zu bestimmen. Durch ein Schutzseil ist eine Verringerung auf die Hälfte, durch zwei Seile auf ein Drittel, durch drei auf ein Viertel zu erwarten. Auch gegen direkte Blitzschläge erweisen sie sich als außerordentlich wirksam. Die Inanspruchnahme des Isolationsmaterials ist von der Form der Spannungswelle, der Dauer ihrer Einwirkung sowie ihrer Häufigkeit abhängig. Öfter sich wiederholende Spannungsstöße führen auch dann zu einer Vernichtung des Materials, wenn der Scheitelwert nur 80 % der tatsächlichen Überschlagspannung bei derselben Kurvenform beträgt. Diese Tatsachen sind bei der Auswahl der Isolierstoffe und deren Formgebung zu beachten. Sie sind gemäß den Ausführungen von McEachron (V. S. Amerika) auch beim Entwurf der Überspannungsableiter von großer Wichtigkeit. Vom Standpunkt der Vermeidung jedweder Ansprechverzögerung sind die in Amerika neuerdings gut eingeführten Ableiter mit Ventilwirkung (auto valve arrester, Bleisuperoxydableiter) am vollkommensten; auch bieten sie den Vorteil hohen Ableitungsvermögens bei hoher Spannung und starker Dämpfung für den unter Betriebspannung nachfolgenden Maschinenstrom. Mit dem Kathodenoszillographen ausgeführte Versuche haben die Bedeutung möglichst kurzer Erdleitungen in das richtige Licht gerückt. Vielfach wird es auch übersehen, auf geringsten Erdwiderstand zu achten, obwohl bei den oft einige Tausend Ampere betragenden zur Erde abfließenden Strömen sich an der Erdleitung sonst gefährliche Spannungen ansetzen können.

Die für den Überstrom- und Fehlerschutz angewendeten gebräuchlichen Schaltanordnungen hat Dubusc (Frankreich) kritisch besprochen und ein neues, auf der im Fehlerfalle auftretenden Unsymmetrie des Systems beruhendes Prinzip entwickelt. Seine Arbeit enthält auch Angaben über nach diesen Grundsätzen arbeitende Relais. Auch die von Nicaise (Belgien) vorgelegte Arbeit enthält Vorschläge in dieser Richtung; er empfiehlt die Verwendung eines Stromwandlers mit drei Primärwicklungen im Zuge der Leitung, denen die drei Phasenströme zugeführt werden und deren Windungszahlen ein bestimmtes Verhältnis aufzuweisen haben. Der im Fehlerfalle in der gemeinsamen Sekundärwicklung induzierte Strom soll die Auslösung bewirken. Die Anordnung ist, selbst einwandfreie technische Ausführbarkeit vorausgesetzt, nur bei ganz einfachen Netzgebilden wirksam.

Ein interessantes Beispiel für großzügige Netzkuppelung bietet die Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées occidentales, deren Anlagen in der Arbeit von Godin (Frankreich) beschrieben wurden. Diese Arbeitsgemeinschaft bezweckt die gemeinsame Verwertung der Kraftüberschüsse der auf dem Nordabhang der Pyrenäen vorwiegend während des Krieges für elektrochemische Zwecke erbauten Wasserkraftanlagen, wobei für die Stromfortleitung das 150 kV-Drehstromnetz der Chemins de fer du Midi, die auch Teilhaberin an der Gemeinschaft ist, benutzt wird. Der Bericht gibt Einblick in alle die technische und administrative Organisation sowie Verrechnung betreffenden Fragen und gibt auch Aufschluß über den bisherigen Erfolg, der durch die Tatsache am besten gekennzeichnet wird, daß es 1926 gelang, 85 % der überhaupt zur Verfügung stehenden Kraftmengen einer nutzbaren Verwertung zuzuführen. Eine wichtige Voraussetzung für den einwandfreien Parallelbetrieb großer aus mehreren, möglicherweise auch verschiedenen Besitzern gehörenden Kraftwerken gespeister Netze, bildet die Möglichkeit, jedes Werk im gewünschten Ausmaße zur Lieferung heranziehen zu können, wobei auch noch die Richtung des Energieflusses in einzelnen Netzteilen, je nachdem, welche Werke gerade zur Lieferung herangezogen werden, wunschgemäß veränderbar sein muß. Bei starrgehaltenen Periodenzahlen in den einzelnen, auch unabhängig betreibbaren Netzteilen gelingt dies oft nur durch Einfügung von zum Ausgleich von kleinen Frequenzunterschieden bemessenen Periodenumformern mit verlustloser Drehzahlregelung, von welchen Bauarten jene, die in Verbindung mit Scherbius-Maschinen arbeiten, Grieb (Schweiz) in ihrer Wirkungsweise beschrieben hat. Oft steht auch der Netzkuppelung die Verschiedenheit der Frequenz, ein Überbleibsel aus der ersten Entwicklungszeit der Drehstromkraftübertragung, hindernd im Wege. Die Ausführungen und Berechnungen von Rieunier (Frankreich) zeigen, daß es in derartigen Fällen empfehlenswerter zu sein pflegt, den nur mit einmaligen, wenn auch nicht unbeträchtlichen Kosten verbundenen Übergang auf die normale Frequenz von 50 Hz zu vollziehen, als sich mit gleichfalls in der Anschaffung teueren, überdies aber auch ständige Verluste verursachenden und die weitere Entwicklung hemmenden Umformern zu behelfen. Die von Lavanchy (Frankreich) vorgelegte Arbeit enthält die mathematische Ableitung der Formeln, die die Berechnung der Übertragungsfähigkeit einer Kraftübertragungsleitung für Wirk- und Blindstrom bei gegebener Spannung und Phasenwinkel an beiden Enden in Abhängigkeit von diesen Größen, Ermittlung der günstigsten Verhältnisse, Untersuchung der Stabilität usw. gestatten.

Die von Tachikawa (Japan) vorgelegte Störungsstatistik zeigt die auch in anderen Betrieben festgestellte Tatsache, daß mit Kettenisolatoren nach dem Weitspannsystem erbaute Höchstspannungsleitungen die weitaus größte Betriebsicherheit aufweisen, wenn die Auswahl der Isolatoren entsprechend vorsichtig erfolgt und deren betriebsmäßiger Zustand ständig überwacht wird. 66 kV-Leitungen auf Stützenisolatoren scheinen dagegen ganz besonders empfindlich zu sein, namentlich, wenn die Isolatoren auf geerdeten Eisenstützen befestigt sind. Die Zahl der Störungen nimmt auch mit der Verringerung der Spannweite, sonach Vermehrung der Zahl der Befestigungspunkte zu. P. Beck.

---

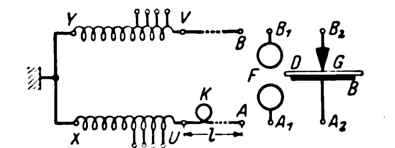
3 Vgl. ETZ 1928, S. 776.
4 Vgl. ETZ 1928, S. 761.
5 Vgl. ETZ 1928, S. 56.

Die Beanspruchung von Prüftransformatoren durch elektrische Entladungen an Isolatoren.

Von **Harald Müller,** Hermsdorf i. Thüringen.

Übersicht. Untersuchungen über die Beanspruchung von Prüftransformatoren durch Entladungen an den angeschlossenen Prüfobjekten werden durchgeführt. Dabei ergibt sich, daß Überschläge mit dem Charakter von Anfangsspannungen, wie z. B. solche von Kugelfunkenstrecken, sehr steile und hohe Überspannungen hervorrufen können. Hingegen können Gleitfunken, soweit sie nicht zum Überschlag führen, als harmlos in bezug auf Erregung von Überspannungen angesehen werden. Im Zusammenhang damit erscheint es unbedenklich, die Forderung der R.E.T. 1923 auf Gleitfunkenfreiheit der Durchführungen bei allen für den betriebsfertigen Transformator in Frage kommenden Prüfspannungen zu mildern, wie es die vor der Annahme stehenden Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad allgemein und auch die R.E.H./1928 für Apparate im besonderen vorsehen. Schließlich wird die Reihenschaltung einpolig geerdeter Prüftransformatoren mit verschieden hohen Absolutwerten der Klemmspannung untersucht und festgestellt, daß auch hier Gleitfunken ungefährlich für den Prüftransformator kleinerer Klemmenspannung sind, sofern sie nicht in Überschläge übergehen. Diese und direkte Überschläge geben außerordentlich hohe Beanspruchungen. Die Ergebnisse werden durch Messungen mit Funkenstrecke und Klydonograph und durch Wellenmessungen gefunden und gegenseitig kontrolliert.

Prüftransformatoren pflegt man nicht mit so hoher Sicherheit zu bauen wie Leistungstransformatoren. Im ungünstigsten Fall kann bei Prüftransformatoren eine Überspannungswelle vom Scheitelwert der gerade erzeugten normalfrequenten Transformatorspannung in den Prüftransformator einziehen, während für den Leistungstransformator die Höhe der Überspannungen durch die gesamte Anlage und die atmosphärischen Verhältnisse für das angeschlossene Leitungsnetz bestimmt wird. Anderseits ist für den Prüftransformator die Sprungwellenbeanspruchung durch die am Prüfobjekt nicht zu vermeidenden oder sogar bewußt erzeugten Entladungen der normale Betriebsfall, so daß eine Untersuchung in dieser Richtung wünschenswert erscheint. Untersuchungen über die Spannungsbeanspruchung an Transformatoren für aufgedrückte Überspannungen haben Böhm[1] und Reiche[2] experimentell, Kopec[3] rechnerisch angestellt.



U, V, X, Y Transformator. Oberspannung
K Koppelwindung f. Wellenmesser
G Gleitpol
D Dielektrikum
B Metallbelag

Abb. 1. Schaltung (nur Oberspannungsseite) zur Untersuchung der bei Überschlägen und Gleitfunken auftretenden Überspannungen.

Den bei Prüftransformatoren vorliegenden Fall kennzeichnet die Schaltung nach Abb. 1. Zum Vergleich sei noch die vom VDE in den R.E.T./1923 vorgeschriebene Sprungwellenprobe für Transformatoren und Spannungswandler durch Schaltung nach Abb. 2 angeführt. Die Sprungwellenprobe hat in der Art der Beanspruchung des Transformators Ähnlichkeit mit der von Prüftransformatoren im Prüfbetrieb; denn im ersten Augenblick wirken die Kapazitäten für die in den Transformator einziehende Entladewelle wie ein vollkommener Kurzschluß über die Zündfunkenstrecken F_1 und F_2. Der hier untersuchte Fall des Schlusses des Prüftransformators über eine an *A* und *B* der Abb. 1 angeschlossene Funkenstrecke *F* gibt zugleich auch ein Bild über die durch die Sprungwellenprobe zu erwartenden Wicklungsbeanspruchungen.

Bedeutung haben die hier beschriebenen Versuche an Prüftransformatoren auch für Leistungstransformatoren und ihre Durchführungen. Die Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T./1923 sehen vor, daß an den Transformatordurchführungen bei einer Spannung von $(2\,U + 20)$ kV noch keine Gleitentladungen auftreten dürfen (§ 51). Die höchste Prüfspannung, der man Transformatoren als Ganzes unterzieht, wird im allgemeinen bei der Windungsprobe (§ 49) mit $2\,U$ erreicht außer bei sehr großen Leistungen, wo dann die höchste aufgedrückte Prüfspannung $(1{,}75\,U + 15)$ kV [§ 47] beträgt. Nach den neueren, zunächst als Entwurf veröffentlichten[4] „Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad" wird in § 15 für Isolatoren ganz allgemein Gleitfunkenfreiheit nur bis $(1{,}75\,U + 15)$ kV gefordert und der Zusatz gemacht, daß bei Maschinen und Transformatoren die Gleitfunkenprüfung nur mit den Durchführungen allein auszuführen ist. Diese neuen Vorschriften stehen also im Widerspruch zu den R.E.T./1923. Oder aber es müssen z. B. für Transformatoren und Meßwandler besondere Durchführungen entwickelt und hergestellt werden, so daß die Typenzahlen u. U. erhöht werden. Es ist also von Interesse, zu sehen, ob Gleitfunken nennenswerte Überspannungen an Transformatorwicklungen erzeugen können. Das Gleitsystem *GDB* unserer Abb. 1 verkörpert etwa eine Transformatordurchführung, die bei der Prüfung des Umspanners gleitet.

Abb. 1 gibt zugleich die beiden hauptsächlich untersuchten Anordnungen wieder, einmal die Beanspruchung durch eine überschlagende Funkenstrecke *F*, außerdem diejenige beim Entstehen von Gleitfunken auf einem Gleitsystem, wobei auch der Fall untersucht wurde, daß die Gleitfunken zum Überschlag führen. Außer der Art des Prüfobjektes hat einen wesentlichen Einfluß die Länge der Zuleitungen. Es handelt sich bei den hier untersuchten Sprungwellen um kurze Wellen, bei denen sich der Einfluß der bei Versuchen in Frage kommenden Leitungslängen in Resonanzerscheinungen äußern kann. Deshalb sind in Abb. 1 zwischen *U* und *A* einerseits und *V* und *B* anderseits Leitungsstücke eingefügt worden, in deren Zug bei *K* eine Koppelschleife zum induktiven Anschluß eines Wellenmessers eingebaut werden kann.

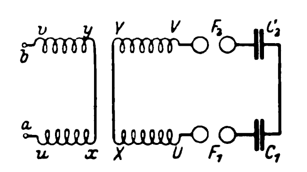


Abb. 2. Schaltung für Sprungwellenprobe nach R.E.T./1923 für einen Einphasentransformator.

Zuletzt werden die Verhältnisse bei zusammengeschalteten Prüftransformatoren untersucht. Oft wird die Frage auftauchen, ob man zur Erhöhung der Prüfspannung nicht durch Zusammenschaltung zweier Transformatoren gelangen könne, deren Unterspannungswicklungen parallel arbeiten, während die Oberspannungswicklungen in Serie gegen Erde geschaltet sind. Die dabei erreichten Potentiale gegen Erde können ihrem Absolutwert nach gleich oder auch verschieden sein. Während im Falle der Gleichheit keine Besonderheiten zu erwarten sind, ergeben die Untersuchungen für Verschiedenheit der Potentiale — sagen wir beispielsweise 100 kV und 200 kV gegen Erde, also rd. 300 kV zwischen den ungeerdeten Polen (Abb. 7) — Aufschluß über die Verwendbarkeit solcher Schaltungen für die verschiedenen Entladungsformen.

Das Ziel dieser Arbeit ist nicht eine allgemeine Untersuchung über das Verhalten von Transformatoren gegenüber Sprungwellen, wie sie in der oben erwähnten Arbeit von Böhm durchgeführt worden ist. Sie soll vielmehr den Einfluß der verschiedenen Entladungsformen bei ein und demselben Transformator dartun. Die Werte an sich haben nur Bedeutung für den untersuchten Transformator, relativ gelten sie allgemein. Aus diesen Erwägungen heraus wurde auch auf die Kapazitätsverhältnisse am Transformator und die Erhöhung der Querspannung nicht besonders eingegangen. Sie erreichte bei den hier angestellten Versuchen mit kurzen Leitungen auch keine nennenswerte Höhe. Mit diesen Ausführungen ist der Gang für die Versuche festgelegt.

Zur Untersuchung standen zwei Prüftransformatoren zur Verfügung, ein Öltransformator zu 78/100 000 V gegen Erde und ein Lufttransformator zu 78/100 000 V zwischen den Klemmen *U* und *V*. Dieser Transformator ist mit Anzapfungen an jedem Spulenende versehen, so daß die Spulenspannungen gemessen werden können. Er besitzt auf jedem Schenkel eine besser isolierte Eingangsspule, auf

[1] O. Böhm, Rechnerische und experimentelle Untersuchung von Wanderwellenschwingungen auf Transformatorwicklungen. Arch. El. Bd. 5, S. 383.

[2] W. Reiche, Messung über die Spannungsverteilung auf Transformatorenwicklungen unter dem Einfluß von Sprungwellen. Arch. El. Bd. 15, S. 216.

[3] L. Kopec, Über das Verhalten von Transformatorwicklungen und Reaktanzspulen gegenüber Sprungwellen. El. u. Maschinenb. Bd. 44, S. 837.

[4] ETZ 1928, S. 112.

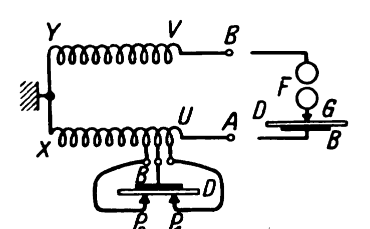


die etwa 0,42 % der Schenkelspannung bei Normalbetrieb entfallen, und 25 gleiche Spulen, auf die etwa je 4 % entfallen.

I. Untersuchungen an einem in der Mitte der Oberspannungswicklung geerdeten Transformator.

a) Der Einfluß der Art der Entladungen auf die Höhe der Spulenüberspannungen.

Untersucht werden Überspannungen in Schaltung nach Abb. 1 als Folge von Funkenentladungen mit dem Charakter der Anfangspannung, also ohne Vorentladungen, Glimmen u. dgl. (*F* angeschaltet), ferner als Folge von Gleitfunkenbildung ohne und mit Überschlag des Gleitsystems (*GDB* an die Punkte *A* und *B* angeschlossen), schließlich Gleitfunkenbildung mit möglichst raschem Anstieg, der durch Vorschalten einer 15 cm-Kugelfunkenstrecke vor dem Gleitpol *G* erreicht wird, so daß zunächst Durchbruch der Kugelfunkenstrecke und dann Gleiterguß eintritt; hierzu Abb. 3 rechts. Der besondere Zweck dieser Schaltung liegt darin, Gleitfunken aus einem Stoßvorgang heraus zu erzeugen, wie sie in Wirklichkeit auch beim plötzlichen Zuschalten eines unterspannungsseitig erregten Transformators auf eine Leitung entstehen können. Die schwachen Polbüschel, die vor dem Ansprechen der Kugelfunkenstrecke teilweise auf dem System *GDB* bemerkbar waren, gaben keinerlei Erscheinungen am Transformator. Zur Kontrolle der Funkenstreckenmessungen an den Spulen des Transformators wurden die Verhältnisse entsprechend Abb. 3 noch mittels Klydonographen für alle oben angeführten Möglichkeiten untersucht.

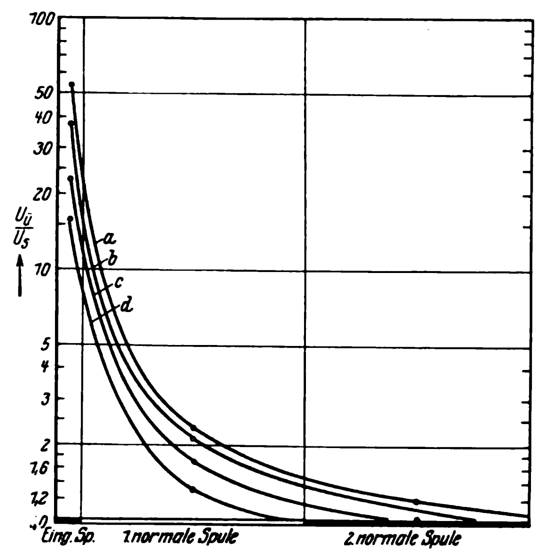


P_1, P_2 Klydonographenpole
D photogr. Platte, zugleich Dielektrikum
B metallischer Belag
G, D, B Gleitsystem als Prüfobjekt
F Vorfunkenstrecke

Abb. 3. Schaltung zur Bestimmung der Spulenüberspannungen mit zweipoligem Klydonographen P_1 P_2 *D B*, an aufeinanderfolgende Spulenenden angeschlossen.

Zahlentafel 1 gibt eine Reihe von Messungen wieder, die bei der gleichen Transformatorenspannung $U = 42$ kV$_{eff}$, entsprechend 60 kV$_{max}$, für die verschiedenen Arten der Überspannungserregung durchgeführt wurden. Vorweggenommen sei, daß teilweise mit größeren Leitungslängen $2\,l = 40$ m gearbeitet werden mußte, um überhaupt meßbare Werte zu erhalten. Den Grund werden wir noch kennenlernen. Die Überspannungen $U_{ü}$ sind neben ihrem Absolutwert als das *k*-fache der im Augenblick des Überschlags herrschenden normalfrequenten Spulenspannung U_s angegeben. Gemessen wurden die Spulenspannungen $U_{ü}$ und U_s mit einer belichteten 2 cm-Kugelfunkenstrecke. Die Meßwerte sind in kV$_{max}$ angegeben.

dieser Werte erreicht werden, bei Gleitfunkenüberschlägen selbst bei kürzesten Leitungen schon 60 % und mehr. Überschläge an Isolatoren (Stützern oder Durchführungen) stellen meistens Gleitfunkenüberschläge dar, demnach liegen die dabei auftretenden Überspannungen etwa auch in dieser Größenordnung.



a *F* angeschaltet, Entladung mit Charakter der Anfangspannung
b Gleiterguß auf *GDB* mit folgendem Überschlag
c Stoßgleiterguß auf *GDB*
d normalfrequenter Gleiterguß auf *GDB* ohne folgenden Überschlag

Abb. 4. Verhältnis $U_{ü}/U_s$ (Spulenüberspg./normalfrequente Spulenspg.) bei gleicher Transformator-Klemmenspannung für die verschiedenen Entladungsformen ($2\,l = 40$ m).

Rüstet man also Transformatoren mit Durchführungen aus, die den neuen Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad entsprechen würden, die also den R.E.T. 1923, § 51, nicht unbedingt genügen, so würden bei einer Prüfung, bei der an den Durchführungen Gleitfunken auftreten, sich nur verhältnismäßig geringe Überspannungen an den einzelnen Spulen ergeben. Es braucht wohl nicht betont zu werden, daß je nach Ausführung der Spulen eines Transformators diese Werte sich absolut ändern. Relativ werden sie sich sehr wenig unterscheiden. Hier sei besonders an die an verschiedenen Spulenaufbauten vorgenommenen Messungen Reiches und die eingehenden Rechnungen Kopecs, auf die im Anfang hingewiesen wurde, erinnert.

Die zur Kontrolle der Funkenstreckenmessungen aufgenommenen Klydonogramme bestätigen das Ergebnis.

Man mißt mit einer Klydonographenanordnung nach Abb. 3 etwa das gleiche wie mit der Funkenstrecke. Berücksichtigt man die bei den Lichtenbergschen Figuren nicht vermeidbare Streuung, so kann man von einer recht guten Übereinstimmung der Größenordnung der Ergebnisse sprechen. Wichtig sind besonders die Relativergebnisse. Sie zeigen, daß Gleitfunken ohne Überschlag als Überspannungserreger für Transformatorenwicklungen ohne Bedeutung sind.

Nachdem nun Funkenstreckenmessung und Klydonographenangaben über den Einfluß der Art der Entladungen am Prüfobjekt im gleichen Sinne Auskunft gegeben

Zahlentafel 1: **Spulenüberspannungen $U_{ü}$ an den Transformatorspulen als Folge verschiedener Entladungsformen am Prüfobjekt für die Transformatorspannung von 60 kV$_{max}$.**

Länge der Verbindungsleitungen *l* (Abb. 1)		Zwischen *A* u. *B* geschaltet				Bemerkungen
		Funkenstrecke *F*	Gleitsystem *GDB* mit Überschlag	Gleitsystem mit Vorfunkenstrecke (Abb. 3)	Gleitsystem *GDB* ohne Überschlag	
		$U_{ü} = k\,U_s$	$U_{ü} = k\,U_s$	$U_{ü} = k\,U_s$	$U_{ü} = k\,U_s$	
$2\,l = 10$ m	Eingangspule	$6{,}1 = 51\ U_s$	$4{,}0 = 33\ U_s$	$1{,}7 = 14\ U_s$	Keine Überspannung meßbar	Normale Spulenspannung $U_s = 0{,}12$ kV$_{max}$ für die Eingangspule. $U_s = 1{,}2$ kV$_{max}$ für die normalen Spulen
	1. normale Spule	$3{,}0 = 2{,}5\ U_s$	$2{,}0 = 1{,}7\ U_s$	$1{,}9 = 1{,}6\ U_s$		
	2. „ „	$2{,}0 = 1{,}7\ U_s$	—	—		
$2\,l = 40$ m	Eingangspule	$6{,}5 = 54\ U_s$	$4{,}5 = 38\ U_s$	$2{,}8 = 23\ U_s$	$1{,}9 = 16\ U_s$	
	1. normale Spule	$2{,}8 = 2{,}3\ U_s$	$2{,}6 = 2{,}2\ U_s$	$2{,}6 = 2{,}2\ U_s$	$1{,}5 = 1{,}3\ U_s$	
	2. „ „	$1{,}4 = 1{,}2\ U_s$	—	$1{,}2 = 1\ U_s$	—	

Abb. 4 gibt graphisch den Inhalt der Zahlentafel 1 wieder. Die Abszisse ist unterteilt im Verhältnis der abgewickelt gedachten Spulen. Die Spulenspannung ist jeweils über der Spulenmitte eingezeichnet. Da besonders die Relativwerte interessieren, sind sie für die verschiedenen Entladungsformen als Ordinaten aufgetragen worden. Bezogen auf die höchsten durch Überschlag der Kugelfunkenstrecke *F* erreichten Überspannungen können bei Gleitfunken ohne nachfolgenden Überschlag, genügend lange Verbindungsleitungen vorausgesetzt, etwa 30 %

haben, soll dem Grund zu der unterschiedlichen Wirkung der einzelnen Entladungsformen durch Wellenmessungen noch weiter nachgegangen werden. Die Höhe der Spulen-

Zahlentafel 2: Ungefähre Bestimmung der durch verschiedene Entladungsformen erzeugten Spulenüberspannung $U_ü$ in kV_{max} vermittels Lichtenbergscher Figuren. Die Transformatorspannung beträgt 60 kV_{max}.

Spule	Normalfrequente Spulenspannung	Zwischen *A* und *B* geschaltet: Funkenstrecke	Gleitsystem *GDB* mit Überschlag	Gleitsystem *GDB* mit Vorfunkenstrecke	Gleitsystem *GDB* ohne Überschlag
	U_s kV_{max}	$U_ü$ kV_{max}	$U_ü$ kV_{max}	$U_ü$ kV_{max}	$U_ü$ kV_{max}
Eingangspule	< 2,5*	8	7	< 2,5	< 2,5
1. normale Spule	< 2,5	≈ 2,5	4	< 2,5	< 2,5

* Die Angabe $U_s < 2,5\ kV_{max}$ rührt daher, daß Spannungen bis u 2,5 kV noch keine Figuren erzeugen. Vgl. Mitt. Hermsd.-Schomb. 927, H. 34, S. 11.

spannungen ist von der Länge der Stirn der Entladewelle abhängig. Man kann nun entweder mit Hilfe der vom Verfasser angegebenen Methode[5], durch einmaligen Anstoß eines Lecherschen Drahtsystems die Stirnlänge einer Welle zu bestimmen, auch hier vorgehen, oder man benutzt die Tatsache[6], daß in Abhängigkeit von der gewählten Zündspannung — und sinngemäß auch Entladungsform — Wellenlängen, also Eigenschwingungen des untersuchten Kreises wesentlich kürzer als etwa die doppelte Stirnlänge nicht gefunden werden können. Die Wellenlängen wurden mit einem Dönitzschen Wellenmesser nachgewiesen, der induktiv mit dem Meßkreis gekuppelt war (Abb. 1).

Zahlentafel 3: Kürzeste bei den verschiedenen Entladungsformen gemessene Wellenlängen bei etwa gleicher Transformatorspannung für $2l = 10$ m.

Funkenstrecke *F*	Gleitsystem *GDB* ohne Überschlag	Gleitsystem *GDB* mit Überschlag	Gleitsystem *GDB* mit Vorfunkenstrecke ohne Überschlag	Überschlagendes Gleitsystem *GDB* mit Vorfunkenstrecke
λ	λ	λ	λ	λ
20 m für 60 kV_{max} 8 m für 30 kV_{max}	240 m für 60 kV_{max}	40 m für 70 kV_{max}	9 m für 60 kV_{max} Vorfunkenstrecke auf 1 cm Schlagweite eingestellt	9 m für 70 kV_{max} Vorfunkenstrecke auf 1 cm Schlagweite eingestellt

Die Zahlentafel 3 läßt folgendes erkennen: Bei einem nicht überschlagenden Gleitsystem entstehen sehr flache Wellen, die bei etwa auftretenden Überschlägen sehr viel steiler werden. Die Ergebnisse stehen also in Einklang mit den bisherigen Messungen. Wenn bei Verwendung von Vorfunkenstrecken steile Wellen entstehen, die in ihrer Steilheit gleich den steilsten bei kurzgeschlossenem Gleitsystem sind, so kann man unter Berücksichtigung der Spannungsmessungen an den Spulen des Transformators sagen, daß vielleicht ein kurzes, sehr steiles Stück in den Entladewellen vorhanden ist, dessen Spannungsdifferenz aber sehr gering ist. Der Hauptanteil der Spannung der

nung der Funkenstrecke *F* und der Länge *l* der Zuleitungen. Sie veranlaßte weitere Versuche in dieser Richtung, die besonderes Interesse für den Bau und Betrieb von Prüftransformatoren haben, aber auch für Leistungstransformatoren von Bedeutung sind.

Spannungshöhe: An einer Schaltung nach Abb. 1, bei der an die Punkte *A*, *B* eine 15 cm-Kugelfunkenstrecke *F* angelegt war, wurden die Spulenspannungen mit einer belichteten 2 cm-Kugelfunkenstrecke bestimmt. Zahlentafel 4 zeigt zweierlei: Erstens nimmt die relative Höhe der Überspannung für die Leitungslänge $2l = 10$ m ab mit wachsender Spannung U_F. Zweitens wächst die Eindring-

Zahlentafel 4: Spulenüberspannungen $U_ü$ in kV_{max} bei verschiedenen Überschlagsspannungen U_F der Kugelfunkenstrecke *F* für 10 m Länge der Verbindungsleitungen im Vergleich zu den im Augenblick des Funkenüberschlags herrschenden normalfrequenten Spulenspannungen U_s (kV_{max}).

Spule	$U_F = 60\ kV_{max}$	$U_F = 88\ kV_{max}$	$U_F = 133\ kV_{max}$
	$U_ü = k\,U_s$	$U_ü = k\,U_s$	$U_ü = k\,U_s$
Eingangspule	$6,1 = 51\ U_s$	$8,8 = 50\ U_s$	$8,3 = 30\ U_s$
1. normale Spule	$3,0 = 2,5\ U_s$	$4,8 = 2,8\ U_s$	$5,1 = 1,9\ U_s$
2. „ „	$2,0 = 1,7\ U_s$	$2,5 = 1,5\ U_s$	$3,8 = 1,4\ U_s$
3. „ „	$1,2 = 1\ U_s$	$2,0 = 1,1\ U_s$	$3,8 = 1,4\ U_s$
4. „ „		$1,7 = 1\ U_s$	$3,4 = 1,3\ U_s$
5. „ „			$2,6 = 1\ U_s$

tiefe mit wachsender Spannung. Beide Umstände deuten darauf hin, daß die Entladewellen mit wachsender Spannung U_F auch an Steilheit einbüßen. Zur qualitativen Kontrolle der durch die Spulenspannungsmessungen festgestellten Tatsachen wurden auch hier Klydonogramme in der schon beschriebenen Schaltung Abb. 3 aufgenommen. Zahlentafel 5 gibt hierüber Auskunft.

Zahlentafel 5: Bestimmung der an der Eingangspule und 1. normalen Spule auftretenden Überspannungen $U_ü$ aus Klydonogrammen für verschiedene Überschlagspannungen einer Kugelfunkenstrecke.

Spule	$U_F = 60\ kV_{max}$	$U_F = 88\ kV_{max}$	$U_F = 133\ kV_{max}$	Bemerkungen
	$U_ü$	$U_ü$	$U_ü$	$U_F = 133\ kV_{max}$:
Eingangspule	8 kV_{max}	9 kV_{max}	9 kV_{max}	normale Spulenspannung < 2,5 kV_{max}
1. normale Spule	2,5 „	3 „	7 „	normale Spulenspannung = 2,5 kV_{max}

Die Unterschiede zwischen den Funkenstreckenmessungen und den Klydonogrammwerten erklären sich, wie schon gesagt, aus den Streuungen der Werte bei Lichtenbergschen Figuren. Beide Methoden zeigen aber das eine deutlich, daß für die niedrigeren Spannungen $U_F = 60$ und 88 kV_{max} die Eingangspule prozentual viel stärker beansprucht wird als die darauffolgende 1. normale Spule, während für die höchste Spannung $U_F = 133\ kV_{max}$ dieser Unterschied in den Beanspruchungen geringer wird.

Zuleitungen: Außer der Spannungshöhe U_F wirkt auf die Höhe der Spulenüberspannungen noch die Länge *l* der Zuleitungen *UA*, *VB* (Abb. 1) ein, wie aus Zahlentafel 6 hervorgeht. Hier sei bemerkt, daß als Zu-

Zahlentafel 6: Spulenüberspannungen $U_ü$ beim Überschlag einer Kugelfunkenstrecke *F* für verschiedene Längen *l* der Verbindungsleitungen zwischen Transformator und Funkenstrecke. Die Überschlagspannung der Funkenstrecke beträgt 88 kV_{max}.

	$2l = 2$ m	$2l = 10$ m	$2l = 20$ m	$2l = 40$ m	Bemerkungen
	$U_ü$	$U_ü$	$U_ü$	$U_ü$	
Eingangspule	7,3 kV_{max}	8,8 kV_{max}	9,5 kV_{max}	7,1 kV_{max}	normale Spulenspg. rd. 0,18 kV_{max}
1. normale Spule	3,4 „	4,8 „	4,5 „	3,4 „	„ „ „ 1,7 „
2. „ „	2,0 „	2,5 „	3,6 „	2,7 „	„ „ „ 1,7 „
3. „ „	1,7 „	2,0 „	2,2 „	2,0 „	„ „ „ 1,7 „

Entladewelle entfällt also auf den flachen Anstieg der Stirn.

b) Der Einfluß der Spannungshöhe und Länge der Zuleitungen auf die Höhe der Spulenüberspannungen.

Gelegentlich der Wellenmessungen ergab sich eine Abhängigkeit der Wellenlängen von der Überschlagspan-

leitungen blanke, dünne (0,8 mm) Kupferdrähte verwendet wurden, wie es in Hochspannungs-Versuchsfeldern wohl allgemein üblich ist. Zweck der dünnen Drähte ist vor allem, einen Schutz der Prüftransformatoren gegen die bei Überschlägen auftretenden Stoßspannungen zu gewähren; denn die Koronaverluste bringen für die Stoßvorgänge eine wesentliche Verschleifung der Wellen mit sich.

In Abb. 5 ist das Ergebnis der Zahlentafel 6 in Kurven wiedergegeben, die für die Diskussion leichter zu übersehen sind. Zahlentafel 6 und Abb. 5 zeigen zwischen $2l = 10$ m und $2l = 20$ m ein Maximum für die Überspannungen in

[5] Har. Müller, Messungen über die Stirn von Wanderwellen mittels angekoppelter Schwingungskreise. Arch. El. Bd. 15, S. 97.
[6] Wie Fußnote 5, S. 107.

den Spulen. Eine Klärung dieser Erscheinung bringen Wellenmessungen, die nicht nur in der in Abb. 1 angedeuteten Lage der Koppelschleife K, sondern auch bei Zwischenschaltung von K zwischen die einzelnen Spulen vorgenommen wurden. Die Wellenmessungen wurden bei drei verschiedenen Spannungen durchgeführt, von denen die niedrigste 45 kV betrug, während die beiden anderen mit den bisher verwendeten beiden höheren Werten übereinstimmen. Als kürzeste Wellen wurden gemessen

rd. 8 m für 45 kV_{max} für $2l$ =		12 m	22 m	42 m
„ 20 m „ 88 „ „ $2l$ =	3 m	12 m		
„ 23 m „ 133 „ „ $2l$ =	3 m			

Dabei bedeutet $2l$ die Gesamtlänge der Zuleitungen von der Funkenstrecke zum Transformator.

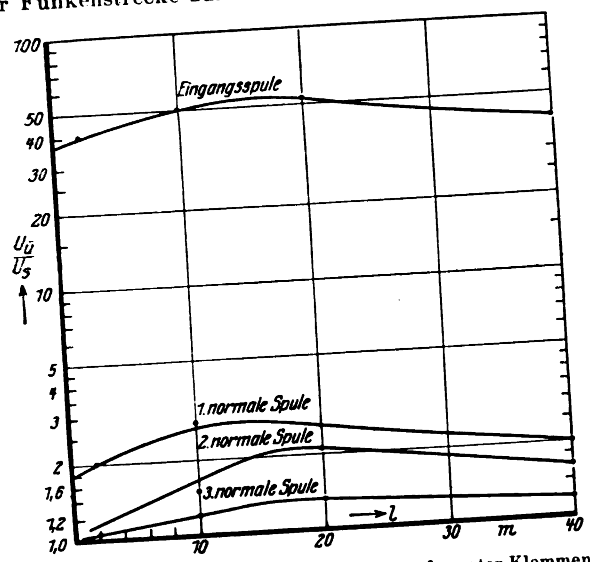


Abb. 5. Verhältnis $U_ü/U_s$ bei gleicher Transformator-Klemmenspannung für verschiedene Längen l der Verbindungsleitungen zwischen Transformator und Funkenstrecke.

Diese kürzesten Wellen wurden nicht bei jeder Leitungslänge gefunden. Sie fanden sich nur, wenn eine Resonanzmöglichkeit vorhanden war. So ergab sich, daß die Eingangspule für die Wellenlänge von 20 m in Resonanz geriet, während die nachfolgende Spule keine Resonanz ergab. Stellt man nämlich durch induktiven Anschluß des Wellenmessers zwischen die einzelnen Spulen die Wellenlängen fest, so findet man, daß man die Wellen von etwa 20 m vor der Eingangspule nachweisen kann, nicht aber hinter ihr. So wurden in einem Falle gemessen

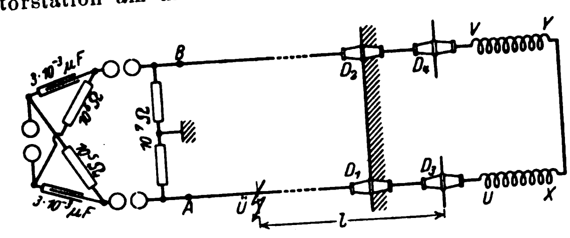
vor dem Transformator	die Wellenlängen	20 m und	68 m
zwischen Eingangs- und 1. normaler Spule	„	„	68 m
zwischen 1. u. 2. normaler Spule . . .	„	„	68 m
„ 2. u. 3. „ „	„	„	—

Da die verschiedenen Leitungslängen $2l$ vor dem Transformator auf die Welle der Länge 20 m keinen Einfluß ausübten außer $2l = 30$ m, für die die Ansprechstärke des Wellenmessers sehr groß ist, muß gefolgert werden, daß die Eingangspule für sich schwingt, weil sie ja zwischen zwei Unstetigkeitspunkten liegt, nämlich dem Anschluß der Verbindungsleitungen mit anderem Wellenwiderstand als dem der Spule auf ihrer einen Seite und dem Anschluß der 1. normalen Spule mit wieder anderem Wellenwiderstand auf ihrer anderen Seite. Daß die Länge $2l = 30$ m bevorzugt sein muß, geht auch aus Zahlentafel 6 hervor: Zwischen den Werten $2l = 20$ und $2l = 40$ liegt sicher der Scheitelpunkt für die Überspannungen. Die Wellenlänge 20 m tauchte immer wieder auf ohne Rücksicht auf die vorgeschalteten Drahtlängen $2l$. Somit wird die Annahme, daß diese Welle der Eigenfrequenz der Eingangspule entspricht, auch hierdurch gestützt. Während bei den Spannungen 45 kV_{max} und 133 kV_{max} die kürzeste Wellenlänge nur bei bestimmten Längen $2l$ meßbar war, lagen bei 88 kV_{max} die Verhältnisse anders, wie auch aus der kurz zuvor gegebenen Zusammenstellung hervorgeht. Die Wellenlänge $\lambda = 20$ m muß also hier ein der Entladewelle eigentümlicher Wert sein.

Im Zusammenhang mit den eben erörterten Fragen lehrt ein Blick auf Zahlentafel 3, daß bei Gleitfunken, selbst wenn sie zu Überschlägen führen, so kurze Wellen wie bei Funkenstreckenüberschlägen nicht entstehen. Kurze Wellen scheinen eine Eigentümlichkeit von Entladungen mit dem Charakter der Anfangspannung zu sein. Während bei den Gleitfunken, die sich bei normalfrequenten Spannungen ausbildeten, die Eingangspule auch dann nicht schwang, wenn die Gleitfunken zum Überschlag führten, trat dies beim Vorschalten einer Kugelfunkenstrecke, also bei Gleitfunken, die Folge eines Stoßvorganges waren, wieder ein. Führten diese Stoßgleitfunken zum Überschlag, so kam außerdem noch die gleiche Welle wie beim Gleitfunkenüberschlag ohne Vorfunkenstrecke, nämlich $\lambda = 40$ m, zum Vorschein. Aus diesen Messungen erkennt man, daß die Länge $2l$ der Zuleitungen eine Rolle spielt im Zusammenhang mit den Eigenfrequenzen der Transformatorspulen. Wenn z. B. die Länge $2l$ das $\frac{2n+1}{2}$-fache der kritischen Wellenlänge der Eingangspulen ist, treten erhöhte Schwierigkeiten ein durch gemeinsames Schwingen von Leitung und Eingangspule.

Eine in der Praxis oft auftretende Erscheinung dürfte durch diese Versuche eine Erklärung finden. Je nach Steilheit der Überspannungswelle wird irgendein Teil der Transformatorwicklung zum Schwingen angeregt, wenn etwa ein Lichtbogen entstanden ist, der die Schwingungen unterhält. Bei steilen Überspannungswellen würden also die Eingangspulen, bei flacheren die normalen Spulen oder Spulengruppen zum Schwingen kommen können. Als Folge der Schwingungen kann dann der Durchschlag an der schwingenden Spule oder Spulengruppe eintreten. Außerdem kann natürlich auch direkter Stoßdurchschlag bei steilen Spannungstößen in Frage kommen. J. Fallou[7] hat für flache Wellen von 1000 m und mehr solche Erscheinungen mit dem Kathodenstrahloszillographen untersucht und kommt zu ähnlichen Schlüssen.

Ein und dieselbe Überspannung kann mit Stirn und Rücken auf lange und auf kurze Wellen ansprechende Spulen anregen. Stellt man sich etwa eine Wanderwelle vor, die, von einem Blitzschlag herrührend, verhältnismäßig flache Stirn habe — mehrere Kilometer[8] —, und ruft die Welle nach Erreichen ihres Höchstwertes einen Überschlag der Leitung etwa gegen Erde hervor, so schließt sich an die kilometerlange flache Stirn ein steil abfallender Rücken von wenigen Metern Ausdehnung an. Beide würden auf die verschiedenen Spulengruppen verschieden einwirken können. Ihrer Art nach gehört eine Erscheinung hierher, die sich bei Versuchen der Landeselektrizität G. m. b. H. gemeinsam mit der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. zeigte. Aufgebaut war eine Einphasenleitung mit einem Wanderwellengenerator zur Erzeugung steiler Wellen an einem Ende A, B — unter Zugrundelegung der Marxschen Verdoppelungsschaltung[9] — und eine Transformatorstation am anderen Ende (Abb. 6). Die Transformatoreinführungen waren etwas knapp, so daß eine Wanderwelle, die noch keinen Überschlag auf der Strecke verursachen konnte, dann die Transformatordurchführungen überschlug. Wurde der Überschlag auf die Strecke verlegt, so fiel der Überschlag an den Transformatordurchführungen weg. Nur für eine ganz bestimmte Entfernung l eines Streckenüberschlags vom Transformator trat gleichzeitig außer diesem noch Überschlag am Transformator selbst auf. Diese Erscheinung erklärt sich im Zusammenhang mit den hier beschriebenen Versuchen ebenfalls als Resonanzerscheinung zwischen Eigenfrequenz der 1. Spule, Leitungslänge l und Stirn der Wanderwelle.



D_1, D_2 Stationseinführungen
D_3, D_4 Durchführungen des Transformators

Abb. 6. Versuchsschaltung zur Untersuchung der Resonanzmöglichkeit zwischen Leitungslänge und Transformatorspulen bei Überschlag $Ü$ auf der Strecke.

---

[7] J. Fallou, Rev. Gen. de l'El. Bd. 21, S. 323. — ETZ 1928, S. 109.

[8] M. Toepler, Gewitter, Blitze und Wanderwellen auf Leitungsnetzen. Mitt. Hermsd. Schomb. 1926, H. 25, vornehmlich S. 35. — L. Binder, Einige Untersuchungen über den Blitz. ETZ 1928, S. 503.

[9] Erw. Marx, Versuche und Massenprüfungen mit der Stoßprüfanlage im zentralen elektrotechnischen Versuchsfeld der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. Mitt. Hermsd. Schomb. H. 10. ETZ 1924, S. 652. — Har. Müller, Funkenkonstante, Stoßspannung und Wanderwellenstirn. Arch. El. Bd. 18, S. 328.

II. Untersuchungen an zwei zusammengeschalteten, einpolig geerdeten Transformatoren, deren Oberspannungswicklungen in Reihe liegen (Abb. 7).

Der einfache Fall ist der, daß zwei einpolig geerdete Transformatoren mit bei gleicher Erregung dem Absolutwert nach gleichen Spannungen U der freien Pole gegen Erde in Reihe geschaltet werden, so daß die Spannungsdifferenz zwischen diesen zwei freien Polen gleich $2\,U$ wird. Für die Versuche wurde der einpolig geerdete Öltransformator mit der geerdeten Mitte des Lufttransformators zusammengeschaltet und der Satz durch den Überschlag an einer angeschalteten Funkenstrecke beansprucht. Die Potentiale der Punkte U_1 und U_2 sind dabei in jedem Augenblick entgegengesetzt gleich. Die Messungen ergaben z. B. bei Anschaltung der Funkenstrecke F nur geringfügige Unterschiede zwischen den hierbei gemessenen Spulenspannungen und denen, die bei gleicher Schlagweite von F an den zwei Schenkelenden des Lufttransformators gemessen wurden.

Öfter noch wird die Frage auftauchen, ob man einpolig geerdete Transformatoren mit entgegengesetzten und verschiedenen Klemmenspannungen zusammenschalten könne, um höhere Prüfspannungen zur Verfügung zu haben. Für den Versuch wurde der Lufttransformator $U_1 V_1 X_1 F_1$ mit X_1 geerdet und dann Schenkel $U_1 X_1$ mit dem Öltransformator, dessen Klemme V_2 geerdet war, in Reihe geschaltet. Schenkel $Y_1 V_1$ des Lufttransformators lief leer mit. Die Spannungen $V_2 U_2$ und $X_1 U_1$ sind ihrem Absolutwert nach verschieden. Bei den angestellten Versuchen verhielten sich die Spannungen $U_1 X_1 : U_2 V_2$ wie $1 : 2$. Die dann auf dem Schenkel $U_1 X_1$ auftretenden Spulenüberspannungen sind relativ erheblich höher als bei allen bisherigen Versuchen am Lufttransformator allein für sonst gleiche Bedingungen.

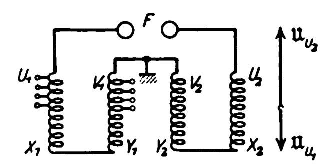


Abb. 7. Reihenschaltung zweier Transformatoren mit verschiedenen Klemmenpotentialen $\mathfrak{U}_{U_1}$, $\mathfrak{U}_{U_2}$ gegen Erde.

Um einen Begriff für die Mehrbeanspruchung des Transformators geringerer Spannung in einer Reihenschaltung nach Abb. 7 gegenüber einer solchen nach Abb. 1, wo der gleiche Transformator allein läuft, zu gewinnen, muß man die Spulenüberspannungen dieses Transformators im Augenblick des Überschlags beispielsweise der Kugelfunkenstrecke F vergleichen. Gleiche, normalfrequente Spulenspannungen haben wir im Augenblick des Überschlags, wenn die Kugelfunkenstrecke in Schaltung entsprechend Abb. 7 bei 132 kV_{max} und in Schaltung Abb. 1 bei 88 kV_{max} anspricht. Zahlentafel 7 gibt die Vergleichszahlen für diesen Fall. Bei anderen Spannungen zeigt sich praktisch das gleiche. Die Messungen an dem bei den Versuchen offen betriebenen, nur am Erdungspunkt $X_1 Y_1$ mit dem Transformatorensatz verbundenen Schenkel $V_2 Y_2$ zeigen ein Einlaufen der Überspannungswelle vom Erdungspunkt aus. Daraus ergibt sich eine Verlagerung des Nullpunktes beim Überschlag des Prüfobjektes. In gleicher Weise werden bei einem Drehstromtransformator in Sternschaltung für den Überschlag zwischen zwei Phasen in der dritten Phase am Sternpunkt Überspannungen auftreten.

Zahlentafel 7: Spulenüberspannungen am schwächeren Transformator eines Transformatorensatzes beim Überschlag einer Funkenstrecke. Die mittlere Spalte gibt die Spulenüberspannung am schwächeren Transformator in Schaltung Abb. 1 wieder unter der Voraussetzung gleich hoher normalfrequenter Spulenspannungen U_s im Augenblick des Funkenüberganges.

Spule	Transformatorschenkel $U_1 X_1$ in Reihe mit Transformator $U_2 V_2$	Transformatorschenkel $U X$ in Schaltung Abb. 1. S. Zahlentafel 4	Transformatorschenkel $V_1 Y_1$ leer mitlaufend
	$U_{ü}\, kV_{max} = k\, U_s$	$U_{ü}\, kV_{max} = k\, U_s$	$U_{ü}\, kV_{max} = k\, U_s$
Eingangspule	16 = 90 U_s	8,8 = 50 U_s	—*
1. normale Spule	13 = 7,5 U_s	5,0 = 2,8 U_s	1,7 = 1 U_s
2. „ „	10 = 5,8 U_s	2,5 = 1,5 U_s	1,7 = 1 U_s
3. „ „	8,3 = 4,8 U_s	2,0 = 1,1 U_s	1,7 = 1 U_s
4. „ „	4,5 = 2,6 U_s	1,7 = 1 U_s	1,7 = 1 U_s
5. „ „	4,2 = 2,4 U_s		
20. „ „			1,7 = 1 U_s
23. „ „			2,2 = 1,3 U_s
24. „ „			2,2 = 1,3 U_s
25. „ „			2,2 = 1,3 U_s
26. Spule (an Erde)			2,2 = 1,3 U_s

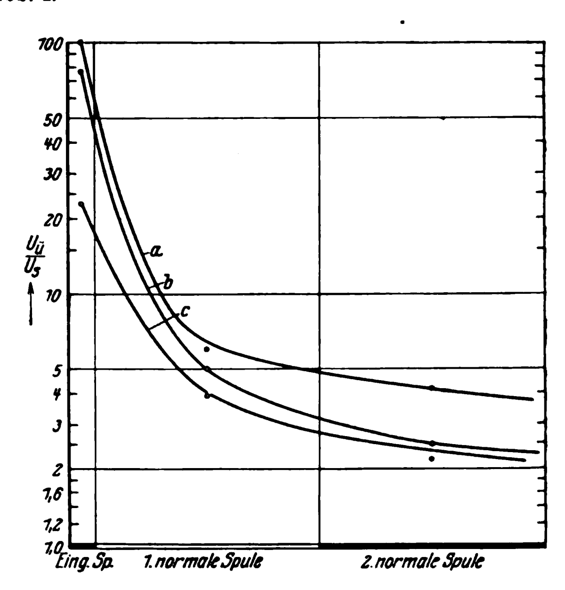
* Mit Funkenstrecke nicht meßbar. Wert der normalfrequenten Spannung liegt bei etwa 200 V.

Wie beim Überschlag der Kugelfunkenstrecke sich in einer solchen Zusammenschaltung erheblich höhere Werte für die Spulenspannungen ergeben, ist dies auch bei Gleitfunken der Fall. Selbst bei kurzen Verbindungsleitungen l zeigten sich schon Überspannungen, ohne daß die Gleitfunken zum Überschlag führten; erst recht natürlich, wenn das letztere der Fall war. Zahlentafel 8 gibt hierzu einige Zahlen. Die Transformatoren wurden so hoch erregt, daß die Spannung zwischen den Klemmen beider Transformatoren 68 kV_{max} betrug. Zum Vergleich sind die beim Überschlag der Funkenstrecke F auftretenden Überspannungen mit aufgeführt. Außerdem kann man sich auch durch Vergleich mit den Zahlentafeln 1 und 2 von dem Ansteigen der durch die Gleitfunken erzeugten Überspannungen überzeugen.

Zahlentafel 8: Spulenüberspannungen am schwächeren zweier zusammengeschalteten Transformatoren als Folge von Gleitfunken am Prüfobjekt im Vergleich zu den Überspannungen beim Überschlag einer Kugelfunkenstrecke.

	Spulenüberspannungen beim Überschlag einer 15 cm-Kugelfunkenstrecke bei 68 kV_{max}	Dgl. bei Gleitfunken mit nachfolgendem Überschlag bei 68 kV_{max}	Dgl. bei Gleitfunken ohne Überschlag bei 68 kV_{max}
Eingangspule	9,0 kV_{max}	6,9 kV_{max}	2,2 kV_{max}
1. normale Spule	5,4 „	4,5 „	3,5 „
2. „ „	3,8 „	2,0 „	2,[illegible] „

Abb. 8 gibt das Ergebnis der Zahlentafel 8 in Kurven wieder. Die normalfrequenten Spulenspannungen sind hier im Augenblick der Entladung etwas niedriger als in Abb. 4.



a *F* angeschaltet
b normalfrequenter Gleiterguß mit folgendem Überschlag
c Gleiterguß ohne folgenden Überschlag

Abb. 8. Verhältnis $U_ü / U_s$ bei gleicher Transformator-Klemmenspannung für verschiedene Entladungsformen.

Bei Zusammenschaltungen erreichen also die durch Gleitfunken ohne nachfolgenden Überschlag erzeugten Spulenüberspannungen etwa die Höhe der bei gleicher Erregung am alleinbetriebenen schwächeren Transformator durch Überschlag einer Kugelfunkenstrecke entstehenden Überspannungen. Gleitfunken mit nachfolgendem Überschlag bedeuten eine weit höhere Beanspruchung.

Das Zusammenschalten von Transformatoren mit verschieden hohen Spannungen der ungeerdeten Pole kann man also nur dann als unbedenklich ansehen, wenn Funkenüberschläge und heftigere, zum Überschlag führende Gleitfunken vermieden werden. Für Gleitfunken erreicht die



Beanspruchung durch Überspannungen etwa die Höhe für den schwächeren der zusammengeschalteten Transformatoren, die ihm bei Funkenstreckenüberschlägen zugemutet wird, wenn er für sich betrieben wird.

Aus den Untersuchungen erkennt man allgemein, daß es empfehlenswert ist, Überschläge, zumal im Gebiete der Anfangspannungen, Prüftransformatoren nicht zuzumuten. Die vom VDE zugelassene Vorschaltung von Schutzwiderständen vor Meßkugelfunkenstrecken[10] ist also nicht nur im Interesse des Prüfobjektes und der Kugelfunkenstrecke selbst wünschenswert, sondern auch in dem des Prüftransformators notwendig, zumal bei Untersuchungen mit Normalfrequenz Widerstände in geeigneter Größe die Angaben der Meßfunkenstrecke nicht fälschen.

[10] VDE-Vorschrift 365.

Die Zugbeeinflussungsysteme bei den Eisenbahngesellschaften der V. S. Amerika.

Von **A. Kammerer**, Berlin.

Übersicht. Die Zugbeeinflussungen in den V. S. Amerika lassen sich nach zwei großen Hauptgruppen unterscheiden: In die Linienbeeinflussungen oder kontinuierlichen Systeme und in die Punktbeeinflussungen oder die intermittierenden Systeme. Die Linienbeeinflussungen sind vielfach mit Geschwindigkeitsüberwachung verbunden. Die Punktbeeinflussungen gliedern sich wieder je nach der Stromart in Gleichstrom- und Wechselstromsysteme. Es ist bei den Gleichstromsystemen außerdem zu unterscheiden, ob die Erregung der Systeme mit permanenten Magneten oder elektromagnetisch geschieht.

Während in Deutschland die Reichsbahn-Gesellschaft die Entwicklung brauchbarer Zugbeeinflussungen aus eigener Initiative betreibt, sind die Eisenbahngesellschaften der V. S. Amerika durch Gesetz gezwungen, auf den größeren Strecken derartige Einrichtungen selbst einzuführen und zu unterhalten. Die deutsche Fachwelt wurde durch die einschlägige und die Tagespresse bereits mehrere Male über die Arbeiten orientiert, welche in dieser Richtung von der Deutschen Reichsbahn und der Privatindustrie vorgenommen wurden[1]. Von den amerikanischen Einrichtungen, welche u. a. das Überfahren von Haltesignalen vermeiden sollte, sind dagegen nur verhältnismäßig wenige Nachrichten bekanntgeworden. Es soll daher im folgenden, soweit als möglich, versucht werden, einen Überblick über entsprechende Methoden zu geben, welche bisher bei den amerikanischen Bahnen zur Anwendung gekommen sind. Auf Vollständigkeit der Darstellung kann hierfür allerdings kein Anspruch erhoben werden, weil das zur Verfügung stehende Material selten auf genauere technische Einzelheiten oder gar auf theoretische Erörterungen eingeht und überdies auch nicht alle Systeme erschöpft vgl. Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1: Stand der gemäß Verfügung der „Interstate Commerce Commission" ausgerüsteten Streckenlängen und Lokomotiven.

Punktbeeinflussungen ohne Geschwindigkeitsüberwachung		Linienbeeinflussungen ohne Geschwindigkeitsüberwachung		Linienbeeinflussungen mit Geschwindigkeitsüberwachung		Hersteller
Streckenlängen km	Lokomotiven	Streckenlängen km	Lokomotiven	Streckenlängen km	Lokomotiven	
Gemäß 1. Verfügung vom 13. VI. 1922						
1105	310					Union
3730	1439					General
740	164					Sprague
601	290					National
6176	2203					
		2130	755			Union
				480	122	General
				2300	523	Union
				2780	645	
Gemäß 2. Verfügung vom 14. I. 1924						
88,7						Union
5190,0	1063					General
513,0	72					Sprague
908,0	204					National
120,0	65					Miller
6819,7	1404					
		2110	753			Union
				1350	304	Union
				667	70	General
				2017	374	
12996	3607	4240	1508	4797	1019	Insgesamt

Die staatliche Kommission, d. i. die Interstate Commerve Commission, welcher in den V. S. Amerika die Überwachung der von der Industrie für die einzelnen Eisenbahngesellschaften gelieferten Zugbeeinflussungsysteme obliegt, gibt folgende Definition für das unserem Begriff der selbsttätigen Zugbeeinflussung entsprechende „automatic train stop" oder „train control":

Es ist darunter ein System zu verstehen, welches so eingerichet ist, daß es selbsttätig die eine oder die andere oder beide der nachfolgend angegebenen Tätigkeiten ausübt: 1. Das selbsttätige Anhalten von Zügen, wobei eine Bremsung eintritt, die so lange anhält, bis der Zug zum Stillstand gekommen ist. 2. Eine selbsttätige Geschwindigkeitsüberwachung; in diesem Falle tritt eine selbsttätige Bremsung ein, wenn die Zuggeschwindigkeit einen gewissen vorgeschriebenen Betrag überschreitet; die Bremsung hält dabei so lange an, bis die Zuggeschwindigkeit unter den genannten Betrag gesunken ist.

Im allgemeinen bevorzugen die Amerikaner Systeme, welche mit elektromagnetischen Feldern arbeiten, die also elektro-induktiver Natur sind, da sich auf diese Weise nach den Erfahrungen der amerikanischen Eisenbahnverwaltungen die Profilschwierigkeiten am besten vermeiden lassen. Es wurden wohl auch Versuche und Ausführungen mit mechanischen und elektrischen Kontaktsystemen gemacht, doch haben diese auf Fernbahnen, namentlich in rauheren Gegenden, keine günstigen Ergebnisse geliefert. Heute sind diese Verfahren in den V. S. Amerika vielfach wieder verlassen worden. Es werden daher im folgenden nur elektro-induktive Systeme besprochen werden.

I. Die „kontinuierlichen oder Linienbeeinflussungen".

Die amerikanischen Bahnstrecken haben auch auf den Fernbahnen in nicht unbeträchtlichem Umfange den selbsttätigen Gleich- bzw. Wechselstromblock aufzuweisen. Auf diesen Einrichtungen und in enger Verbindung mit ihnen wurden z. B. gewisse induktive Zugbeeinflussungen aufgebaut. Die Amerikaner sind bei diesen Systemen in der Lage, den fahrenden Zug gewissermaßen von jedem beliebigen Punkt der Strecke aus zu beeinflussen. Es werden dabei in den Schienen fließende Wechselströme benutzt, um in passend auf der Lokomotive angebrachten Induktionspulen — Empfängerspulen genannt — Spannungen zu erzeugen. Die deutschen Bahnen, welche den selbsttätigen Block auf den Fernbahnen nicht besitzen, sind gezwungen, besondere „Beeinflussungspunkte" zu verlegen, welche auf der Strecke nach bestimmten Gesichtspunkten verteilt werden müssen. Die oben erwähnten amerikanischen Systeme können daher zweckmäßigerweise mit dem Begriffe der „Linienbeeinflussung" gekennzeichnet werden, während die deutschen Systeme als „Punktbeeinflussungen" aufzufassen sind. Auch die Punktbeeinflussungen bestehen auf amerikanischen Bahnstrecken in beträchtlichem Maße; sie finden u. a. auch auf Bahnen ohne selbsttätigen Block Verwendung. Sie gleichen den deutschen Beeinflussungen in stärkerem oder geringerem Maße.

Die Ansicht der amerikanischen Fachleute über die von einer guten Zugbeeinflussung zu fordernden Eigenschaften geht dahin, daß man mit ihrer Hilfe nicht allein in der Lage sein muß, die Züge von der Strecke aus selbsttätig anzuhalten, sondern daß man auf den mit ihr ausgerüsteten Strecken die Dichte des Zugverkehrs auch vergrößern und die Züge mit erhöhtem Sicherheitsgrad führen können soll.

Um diese Programmpunkte zu erfüllen, wurden z. B. auf den mit dem selbsttätigen Block ausgerüsteten Strecken die „Linienbeeinflussungen mit Geschwindigkeitsüberwachung" oder das „kontinuierliche System", wie es die Amerikaner bezeichnen, entwickelt. Dieses System besteht, vom betriebstechnischen Standpunkt aus betrachtet, darin, daß die Führung der Züge immer in Übereinstimmung mit der Signalanzeige und mit den Be-

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 164, 1551 u. 1555.

dingungen, welche die Strecke stellt, geschieht. Der Lokomotivführer wird dabei in keiner Weise seiner Verantwortung und pflichtgemäßen Tätigkeit entbunden. Nur im Falle er versagen sollte, greift die selbsttätige Beeinflussung ein und bringt den Zug zum Halten bzw. vermindert die Zuggeschwindigkeit bis unter einen vorgeschriebenen Grenzbetrag.

Beim selbsttätigen Gleich- bzw. Wechselstromblock sind bekanntlich die Schienen durch Verlegung auf Holzschwellen gegeneinander und gegen Erde isoliert. Desgleichen sind auch die in Frage kommenden Blockabschnitte an den Schienenstoßstellen durch isolierende Zwischenlagen elektrisch voneinander unabhängig gemacht. Das kontinuierliche System setzt nun in den Schienen fließende Wechselströme voraus, die beim Wechselstromblock teilweise schon vorhanden sind, beim Gleichstromblock dagegen an geeigneten Stellen durch Überlagerung über die Gleichströme besonders zugeführt werden müssen. Diese in den Schienen fließenden Ströme rufen in deren Umgebung pulsierende magnetische Felder hervor, welche in den sogenannten „Empfängerspulen" auf dem Fahrzeug Wechselspannungen induzieren. Die Empfänger bestehen aus lamellierten Eisenkörpern, auf welchen in ungefähr 150 mm Abstand vom Schienenkopf Spulen befestigt sind (Abb. 1).

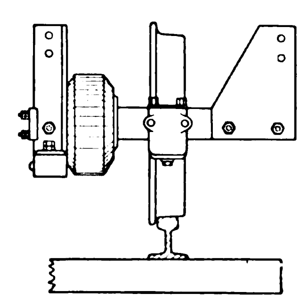


Abb. 1. Empfängerspule.

Die in den Empfängerspulen induzierte Spannung reicht noch nicht aus, um ein Relais normaler Bauart mit Sicherheit zu steuern. Aus diesem Grunde ist eine Verstärkereinrichtung mit zwei Stufen vorgesehen, die auf ein Differentialrelais einwirkt (Abb. 2). Die Anoden-

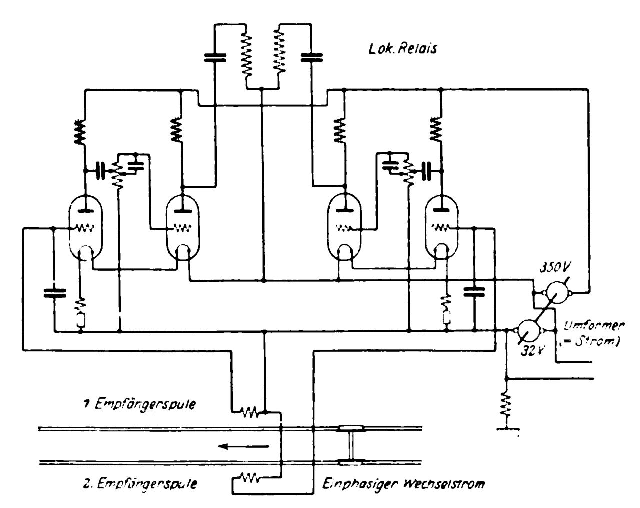


Abb. 2. Verstärker für Zweistufensystem.

spannung von 350 V Gleichstrom für den Verstärkersatz liefert ein besonderer kleiner Maschinensatz, der vom Gleichstromgenerator (32 V) der Lokomotivbeleuchtung mit Strom versorgt wird. Dieser Generator liefert auch den Strom für die Heizung des Verstärkers, wobei zwei Heizfäden in Serie geschaltet sind (16 V Heizspannung). Zur Konstanthaltung des Heizstromes bei Spannungschwankungen der Maschine sind Eisenwasserstoffwiderstände eingefügt. Das Lokomotivrelais steuert die Energie für die Erregung eines Magneten, welcher direkt mit einem pneumatischen Ventil zusammengebaut ist und welcher die Bezeichnung „Bremsventilmagnet" trägt. Außerdem steuert das Relais noch eine optische Anzeigevorrichtung im Führerstande, welche angibt, mit welcher Höchstgeschwindigkeit der Zug in dem betreffenden Streckenabschnitt fahren darf. Die Anzeige erfolgt durch Aufleuchten entsprechender Signallampen, die auf der Führer- bzw. Führer- und Heizerseite angebracht sind. Bei Abwesenheit der in den Schienen fließenden Beeinflussungswechselströme tritt die Anzeige der beschränkten Geschwindigkeit ein bzw. es erfolgt eine selbsttätige Bremsung durch die Tätigkeit des eben erwähnten Bremsventilmagneten. Die Anordnung ist nun so getroffen, daß bei den Systemen mit selbsttätiger Geschwindigkeitsbegrenzung eine Zwangsbremsung nur dann, und zwar unabhängig von der Geschwindigkeit eintritt, wenn der Führer die „Bremspunkte" in der Nähe des Haltesignals unachtsam überfährt und auch nach Überfahrung und nach Ablauf einer gewissen Zeit seinen Fehler noch nicht erkannt hat. Unter Bremspunkt wird dabei der Ort verstanden, an welchem eine Änderung der Stromverhältnisse in den Schienen auftritt. Er ist gleichbedeutend mit unserem Begriff des Beeinflussungspunktes. Bemerkt der Führer die Gefahr rechtzeitig noch vor Ablauf der erwähnten Verzögerungszeit, was er durch Niederdrücken eines besonderen Hebels, des „Wachsamkeitshebels", zum Ausdruck bringen muß, so ist wohl unter Umständen eine selbsttätige Bremsung eingetreten, doch kann er diese wieder aufheben, sobald die Grenzgeschwindigkeit unterschritten ist. Dieser Geschwindigkeitswert ist durch die Stellung der Muffe eines Fliehkraftreglers bestimmt, welcher durch eine besondere Übersetzung mit Schnecke, Schneckenrad und Kegelrädern von der vorderen Laufradachse der Lokomotive angetrieben wird. Zur Sicherheit ist noch ein zweiter Hilfsregler vorhanden, dessen Funktion darin besteht, daß sofort eine Bremsung eintritt, wenn der Haupt- oder Hilfsregler versagt. Im übrigen hängt die Stelle, an welcher die selbsttätige Bremsung einsetzt, nachdem der sogenannte Bremspunkt überfahren ist, von der Geschwindigkeit beim Passieren dieses Punktes ab. Die Bremsen beginnen dabei um so später zu wirken, je geringer die Geschwindigkeit ist. Dazu sind besondere Ventile eingebaut, welche durch den Regler in Verbindung mit dem selbsttätigen Bremsventil gesteuert werden.

Es sind nun Systeme mit zwei und mit drei Geschwindigkeitstufen ausgeführt worden. Das dreistufige System stellt eine Erweiterung des zweistufigen dar und trägt im übrigen alle Eigenschaften des zweistufigen in sich. Es genügt daher zum Verständnis vollkommen, eines von beiden eingehender zu besprechen. Hier möge das dreistufige gewählt werden, daß die Amerikaner selbst als das höchstentwickelte System bezeichnen.

Zur Aufnahme und Wiedergabe der drei verschiedenen Zeichen ist bei diesem System das Relais für drei Kontaktstellungen gebaut. Zu diesem Zwecke besitzt es zwei Wicklungen. Für das erste Zeichen haben die in den beiden Relaiswicklungen fließenden Ströme eine bestimmte gegenseitige Phasenlage. Zur Wiedergabe des zweiten Zeichens muß der Strom in der einen Wicklung umgepolt werden, und für das dritte Zeichen ist es notwendig, daß eine der beiden Wicklungen stromlos ist. Durch die am Relais angebrachten Kontakte werden einerseits die drei Signallampen grün, gelb und rot des Führerstandsindikators geschaltet, welche den Signalstellungen: „Frei", „Vorsicht" und „Halt" der amerikanischen Signalisierung entsprechen, anderseits werden durch das Lokomotivrelais auch Luftventile gesteuert, in Verbindung mit denen die Geschwindigkeitsbegrenzung durchgeführt wird. Es ist hierdurch möglich, den Zug so zu führen, daß er die dem Streckenabschnitt entsprechende Grenzgeschwindigkeit nicht überschreiten kann. Die höchste Geschwindigkeit, mit welcher Züge für Personenverkehr bei dem Dreistufensystem im Streckenabschnitt vor dem Warnungsignal fahren können, beträgt beispielshalber 112 km/h, für Güterzüge 80 km/h; die Geschwindigkeitsgrenze der mittleren Stufe, d. i. zwischen Warnungs- und Haltsignal, ist für Personenzüge 72,5, für Güterzüge 48,5 km/h. Bei der niedrigsten Stufe besteht keine Unterscheidung zwischen Personen- und Güterzügen, sie gilt für den Blockabschnitt nach dem Haltsignal und beträgt für beide Zuggattungen 32 km/h. Die Einstellung der Beeinflussung nach den Zuggattungen wird von besonders dazu bestimmten Personen vorgenommen.

Die Strecke hat bei dem Dreistufensystem zur Abgabe der drei verschiedenen Zeichen zwei Stromkreise aufzuweisen (Abb. 3). Der erste, der sogenannte „Achsenstromkreis", kann nach Bedarf umgepolt, der zweite, der „Schleifenstromkreis", aus- bzw. eingeschaltet werden. Der „Blocktransformator" liefert die Energie für die beiden Stromkreise, und zwar wird der Strom für den Achsenkreis von der Sekundärseite des Transformators *I*, der Strom für den Schleifenstromkreis zwischen den Bremspunkten *A* und *B* bzw. für den Stromkreis zwischen *B* und Haltsignal von je einer der zwei Sekundärwicklungen des Transformators *II* abgenommen. Der Achsenstrom fließt, solange kein Fahrzeug auf dem Blockabschnitt verweilt, durch die eine Schiene, durch die Reaktanzverbinder und die andere Schiene zur Stromquelle zurück. Der Schleifenstrom fließt zu den Halbierungspunkten der Reaktanzverbinder, parallel durch die



Schienen, zu den anderen Reaktanzverbindern und zur Stromquelle zurück. Den Stromverlauf bei Abschaltung bzw. Umpolung entnimmt man am besten der Abb. 3. Die Steuerung der Ströme geschieht durch die entsprechenden Signal- bzw. Streckenrelaiskontakte.

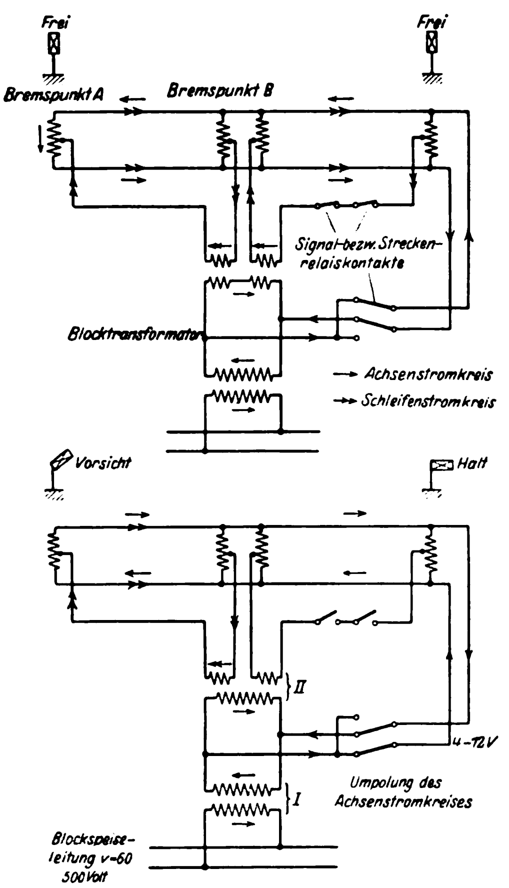


Abb. 3. Streckenkreise für Dreistufensystem.

Die Lokomotive erhält bei dem kontinuierlichen System mit drei Geschwindigkeitsstufen zwei Empfängerpaare, eins am Kopfe der Lokomotive, das andere am hinteren Ende des Tenders. Die vorderen Empfängerspulen sind so geschaltet, daß sich die EMKe, welche durch den Hin- und Rückstrom des ersten Stromkreises induziert werden, addieren; die EMKe, welche durch den Schleifenstromkreis in den Spulen induziert werden (dessen Ströme ja die gleiche Richtung in den Schienen besitzen), sind in Opposition und heben sich also auf. Anfänge und Enden der hinteren Empfängerspulen sind anderseits so verbunden, daß sich die EMKe des zweiten Stromkreises addieren. Die Summe der EMKe der vorderen Empfängerspulen erregt nun die eine Relaiswicklung, die der hinteren Empfängerspulen die andere Relaiswicklung. Für die Abgabe des zweiten Zeichens wird der Achsenstromkreis und damit auch der Strom in der ersten Relaiswicklung umgepolt. Ist einer oder beide der genannten Stromkreise stromlos, so ergibt sich die dritte Relaisstellung. Abb. 4 gibt getrennt die

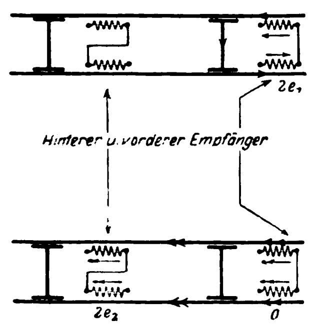


Abb. 4. Schaltung der Lokomotivspulen für das Dreistufensystem.

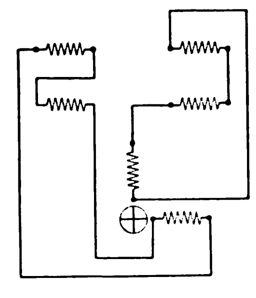


Abb. 5. Empfängerspulen und zweiphasiges Lokomotivrelais.

in den Empfängerspulen vom Achsen- bzw. Schleifenstrom induzierten Spannungen wieder. Abb. 5 endlich zeigt die Zusammenschaltung der Empfängerspulen mit den Relaiswicklungen des zweiphasigen Relais (Ferraris-Scheibenrelais). Der Verstärkersatz zwischen Empfänger und Relais ist hier der Einfachheit halber weggelassen.

Wie die Führung von Zügen über Strecken, die mit dem eben besprochenen Dreistufensystem ausgerüstet sind, ungefähr verläuft, soll ein praktisches Beispiel zeigen. Auf die Beschreibung des Aufbaues der pneumatischen Einrichtung kann nicht eingegangen werden, es wird hier nur die Wirkung der ganzen Apparatur erläutert: Nach dem Eintritt des Zuges in die mit der selbsttätigen Linienbeeinflussung ausgerüstete Zone — welcher Punkt durch eine Marke kenntlich gemacht ist — leuchtet bei „freier Strecke" die grüne Lampe des Führerstandsindikators auf. Solange die maximale Geschwindigkeit nicht überschritten wird, kann der Zug seinen Weg ungehindert fortsetzen.

Es sei nun angenommen, daß der Zug mit dieser Geschwindigkeit weiter vorrückt und im Verlauf seiner Fahrt in ein leichtes Gefälle gerät, was zur Folge hat, daß er die Grenzgeschwindigkeit unabsichtlich überschreitet. Es tritt dann eine Beeinflussung ein, welche die Geschwindigkeit wieder unter den Grenzbetrag bringt. Der Lokomotivführer löst sodann die Bremsen durch Handbetätigung, ohne den Zug angehalten zu haben, und fährt mit einer geringeren Geschwindigkeit weiter, die ihm genügend Spielraum läßt. Nach Zurücklegung einer weiteren Wegstrecke möge der Zug nun in die Nähe eines anderen vorausfahrenden Zuges kommen. Demzufolge findet er das nächste Signal in „Vorsichtlage", d. h. Warnstellung. Beim Passieren dieser Stelle wechselt die Anzeige im Führerstand und zeigt gelbes Licht statt des grünen, was ankündigt, daß von jetzt ab die mittlere Geschwindigkeit einzuhalten ist. Der Führer bringt seine Aufmerksamkeit dadurch zum Ausdruck, daß er unmittelbar nach Passieren des Signals (Bremspunkt *A*) seinen Wachsamkeitshebel zieht und gleichzeitig die Geschwindigkeit des Zuges auf das vorgeschriebene Maß herabmindert. Er kann dadurch eine selbsttätige Bremsung vermeiden. Der Zug fährt weiter, bis er schließlich den Bremspunkt *B* vor dem nächsten auf Halt stehenden Signal erreicht hat (vgl. auch Abb. 3). Dieser Punkt befindet sich in einer derartigen Entfernung vom nächsten Signal, daß der Zug bei Beeinflussung am Bremspunkt *B* noch sicher vor dem Haltsignal zum Stillstand kommt. Nach Vorüberfahrt an *B* erfolgt das Aufleuchten der roten Führerstandslampe, welche zu erkennen gibt, daß jetzt nur mehr die geringste Geschwindigkeit in Frage kommt. Auch hier muß der Führer wieder wie im ersten Fall handeln, wenn er eine selbsttätige Bremsung vermeiden will. Er kann auch in den besetzten Block einfahren, muß aber dabei die niedrigste Geschwindigkeit einhalten und wird nach dem vorausfahrenden Zug Ausschau halten. Die Anzeige würde sich im Führerstand anderseits von rot zu grün ändern, wenn z. B. der vorausfahrende Zug aus irgendeinem Grund in ein Nebengleis abbiegt und so die Hauptstrecke freigibt. Der Lokomotivführer könnte dann natürlich den Zug mit der höchsten Geschwindigkeit weiterführen. Vergißt der Führer am Bremspunkt *B* eines auf Halt stehenden Signals den Wachsamkeitshebel zu ziehen, so tritt eine selbsttätige Bremsung auch dann ein, wenn die minimale Geschwindigkeit, die hier in Frage kommt, bereits unterschritten ist. Die Lösung der Bremse ist dann erst nach Ablauf von 40 s möglich. Auch im Falle eines Schienenbruches, oder wenn die Schienen aus irgendwelchen Ursachen leitend miteinander verbunden wären, erfolgt wegen der Unterbrechung bzw. Kurzschließung der in Frage kommenden Stromkreise eine sofortige selbsttätige Bremsung. — Es sei an dieser Stelle bemerkt, daß die selbsttätigen Bremsungen nicht stärker als die gewöhnlichen Betriebsbremsungen wirken. — In dem oben besprochenen Falle wird der Führer außerdem eine kräftige Handbremsung erfolgen lassen. Gemäß der Durchbildung des kontinuierlichen Systemes kann der Zug über die Gefahrstelle mit der kleinsten Geschwindigkeit hinwegfahren und sodann die Geschwindigkeit wieder so weit steigern, als es die Bedingungen der Strecke zulassen.

Bemerkt der Führer aus irgendwelchen Gründen, daß die Zugbeeinflussungsausrüstung seiner Maschine nicht in Ordnung ist, so kann er den pneumatischen Teil der Zugbeeinflussung durch Öffnen eines besonders dazu bestimmten Hahnes, der für gewöhnlich versiegelt ist, abschalten. Sollte die Störung nur im pneumatischen Teil der Anlage zu suchen sein, so hätte der Führer wenigstens die Führerstandsignale zur Selbstkontrolle.

Das zweistufige System, aus welchem sich das dreistufige entwickelte, besitzt nicht ganz die Schmiegsam-

keit wie das letztere. Den zwei Geschwindigkeitstufen entsprechend sind auch nur zwei Führerstandsignale, nämlich grün und rot, vorhanden. Die Strecke zwischen dem Warnungs- und Haltsignal kann mit der vollen, diejenige nach dem Haltsignal mit der verminderten Geschwindigkeit befahren werden. Der Bremspunkt liegt wieder in hinreichender Entfernung vom Hauptsignal. Für Strecken, die mit dem Gleichstromblock ausgerüstet sind, wird nur ein Empfängerpaar gebraucht (vgl. Abb. 2). Bei selbsttätigen Blocks, die mit Wechselstrom betrieben werden, sind ähnlich wie beim Dreistufensystem, wieder zwei Empfängerpaare notwendig. Die Umpolarisierung des einen Wechselstromkreises kommt dann in Fortfall, da ja nur zwei Relaisstellungen notwendig sind.

Die Linienfahrsperre mit Geschwindigkeitstufen wird in Amerika hauptsächlich von zwei Firmen ausgeführt, von der Union Switch and Signal Co. und von der General Railway and Signal Co. Beide Ausführungsarten unterscheiden sich im wesentlichen nur dadurch, daß die Geschwindigkeitsbegrenzung hinter dem Regler in einem Fall pneumatisch, im anderen Fall durch mechanisch gesteuerte elektrische Kontakte geschieht. Die beschriebene Ausführung bezieht sich in der Hauptsache auf das System der Union Switch and Signal Co.

Die Union Switch führt noch eine weitere, von den beschriebenen Ausführungsformen stärker abweichende Art aus; dieselbe hat keinen Geschwindigkeitsregler und soll für Dampf- und elektrische Bahnen gleich gut verwendbar sein; es erfolgen lediglich die Führerstandsanzeigen. Diese werden aber nicht durch kontinuierliche Ströme hervorgerufen, sondern durch Wechselströme, die in einer bestimmten Reihenfolge unterbrochen werden (Codesystem). Diese Wechselströme fließen gleichfalls wieder in den Schienenstromkreisen. Jedes derartige Unterbrechungszeitmaß entspricht einer besonderen Anzeige im Führerstand. Bei Eintritt eines Zuges in den ersten einer Reihe von Blockabschnitten, von welchen der letzte besetzt ist, wird mittels der durch die Zugachsen hervorgerufenen leitenden Verbindungen zwischen den beiden Schienen ein Stromkreis geschlossen, in welchem ein kleiner Induktionsmotor liegt. Dieser Motor steuert nun über ein Getriebe die Unterbrecherkontakte, durch welche das Zerhacken des in den Schienen fließenden Wechselstromes hervorgerufen wird. So werden z. B. bei einem ausgeführten System die Ströme 180- bzw. 120- bzw. 80mal in der Minute oder gar nicht unterbrochen und durch geeignete Dechiffrierungsrelais auf der Lokomotive aufgenommen und zur Signalanzeige ähnlich wie bei den oben erläuterten Systemen verwendet. Zur Vermeidung von Störungen durch Ströme der Licht- und Kraftnetze (60 und 25 Hz) wird für die Signalübertragung bei diesem System die Periodenzahl 100 verwendet. Die Verzögerungszeit, welche für die Betätigung des Wachsamkeitshebels durch den Lokomotivführer nach dem Passieren der Bremspunkte vorgesehen ist, beträgt hier 6 s. Während dieser Zeit ertönt zur Unterstützung der Aufmerksamkeit des Führers außerdem noch eine Warnungspfeife. Ist der Zug infolge einer selbsttätigen Bremsung zum Stillstand gekommen, so kann ihn der Lokomotivführer nur dadurch wieder in Gang bringen, daß er absteigt und einen Knopf drückt, der unter dem Führerstande angebracht ist. Auch bei dem eben beschriebenen System behält der Lokomotivführer seine vollkommene Handlungsfreiheit, d. h. er kann das Führerbremsventil bedienen wie im normalen Betrieb.

II. Die „intermittierenden oder Punktbeeinflussungen".

In den V. S. Amerika sind, wie bereits eingangs erwähnt, in beträchtlichem Maße auch Punktbeeinflussungen im Betrieb. Bei den Linienbeeinflussungen geschieht die Energiezufuhr für die Beeinflussung selbst in der Hauptsache von der Strecke aus, während die Energie, welche dem Turbosatz der Lokomotivbeleuchtung entnommen wird, lediglich für die Verstärkereinrichtung benötigt wird. Bei den Punktbeeinflussungen wird dagegen die gesamte Energieerzeugung von der elektrischen Einrichtung auf der Lokomotive bestritten. Die Punktbeeinflussungen scheiden sich wieder in zwei Gruppen, in diejenigen, welche mit Gleichströmen und solche, die mit Wechselströmen betrieben werden. Im ersten Falle liefert der Gleichstromgenerator des erwähnten Turbosatzes die Energie, im anderen Fall wird für die Lieferung des Wechselstromes ein besonderer kleiner Wechselstromgenerator mit dem Turbosatz direkt gekuppelt.

Bei dem Gleichstromsystem ist an geeigneter Stelle am Fahrzeug, und zwar an den Außenseiten des Gleises ein Übertragungsorgan angebracht, welches von U-förmiger Gestalt ist und im wesentlichen aus einem lamellierten Eisenkörper besteht. Dieser Körper trägt zwei Wicklungen, wovon die erste zur Erregung des für die Beeinflussung notwendigen magnetischen Feldes benutzt wird, während die zweite Wicklung (Empfänger) zur Impulsaufnahme bestimmt ist. Beide Wicklungen liegen parallel am Gleichstromgenerator des Lokomotivbeleuchtungsatzes. Im zweiten Stromkreis liegen außerdem noch ein Gleichstromrelais und ein Justierwiderstand. Auf der Strecke sind nun entsprechend dem Charakter der Punktbeeinflussung ebenfalls lamellierte Eisenkörper verteilt, die als „Induktoren" bezeichnet werden. Jeder Induktor besteht wie der Lokomotivmagnet aus einem Kern, welcher aus Transformatorenblechen aufgebaut und auch seinerseits mit einer Wicklung ausgerüstet ist. Die Wicklung des Induktors kann durch Kontakte, welche durch die Signale bzw. durch die Streckenrelais der selbsttätigen Blockierung gesteuert werden, geöffnet oder kurzgeschlossen werden vgl. Abb. 6). Die Schaltung ist so ein-

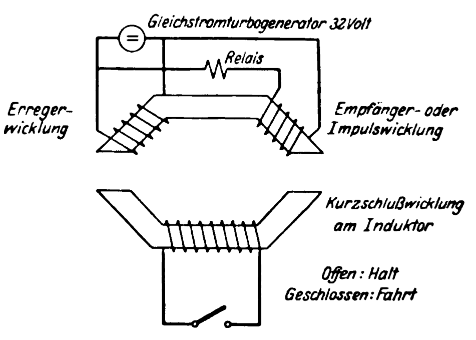


Abb. 6. Gleichstrombeeinflussung.

gerichtet, daß im normalen Zustand, also bei Fahrt über die freie Strecke, der Anker des Relais angezogen ist. Passiert die Lokomotive einen durch Öffnung der Wicklung auf Halt gestellten Induktor, so wird die magnetische Leitfähigkeit des Kreises vergrößert und dadurch während des Überfahrens eine Gegen-EMK in der Empfängerwicklung induziert, welche eine derartige Schwächung des Stromes in der Empfängerwicklung zur Folge hat, daß der Relaisanker abfällt. Bei Freistellung ist dagegen die Wicklung kurzgeschlossen, was zur Folge hat, daß der Anker angezogen bleibt. Hinter dem erwähnten Relais liegen noch zwei weitere Relaisstufen, von welchen die Kontakte des letzten Relais den Bremsventilmagneten steuern. Um ohne Verstärker auszukommen und möglichst starke Stromänderungen beim Überfahren zu erhalten, oder mit anderen Worten, um ungünstige Koppelungsverhältnisse zu erzielen, muß der Luftspalt, d. i. der freie Raum zwischen dem Eisenkern des Fahrzeugs und des Induktors bei den Gleichstromsystemen möglichst klein gehalten werden (3,5 ... 4 cm). Vielfach wird der Empfänger bei den Gleichstromsystemen an einer Achsbüchse des Tenders, also am ungefederten Teil des Fahrzeugs, befestigt.

Als typischer Vertreter einer Punktbeeinflussung, die mit Wechselströmen betrieben wird, möge hier ein System besprochen werden, dessen Urheber die Miller train Control Comporation ist. Bei dieser Ausführung ist auf der Lokomotive, und zwar wieder an der Außenseite der Gleise, ein Empfänger angebracht, der in der Hauptsache aus zwei lamellierten Eisenkernen besteht. Bei einem Typ, und zwar bei dem ursprünglichen, liegen diese Eisenkerne in Form eines X übereinander. Jeder Kern trägt eine Wicklung, wovon die eine als Erreger-, die andere als Empfängerwicklung dient. Im Stromkreis der letzteren liegt ein einphasiger Wechselstrommagnet, der direkt ein pneumatisches Ventil steuert, das im Bedarfsfalle die Zwangsbremsung einzuleiten hat. Bei der späteren Ausführungsart liegen die beiden Eisenkerne parallel nebeneinander. Die Wicklung des Erregerkreises ist jetzt aber so angeordnet, daß sie zur Hälfte auf den einen Kern, zur anderen Hälfte auf den zweiten Kern verteilt ist. Das gleiche trifft auch für die Empfängerwicklung zu. Es sind bei dieser Anordnung zwischen den zwei Eisenkörpern vom magnetischen Kraftfluß im ganzen vier Luftspalte zu überwinden, woraus sich bessere Koppelungsverhältnisse ergeben. Die Streckeninduktoren bestehen ebenfalls aus zwei lamellierten Kernen, die bei beiden Ausführungsformen parallel nebeneinander liegen. Sie sind ebenfalls mit Wicklungen ausgerüstet, die für die Haltstellung offen, für die Stellung „Frei" geschlossen sein müssen. Zur Kompensation der Streu-

spannung sind Kondensatoren in die Stromkreise eingefügt. Im normalen Zustand, also bei Fahrt über die freie Strecke, ist der infolge der transformatorischen Wirkung zwischen Erreger- und Empfängerkreis in letzterem hervorgerufene Strom so stark, daß der Anker des Magneten mit genügender Sicherheit gehalten wird; wird dagegen ein auf „Halt" stehender Induktor überfahren, so bietet sich dem magnetischen Fluß mit einem Male ein anderer Weg, so daß die Stromrichtung im Empfängerkreis entweder umgekehrt oder auf Null herabgemindert wird. Die Folge davon ist, daß der Anker des Magneten abfällt und ein Öffnen des selbsttätigen Ventils zustande kommt. Sind die Enden der Wicklungen des Induktors miteinander verbunden, so ist die Wirkung auf den Empfängerkreis so schwach, daß der Anker angezogen bleibt. Der Induktor ist auf diese Weise auf freie Fahrt gestellt (vgl. Abb. 7 a und b). Der Führer kann eine selbsttätige Bremsung vermeiden, wenn er einen besonderen Wachsamkeitsknopf drückt, wodurch im wesentlichen der Empfängerkreis mit dem Erregerkreis parallel an den Wechselstromgenerator geschaltet wird. Ist eine Zwangsbremsung auf selbsttätigem Wege zustande gekommen, so darf sie — wie oben schon angedeutet — erst dann wieder gelöst werden, wenn der Zug vollkommen zum Stillstand gekommen ist. Zu diesem Zwecke ist bei dem Miller-System ein von der Fahrzeugachse angetriebener Fliehkraft-Flüssigkeitskontakt eingebaut, der nur bei der Drehzahl Null Kontakt gibt. Als Kontaktflüssigkeit wird Quecksilber verwendet. Auf diese Weise wird vermieden, daß der Führer absteigen muß, wenn er nach Anhalten des Zuges diesen wieder fahrbereit machen will. Er hat zu diesem Zwecke im Führerstand lediglich einen Schalter umzulegen. Der Leistungsbedarf für das eben beschriebene System wird bei einer Wechselstromfrequenz von 360 Hz und 32 V Wechselspannung mit rd. 90 VA angegeben.

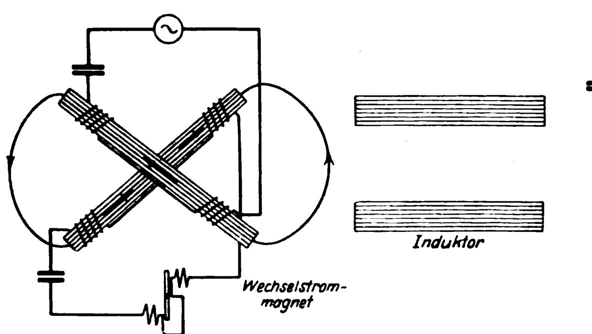


Abb. 7a. Wechselstrombeeinflussung, altes System.

Abb. 7b. Wechselstrom-beeinflussung, neueres System.

Endlich möge noch eines Systems (Sprague) Erwähnung getan sein, das wohl auch unter den Begrifft „Punktbeeinflussung" fällt, das aber deshalb abweicht, weil bei ihm zur Erregung der Systeme permanente Magnete benutzt werden. Die Anordnung bei diesem System ist im Prinzip ungefähr folgende: Auf der Strecke zwischen den beiden Schienen sind als Beeinflussungspunkte, wie oben erwähnt, permanente Magnete verlegt. Jeder Beeinflussungspunkt besteht aus zehn Dauerstabmagneten, von denen je fünf zu einer Gruppe zusammengefaßt sind und zwischen denen ein Elektromagnet untergebracht ist. Wenn keine Beeinflussung erfolgen soll, wird das von den Dauermagneten ausgehende Feld bis auf einen geringen Teil von dem mit Gleichstrom erregten Elektromagneten abgesaugt. Soll eine Beeinflussung zustandekommen, so wird der Erregerstrom des Elektromagneten durch die Signal- bzw. Streckenrelaiskontakte abgeschaltet, so daß sich das Feld der Stahlmagnete auch nach oben, d. i. nach der dem Fahrzeug zugewandten Seite, auswirken kann. Der Empfänger auf der Lokomotive besteht aus zwei in einer Ebene liegenden Eisenplatten, deren Unterseite einen Abstand von ungefähr 115...140 mm vom Schienenkopf hat. Diese Platten sind in einem Gehäuse aus nichtmagnetischem Material in einem gewissen Abstande voneinander untergebracht (Abb. 8). In einem Luftzwischenraum, der sie voneinander trennt, befindet sich ein eiserner Drehanker, der mittels Federn gegen einen elektrischen Kontakt gehalten wird. Bei Beeinflussung verursacht der von den Stahlmagneten ausgehende magnetische Fluß, daß der Drehanker, der im beeinflussungslosen Zustand noch einen gewissen Luftspalt zwischen sich und den Plattenenden läßt, sich gegen die letzteren anlegt und auf diese Weise den Kontakt öffnet, der wieder die Erregung der elektromagnetischen Relais wegnimmt und dadurch die Zwangsbremsung einleitet.

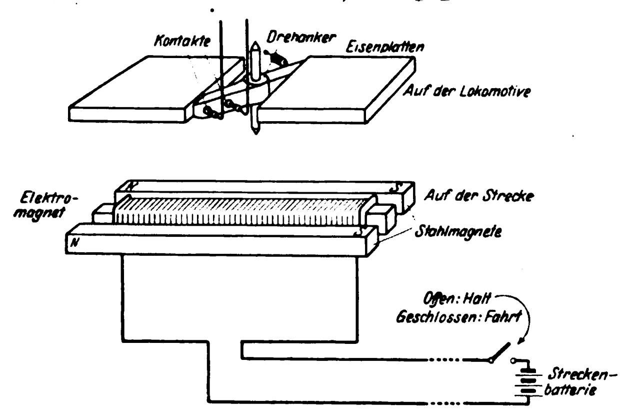


Abb. 8. System mit Erregung durch Dauermagnete.

Bemerkenswert ist, daß sämtliche hier beschriebenen Zugbeeinflussungssysteme das Ruhestromprinzip befolgen. Dies wird in den amerikanischen Beschreibungen immer besonders hervorgehoben.

Zur Methodik und Praxis der Fehlerbestimmung und Fehlerrechnung*.

Von J. Fischer, R. v. Freydorf und H. Hausrath, Karlsruhe.

Übersicht. **In den Lehrbüchern der Meßkunde fehlt es bisher an allgemein anerkannten, klaren Begriffsbestimmungen für die mannigfachen Arten von Fehlern, deren zweckentsprechende Berücksichtigung für den messenden Ingenieur von Wichtigkeit ist. Es wird deshalb eine knappe systematische Übersicht über die Fehler, ihre Prüfung und Berichtigung und über ihren Einfluß auf die zu wählenden Versuchsbedingungen gegeben. Die Veröffentlichung soll dazu helfen, daß einiges, was auf diesem Gebiete der Klärung und der begrifflichen Bestimmung bedarf, einer zweckmäßigen Einordnung und Definition zugeführt wird.**

Aufgaben und Einteilung einer praktischen Fehlerlehre.

In den Lehrbüchern der Meßkunde wird die Fehlerbestimmung meist nur soweit behandelt, als sie durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung erfaßbar ist. Außerdem wird wohl noch angegeben, wie der Einfluß des Fehlers einer gemessenen Größe auf eine aus mehreren Meßgrößen zu bestimmende Größe zu berechnen ist. Der messende Ingenieur kommt selten in die Lage, von der klassischen Fehlertheorie Gebrauch zu machen. Ihn interessiert auch nicht der wahrscheinliche Fehler seines Ergebnisses, sondern er muß hauptsächlich wissen, innerhalb welcher Grenzen er für dasselbe Gewähr leisten kann.

Die Aufgabe des Praktikum-Unterrichts in den Laboratorien der Technischen Hochschulen besteht nicht zuletzt darin, die Fehler erzeugenden Einflüsse aufzudecken, die Grenzen ihres Einflusses auf das Versuchsergebnis festzustellen, hiernach die richtige Wahl der anzuwendenden Verfahren und Hilfsmittel zu treffen, überhaupt das richtige Augenmaß für den in jedem Fall erforderlichen

* Dieser Versuch einer Lehre von den Fehlern gründet sich auf eine Einführung im Leitfaden für das elektrotechnische Laboratorium I in der Technischen Hochschule Karlsruhe. Sie hat sich aus den Bedürfnissen des praktischen Unterrichts in der elektrischen Meßkunde entwickelt. Die hier gegebene Abhandlung wurde auch den Aufsätzen der Verfasser für das von Breisig und anderen herausgegebene „Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens" zugrunde gelegt, wo aber auf Erläuterung durch Beispiele verzichtet werden mußte.

Aufwand an Mitteln, Sorgfalt und — Zehnerstellen bei Angabe des berechneten Zahlenergebnisses zu entwickeln. Das ist es auch, was der Ingenieur in der Praxis wissen und beachten muß. Für die erste Aufgabe, Untersuchung der Fehlerquellen, kann keine Anleitung gegeben werden ohne systematische Einteilung der vorkommenden Fehlergattungen. Hier fehlt es gewiß weniger an den Begriffen als an dem Wort, das sich noch nicht zur rechten Zeit eingestellt hat. Mangels eines anerkannten technischen Ausdrucks darf deshalb, wer an diese Aufgabe herangeht, sich nicht scheuen, auch ein neues Wort einzusetzen. Was darunter verstanden werden soll, wird am besten durch Anführung von Beispielen erläutert. Die klarste und lehrreichste Einteilung dürfte sich ergeben, wenn man von den Maßnahmen und Verfahren ausgeht, die zur Beseitigung der genannten Fehler anzuwenden sind. Deshalb sind im folgenden unter dem Abschnitt „Fehlerquellen" bei jeder Fehlergattung auch kurz Mittel zur Abhilfe angegeben. Hierauf kann dann eine Zusammenstellung und Kritik der Mittel der Fehlerermittlung und Fehlerbekämpfung sich aufbauen. Der Vollständigkeit halber ist hieran die bekannte Berechnung des gesamten Ergebnisfehlers aus den Einzelfehlern der Bestimmungsstücke angeschlossen. Den Schluß bildet dann eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Überlegungen, Rechnungen und Verfahren zur Bestimmung der günstigsten Versuchsbedingungen.

Fehlerquellen.

Bei Messungen elektrischer Größen können stehende Fehler und Zufälligkeitsfehler auftreten.

a) Stehende Fehler.

Sie sind dadurch gekennzeichnet, daß sie als einseitige Fehler bei Wiederholung des Versuchs unter gleichen Bedingungen konstant bleiben. Hierher gehören:

1. Fehler des Vergleichstücks, Nennwertfehler. Hierunter wird die Abweichung einer Vergleichsgröße von der ihr beigelegten Anzahl Einheiten verstanden. Beispiele sind falsche Maßstäbe, ungenaue Widerstandsätze, fehlerhafte Skalen. Die Verbesserung erfolgt durch Eichung. Unter Eichung versteht man die Zurückführung der Vergleichstücke auf „Normale" (Normalmaße, Normalgeräte). Die Eichung geschieht in einem besonderen Versuch.

2. Stehende Beobachtungsfehler als Folge der Natur des Beobachters, z. B. Parallaxe aus Gewohnheit, gewohnheitsmäßige Abstoppfehler bei Zeitmessungen.

3. Grundsätzliche Fehler, Urfehler sind als stehende Fehler des Verfahrens (methodische Fehler) im Verfahren selbst begründet. Ihre Größe hängt von der jeweiligen Versuchsanordnung ab. Beispiel: Energieentziehung und Änderung der Stromverteilung durch Einschalten von Meßgeräten, Widerstands- und Induktionsvermehrung durch Verbindungsleitungen, kapazitive Nebenschlüsse bei hoher Frequenz, Isolationströme, Beeinflussung von Meßgeräten und Maßstücken durch elektromagnetische Wirkungen (gegenseitige Induktion), unkontrollierte Energieabgabe aus dem System heraus (Wirbelströme, Erwärmung), versteckte Koppelungen und Stromverzweigungen. — Verbesserung ist möglich durch Hilfsmessungen und Ausrechnen der „Korrektion", ebenso durch Verbesserung der Anordnung, also durch Änderung der Schaltung oder der räumlichen Anordnung von sich gegenseitig beeinflussenden Meßgeräten, durch Schutzmaßnahmen (Schutzdraht bei Isolationsmessungen, Schutzhüllen bei elektrostatischen und Hochfrequenzmessungen).

4. Stehende Fremdfehler, meistenteils durch Einflüsse aus der Umgebung (also zufällige Fehler von unveränderlicher Größe). Beispiele: Temperaturverteilung im Raume, fremde magnetische oder elektrische Feldstärken (Erdfeld, Sammelschienenfelder) von gleichbleibender Größe. — Prüfung und Verbesserung meist durch Hilfsmessungen oder durch im Verfahren bereits enthaltene „Kompensationen", durch Lageänderung von außen beeinflußbarer Teile der Anordnung, Wiederholung des Versuchs mit vertauschter Lage der Meßgeräte. So werden z. B. bei Nullverfahren stehende Thermokräfte dadurch unschädlich gemacht, daß die Nullstellung des eingeschalteten Galvanometers bei abgeschalteter Stromquelle der Messung zugrunde gelegt wird: Messung mit „falschem Nullpunkt", oder dadurch, daß die Messung mit umgepolter Gleichstromquelle wiederholt und das Mittel aus beiden Messungen genommen wird.

b) Zufälligkeitsfehler.

Diese sind gekennzeichnet durch die Zufälligkeit ihres Betrages, welcher innerhalb gewisser Grenzen schwankt. Unter zufälligen Schwankungen sind solche verstanden, bei welchen die Häufigkeit einer zu großen wie einer zu kleinen Angabe gleich wahrscheinlich ist. Mithin können diese Fehler durch Häufung der Beobachtungen ohne Änderungen der Versuchsbedingungen unter Anwendung der Grundsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung verbessert werden. Als solche sind zu betrachten:

1. Schwankende Fremdfehler (Störungsfehler). Hierunter versteht man:

α) Zufällige, um einen Mittelwert schwankende Beeinflussungen des Versuchs von außen her im Gegensatz zu stehenden Fremdfehlern [a) 4]. Beispiele: Schwankungen der Raumtemperatur, schwankende Felder benachbarter Anordnungen.

β) Schwankungen oder Unbestimmtheiten in den Versuchsbedingungen (Schwankungen mitbestimmender Größen). Beispiele: Temperaturänderung stromdurchflossener Leiter, Temperaturungleichheiten an verschiedenen Stellen eines Temperaturbades, Spannungschwankungen der Stromquelle, schwankende Thermokräfte, Potentiale elektrochemischer Herkunft. Von Schwankungen der Stromquelle werden Nullverfahren nicht beeinflußt; Ablesungsverfahren sind von ihnen dann unabhängig, wenn alle Anzeigegeräte zum gleichen Zeitpunkt abgelesen werden.

2. Schwankende Beobachtungsfehler. Hierunter versteht man ausschließlich die Fehler, welche eine Folge der Ungenauigkeit der Beobachtung an Zeiger und Skala oder der Unvollkommenheit der Ablesungsmittel sind. Bei Ausschlagsmessungen treten die Ablesungsfehler an den Anzeigegeräten auf. Bei Nullverfahren und Resonanzverfahren treten außer den Ablesungsfehlern an den Anzeigegeräten auch solche an den Einstellgeräten auf (bei Nullverfahren z. B. Schleifdraht, bei Resonanzverfahren z. B. Drehkondensator). Diese können beruhen:

α) auf dem Ablesefehler an den Einstellgeräten selbst. Dies ist dann der Fall, wenn die Genauigkeit des Anzeigegerätes größer als die des Einstellgerätes ist. Beispiel: Brücke mit hochempfindlichem Galvanometer und Meßdraht mit großer Ungenauigkeit der Ablesung.

β) auf dem Ablesefehler am Anzeigegerät, wenn dessen Empfindlichkeit nicht so groß ist, als der möglichen Genauigkeit des Einstellgerätes entspricht. Beispiel: Brücke mit unempfindlichem Galvanometer und fein ablesbarem Meßdraht.

Verbesserung durch Herstellung der günstigsten Versuchsbedingungen (s. d.), bei Ablesungs- und Ausschlagsmessungen dadurch, daß man durch passende Anlage des Versuchs die Ausschläge oder Ausschlagsänderungen der entsprechend gewählten Anzeigegeräte (Meßbereich!) möglichst groß macht. Allgemein: Häufung der Beobachtungen (s. a. Fehlerbestimmung c).

Genauigkeit bei Messungen.

Bei jeder wissenschaftlichen oder technischen Messung muß zunächst beurteilt werden, welche Genauigkeit nach Sinn und Zweck der Aufgabe für das gesuchte Ergebnis erforderlich ist. Weiter muß festgestellt werden, mit welcher Genauigkeit die einzelnen Meßgrößen bestimmt werden müssen, d. h. diejenigen zu messenden Größen, mit Hilfe deren nach der Theorie des Versuches das Ergebnis gewonnen wird. Auf Grund dieser Überlegungen und nötigenfalls von Vorversuchen wählt man:

1. den Grundsatz, nach dem die Messung erfolgen soll,
2. den Gang des Versuches (wichtig besonders bei verwickelten Versuchen),
3. die Meßgeräte.

Das Fehlen der Angabe der „Genauigkeit", „Unsicherheit", des „Ergebnisfehlers" oder der „Fehlergrenze" beeinträchtigt oft den Wert eines Ergebnisses (s. Fehlerbestimmung und Fehlergrenze).

Rechnungsgenauigkeit. — Nach der Größe der ermittelten Genauigkeit richtet sich die bei der zahlenmäßigen Berechnung des Ergebnisses zu fordernde Genauigkeit. Ist die Unsicherheit größer als 1 ‰, so wird man mit dem Rechenschieber genügend genau rechnen. Ist dagegen die Unsicherheit kleiner, so muß das Ergebnis, falls der Zweck der Untersuchung es verlangt, mit anderen Hilfsmitteln (Rechenmaschine, Logarithmentafel) auf so viele Stellen berechnet werden, daß die vorletzte Stelle auf nicht mehr als eine Einheit unsicher ist. Die Ungenauigkeit der letzten Stelle bringt man zweckmäßig durch kleinere Ziffer zum Ausdruck.

Meßgenauigkeit. — Sind nach obigem die Meßwerkzeuge festgelegt, so gilt: Die erreichbare Meßgenauigkeit ist diejenige, welche bei idealer Ausführung unter günstigsten Versuchsbedingungen mit den gegebenen Geräten überhaupt erreicht werden kann. Die gefor-

derte Meßgenauigkeit wird gegeben durch den Zweck der Messung (z. B. Ablesegenauigkeit an einem zu eichenden Gerät). Die geleistete Meßgenauigkeit ist die bei der Ausführung der Messung tatsächlich erreichte. Sie soll die geforderte Meßgenauigkeit etwas überschreiten, muß sie erreichen. Zwecklos ist es, die geleistete Meßgenauigkeit viel größer als die geforderte zu machen, z. B. ein auf 1 % genaues Gerät auf 1 ‰ genau zu eichen. Ebenso sinnlos ist es, ein auf 1 % richtiges Anzeigegerät auf 1 ‰ abzulesen, d. h. eine größere Meßgenauigkeit zu fordern und durch Angabe von zuviel Stellen als geleistet vorzutäuschen, als mit den gegebenen Mitteln erreicht werden kann.

Versuchsmäßige Bestimmung der Meßgenauigkeit. Die Meßgenauigkeit kann bei gegebener Anordnung berechnet (s. Fehlerbestimmung) oder zum mindesten geschätzt werden. Der folgende oder ein entsprechender Weg ist für ihre versuchsmäßige Bestimmung wertvoll und fast immer möglich: Handelt es sich z. B. um eine Meßgröße, welche durch Einstellung eines Einstellgerätes gemessen wird, wobei diese Einstellung durch ein Anzeigegerät stetig geprüft wird (z. B. Meßdraht und Galvanometer bei Widerstandsmessung in der Brücke), so kann die Grenze der Unsicherheit, also die Meßgenauigkeit, bestimmt werden:

1. Indem man die Einstellung (z. B. am Meßdraht) nach beiden Seiten soweit verändert, bis das Anzeigegerät gerade beginnt, einen merkbaren Ausschlag zu zeigen. Die halbe Differenz dieser beiden Einstellungen ist die Unsicherheit, das Mittel der gemessene Betrag der Meßgröße.

2. Indem man die Einstellung soweit ändert, daß zwar keine beträchtliche Änderung der Versuchsbedingungen eintritt, aber ein meßbarer Ausschlag am Anzeigegerät abgelesen werden kann (z. B. 1 Skalenteil am Galvanometer). In diesem Fall kann man meist linearen Zusammenhang zwischen Einstellungsänderung (z. B. am Meßdraht) und Ausschlagsänderung (z. B. am Galvanometer) annehmen, die Unsicherheit also (durch lineare Interpolation) leicht bestimmen. Ebenfalls durch lineare Interpolation erhält man Betrag und Unsicherheit einer Meßgröße in dem Fall, daß das Einstellgerät nur stufenweise einstellbar ist und die Meßgenauigkeit größer ist, als der kleinsten Stufe entspricht.

Fehlerbestimmung.

Die unter „Fehlerquellen“ dargestellten Umstände verursachen „Fehler“ sowohl an den einzelnen Meßgrößen, als auch am Ergebnis (Ergebnisfehler s. Fehlergrenze). Folgende Fehler sind besonders häufig:

a) Stehende einseitige Fehler.

Sie können (insbesondere Nennwertfehler) oft durch Hilfsmessungen, Eichungen u. dgl. ihrem Betrage nach festgestellt werden. Ein so erkannter Fehler dient zur Berichtigung des Ergebnisses.

Wenn die vorhandenen Hilfsmittel eine Eichung der Vergleichstücke nicht ermöglichen, kann man deren Fehler oft dadurch wenigstens schätzen, daß man mit veränderter Einstellung der Meßgeräte den gleichen Gegenstand mißt. Beispiel: Bei Ausschlagsmessungen Meßbereichsänderungen, bei Brückenmessungen Wiederholung der Messung mit verschiedenen Vergleichswiderständen durch Vertauschen der Verhältniswiderstände.

b) Stehende doppelseitige Unbestimmtheiten.

Diese können auch nach Berichtigung der stehenden einseitigen Fehler übrigbleiben (insbesondere Unbestimmtheiten des Nennwerts). So z. B. bei Eichungen: „die Eichung ist auf ... % genau“, oder „das Meßgerät ist auf ... % genau“. Diese Unbestimmtheiten werden natürlich durch Häufung der Beobachtungen nicht verbessert. Dagegen treten sie als Teilfehler in der Fehlergrenze auf und können eine wichtige Rolle für die Frage spielen, ob es nötig oder nützlich ist, durch Häufung der Beobachtungen die Zufälligkeitsfehler zu verringern.

c) Zufälligkeitsfehler (s. Fehlerquellen).

Diese sind die einzigen Fehler, welche (gemäß ihrer Begriffsbestimmung) durch Häufung der Beobachtungen verbessert (nie berichtigt) werden können. Zufälligkeitsfehler werden nur dann als solche erkannt, wenn bei Wiederholung der Beobachtung die Ablesungen um einen Mittelwert (regellos) schwanken. Die Entscheidung, ob die Anwendung des genannten Mittels Sinn hat, erfordert Kenntnis der übrigen Teilfehler der Messung: sie ist dann und nur dann nötig, wenn die Zufälligkeitsfehler in der Größenordnung der Summe der übrigen Teilfehler stehen. Beispiel: Bei irgendeiner Messung sei die Summe aller Teilfehler mit Ausnahme der Zufälligkeitsfehler 3 %, diese seien zu rd. 1 % erkannt. Dann hat es meist keinen Sinn, die Zufälligkeitsfehler durch Häufung der Beobachtungen wesentlich unter 1 % zu drücken. Liegen die Verhältnisse umgekehrt (Teilfehler 1 %, Zufälligkeitsfehler 3 %), so muß man eine so große Zahl von Messungen vornehmen, daß der mittlere (oder wahrscheinliche) Zufälligkeitsfehler wesentlich vermindert wird. In diesem Fall kann der so gewonnene mittlere (oder wahrscheinliche) Zufälligkeitsfehler die Fehlergrenze der Meßreihe wesentlich verkleinern. Die Verbesserung des Zufälligkeitsfehlers erfolgt nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Die Voraussetzung vollkommener Regellosigkeit der Schwankungen (Zufall) prüft man besonders leicht durch graphische Darstellung. Besonders muß beachtet werden: Zufälligkeitsfehler, bei denen die Schwankung um einen einseitig vom mittleren oder wahrscheinlichen Betrag der Meßgröße abliegenden Wert stattfinden, lassen nach Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung einen (mittleren oder wahrscheinlichen) einseitigen Fehler erkennen, welcher stehend oder ab- bzw. auflaufend sein kann. Dieser stehende, einseitige Fehler kann meist als Fremdfehler behandelt werden.

Beispiel: Widerstandsmessung in der gleichstromgespeisten Brücke: eine Thermokraft schwanke um einen einseitigen Mittelwert; man arbeitet mit einem mittleren falschen Nullpunkt und wendet das unter „Verbesserung des Zufälligkeitsfehlers“ angegebene Verfahren an. Für ab- bzw. auflaufende einseitige Fehler kann meist aus dem Verfahren selbst Abhilfe geschaffen werden: Im vorgenannten Beispiel möge die Thermokraft nicht um einen Mittelwert, sondern um einen ab- bzw. auflaufenden Wert schwanken. Man stellt dann den mittleren falschen Nullpunkt vor und nach jeder Messung oder Meßreihe fest.

Die Verbesserung des Zufälligkeitsfehlers erreicht man durch mehrfache Wiederholung der Messung unter gleichen Verhältnissen, d. h. mit derselben Vorrichtung und der gleichen mittleren Sorgfalt, auf folgendem Wege: Wenn eine Anzahl (n) von Beobachtungen vorliegt, die unter den genannten Voraussetzungen gemacht wurden und alle gleichwertig sind, so ist der wahrscheinlichste Wert bekanntlich das arithmetische Mittel R. Gegenüber diesem Mittel zeigen die Einzelbeobachtungen Abweichungen

$$\pm \Delta_1, \ \pm \Delta_2, \ \dots \ .$$

Der mittlere Zufälligkeitsfehler der Einzelbeobachtung ist dann

$$\varphi = \pm \sqrt{\frac{\sum_1^n \Delta^2}{n-1}} \,{}^{*1} .$$

Die mutmaßliche Genauigkeit ist φ umgekehrt proportional. Die mittlere Grenze für den Zufälligkeitsfehler, kurz der „mittlere Zufälligkeitsfehler“ des aus dem arithmetischen Mittel gewonnenen Ergebnisses ist

$$\psi = \pm \sqrt{\frac{\sum_1^n \Delta^2}{n(n-1)}} = \frac{\varphi}{\sqrt{n}} \,{}^{*1} .$$

Die mutmaßliche Genauigkeit des Ergebnisses wächst also mit der Wurzel aus der Zahl der Einzelbeobachtungen. Die Ausdrücke 0,674 φ und 0,674 ψ (nahe ⅔) stellen die wahrscheinlichen Unsicherheiten dar.

Gewicht einer Messung. Haben aus irgendeinem Grund die Einzelbeobachtungen $m_1, m_2, \dots$ nicht den gleichen Grad von Zuverlässigkeit, so legt man ihnen auch zahlenmäßig verschiedene „Gewichte“ bei: $p_1, p_2, \dots$ und gewinnt dann das Mittel

$$R = \frac{p_1 m_1 + p_2 m_2 + \dots}{p_1 + p_2 + \dots} .$$

Liegt für jede Einzelmessung eine Bestimmung ihrer Fehlergrenze vor, so ist das Gewicht umgekehrt proportional dieser. Es ist meist falsch, einer Messung nur deswegen kleineres Gewicht beizulegen, weil sie von der Mehrzahl der übrigen weit entfernt liegt, da die Bildung des arithmetischen Mittels dieser Tatsache selbst Rechnung trägt. (Ausnahmen: offensichtliche Unrichtigkeiten oder Ungleichseitigkeiten. Bei der graphischen Mittelbildung zeigen sich diese ohne weiteres.)

Um Verwechslungen mit der Fehlergrenze vorzubeugen, sei betont, daß die Häufung der Beobachtungen also lediglich die Verkleinerung desjenigen Teilfehlers

*1 Beides sind natürlich absolute Fehler (Begriff des abs. Fehlers s. unter Fehlergrenze).

des Ergebnisses bewirkt, welcher sich aus den Zufälligkeitsfehlern herleitet, andere Fehler werden dabei überhaupt nicht berücksichtigt[2].

Fehlergrenze.

Unter „Fehlergrenze", „Unsicherheit" oder „Genauigkeit" versteht man den Höchstwert des möglichen Fehlers, also diejenigen Grenzen (nach oben und unten) in der Angabe des Ergebnisses, innerhalb deren dieses als gesichert angesehen werden kann. Die unter „Fehlerquellen" und „Fehlerbestimmung" gekennzeichneten Umstände sind die Ursachen von „Teilfehlern" der einzelnen Meßgrößen. In der Bestimmung der Fehlergrenze werden die Teilfehler in ihrer Gesamtheit, und zwar in ihrer ungünstigsten Stellung, einbezogen und mit Hilfe der Theorie der Messung zur Bestimmung des Ergebnisfehlers oder der Unsicherheit des Ergebnisses verwendet. Damit ist ein Mittel gegeben, welches nicht nur die Güte der Messung und der gegebenen Anordnung, sondern auch des Verfahrens überhaupt zu beurteilen gestattet. Aus den gegebenen Unsicherheiten (Fehlern und Unbestimmtheiten) der einzelnen Meßgrößen wird der Höchstwert des möglichen Fehlers des Ergebnisses auf folgenden Wegen gewonnen:

Heißt eine Meßgröße x, so sei ihre Unsicherheit mit Δx bezeichnet. Δx heißt der unbedingte (absolute) Fehler. Bequemer zur Beurteilung ist der bezogene (relative) Fehler $\frac{\Delta x}{x}$ und der prozentische Fehler $100 \cdot \frac{\Delta x}{x}$. Der Fehler des Ergebnisses z wird entsprechend mit Δz, $\frac{\Delta z}{z}$ und $100 \cdot \frac{\Delta z}{z}$ bezeichnet. Soll ausgedrückt werden, daß der Fehler Δz die Folge eines einzigen Meßgrößenfehlers Δx ist, so bezeichnet man ihn mit $(\Delta z)_x$ und spricht von dem „von der Meßgröße x herrührenden Teilfehler des Ergebnisses".

a) Zunächst sei x die einzige Meßgröße, von der das Ergebnis z abhängt: $z = f(x)$. Einer Änderung von x um Δx soll eine Änderung von z um Δz entsprechen. Also $z + \Delta z = f(x + \Delta x)$. So lange es sich, wie in der Mehrzahl der Fälle, um vergleichsweise kleine Änderungen der Größe x handelt, kann in der Entwicklung von $f(x + \Delta x)$ mit dem zweiten Glied abgebrochen werden, also wird der unbedingte Ergebnisfehler

$$\Delta z = \Delta x \frac{dz}{dx},$$

oder, wenn man mit bezogenen oder prozentischen Fehlern rechnen will,

$$\frac{\Delta z}{z} = \frac{\Delta x}{x} \frac{dz}{dx} \frac{x}{z}.$$

b) Im allgemeinen ist das Ergebnis von mehreren Meßgrößen abhängig:

$$z = f(x, y, s, t \ldots).$$

Eine Änderung von x um Δx bringe den Teilfehler $(\Delta z)_x$ hervor, eine Änderung von y um Δy den Teilfehler $(\Delta z)_y$ usw. Dann gilt im einzelnen

$$(\Delta z)_x = \Delta x \frac{\partial z}{\partial x}, \quad (\Delta z)_y = \Delta y \frac{\partial z}{\partial y} \text{ usw.,}$$

und der gesamte Ergebnisfehler nach Begriffsbestimmung

$$\Delta z = \left|\Delta x \frac{\partial z}{\partial x}\right| + \left|\Delta y \frac{\partial z}{\partial y}\right| + \ldots$$
$$= |(\Delta z)_x| + |(\Delta z)_y| + \ldots$$

entsprechend

$$\frac{\Delta z}{z} = \left|\left(\frac{\Delta z}{z}\right)_x\right| + \left|\left(\frac{\Delta z}{z}\right)_y\right| + \ldots,$$

also Addition der Beträge! (Verfahren der partiellen Differentiation.)

In dem sehr häufigen Fall, daß das Ergebnis lediglich aus Produkten oder Quotienten von Meßgrößen oder von Potenzen von Meßgrößen sich zusammensetzt, ist die Fehlergrenze gleich der Summe der Beträge der bezogenen bzw. prozentischen Teilfehler (Beweis durch Logarithmieren und Differentieren).

Beispiel: $y = \frac{u}{v}$.

$$\ln y = \ln u - \ln v$$
$$\frac{dy}{y} = \frac{du}{u} - \frac{dv}{v},$$

jedoch für die Fehlergrenze nach Begriffsbestimmung

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{\Delta v}{v}.$$

Bei einer größeren Anzahl von Teilfehlern wird die nach b) berechnete Fehlergrenze allerdings unwahrscheinlich groß, da es unwahrscheinlich ist, daß alle Unsicherheiten in der gleichen Richtung wirken, ein wahrscheinlicher Wert wird eben nicht bestimmt, sondern ein Grenzwert.

Günstigste Versuchsbedingungen.

Die günstigsten Versuchsbedingungen sind diejenigen, die ein Ergebnis mit größter Sicherheit, d. h. mit kleinster Fehlergrenze, liefern. Bei Messungen nach Verfahren, die grundsätzlich mit einem Fehler behaftet sind, ist die günstigste Versuchsanordnung entweder die, bei welcher der Urfehler (grundsätzliche Fehler) möglichst klein wird, oder diejenige, bei der sich seine Größe mit größter Sicherheit feststellen läßt. Die Feststellung günstigster Versuchsbedingungen erfolgt auf Grund der Theorie des Verfahrens, allgemeine Gesichtspunkte können nur in beschränktem Maße angegeben werden.

a) Günstigste Beobachtungsbedingungen.

Für Ablesung der Ausschläge an Meßgeräten ist die Bedingung für größte relative Sicherheit bei gleichförmiger Skala beim größten Ausschlag erfüllt. Bei verzerrten Skalen ergibt sie sich aus dem Skalenbilde. Für die Wahl des Meßbereiches eines Anzeigegerätes ist diese Bedingung entscheidend. An einem Nullanzeiger ist die Beobachtungschärfe dann die größte, wenn während des Ein- oder Ausschaltens beobachtet wird. Bei empfindlichen Drehspulgalvanometern ist die Dämpfung auf die Brauchbarkeit und Sicherheit der Ausschlagsbestimmung von großem Einfluß; in den meisten Fällen ist der Zustand der Grenzdämpfung der günstigste. — Ballistische Messungen erfordern neben zweckmäßiger Dämpfung einen langsamen Verlauf der Schwingung, damit ihr Höchstwert sicher abgelesen werden kann. — Ein Meßdrahtteilungsverhältnis wird mit größter Sicherheit beim Teilungsverhältnis 1 : 1 abgelesen.

b) Berechnung günstigster Versuchsbedingungen.

Für $z = f(x)$ ist

$$\Delta z = \Delta x \frac{dz}{dx}.$$

Dieser Ergebnisfehler wird ein Minimum für

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{dz}{dx}\right) = 0.$$

Man betrachtet diese Gleichung als Bedingungsgleichung, aus welcher derjenige Wert von x gewonnen wird, bei dem günstigste Versuchsbedingungen eintreten.

Beispiel: Meßdrahtteilungsverhältnis $x = \frac{a}{b}$, bei welchem der kleinste Ablesefehler begangen wird.

Da $a + b = L = \text{konst.}$,

ist $x = \frac{a}{b} = \frac{a}{L - a}$

$$\frac{dx}{x} = \frac{da}{a} + \frac{da}{L - a} = \frac{L}{a(L - a)}\, da,$$

und die Minimumsbedingung

$$\frac{\partial}{\partial a}\left(\frac{L}{a(L - a)}\right) = 0$$

ist erfüllt für $a = \frac{L}{2}$.

c) Anordnung der Meßstücke nach dem Grundsatz größten Einflusses.

Eine Meßanordnung ist um so günstiger, je größer die Anzeigeänderungen sind, die einer (gedachten) Änderung der Meßgröße entsprechen, d. h. je größer der Einfluß der Meßgröße ist. Dieser Grundsatz ist für die Wahl unter theoretisch gleichwertigen Verfahren entscheidend.

Beispiel: Widerstandsmessung durch Vertauschen. Reihenschaltung oder Nebenschaltung für Widerstand und Anzeigegerät je nach dem vermuteten Betrag des Widerstandes, so daß einer gedachten Änderung des Widerstandes eine möglichst große Ausschlagsänderung entspricht. Bei Brückenmessungen ist der größte Einfluß der Meßgröße bei Gleichheit aller Brückenzweige erreicht.

---

[2] Literatur zu „Fehlerbestimmung" ev: Fr. Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin.

d) Widerstandsanpassung zur Übertragung größter Leistung.

Hat man an eine Widerstandsanordnung ein Ausschlaggerät oder einen Nullanzeiger anzuschließen, die für ihren Ausschlag eine Leistung verbrauchen (z. B. Galvanometer, Fernhörer, elektrostatische Geräte nur bei Hochfrequenz), so wird man (wenn keine entscheidenderen Bedingungen vorliegen, z. B. die Dämpfungsbedingung beim Drehspulgalvanometer) unter gleichwertigen Meßgeräten von gleichem Wickelraum aber verschiedener Windungszahl dasjenige aussuchen, dessen Widerstand dem Widerstand der gesamten Meßanordnung, gemessen an den Anschlußklemmen des Meßgeräts, am nächsten kommt; denn beim Widerstandsverhältnis 1 : 1 zwischen Quelle und Verbraucher wird die größte Leistung übertragen, hier also die deutlichste Anzeige erreicht. Ist eine Meßanordnung an eine Speisestromquelle angeschlossen, deren Ergiebigkeit endlich ist, d. h. deren Widerstand in Vergleich zum Widerstand des Verbrauchers beachtet werden muß, so wird die in die Meßanordnung (Verbraucher) übertragene Leistung und damit auch die Anzeige des angeschlossenen Anzeigegeräts die größte, wenn der Quellenwiderstand dem Verbraucherwiderstand gleich ist. Die Genauigkeit einer Meßanordnung läßt sich durch Vergrößern der in sie übertragenen Leistung natürlich nur so lange steigern, als die Meßstücke durch die Belastung nicht verändert oder zerstört werden (Widerstandszunahme durch Erwärmung, Isolationszerstörung u. dgl.). In Fällen jedoch, in denen die Belastbarkeit der Quelle oder der Meßanordnung nicht überschritten wird, soll, wenn keine entscheidenderen Bedingungen vorliegen, Widerstandsanpassung erfolgen

1. zwischen Quelle und Verbraucher, gemessen an den Verbindungsklemmen,
2. zwischen Anzeiger und äußerem Widerstand, gemessen an den Klemmen des Anzeigers.

(Bei empfindlichen Drehspulgalvanometern sind meist die Bedingungen für brauchbare Dämpfung so überwiegend, daß man auf Widerstandsanpassung keine Rücksicht nehmen kann.)

Bei Scheinwiderständen findet größte Leistungsübertragung bei gleichem Betrag und entgegengesetzt gleicher Phase der Widerstände statt.

Beispiel: Bei wechselstromgespeisten Telephonbrücken und Kompensationsanordnungen werden die Scheinwiderstände von Stromquelle und Meßanordnung u. U. unter Zwischenschaltung eines Transformators einander angepaßt, ebenso wird das Anzeigegerät (Fernhörer, Vibrationsgalvanometer) mit einem möglichst angepaßten Scheinwiderstand gewählt.

Die Elektroindustrie der UdSSR. am Ende des Wirtschaftsjahres 1926/27.

Von **N. Dehn**, Leningrad.

Im zehnten Jahr des Bestehens der Sowjetrepubliken hat deren elektrotechnische Industrie einen beträchtlichen Erfolg zu verzeichnen. Während des Weltkrieges auf Kriegsbedürfnisse umgestellt und infolge der Revolution und des Bürgerkrieges fast gänzlich ins Stocken geraten, konnte sie in den letzten fünf Jahren einen bedeutenden Aufschwung nehmen. Dank einer radikalen Umgestaltung und der Erschließung neuer Fabrikationszweige hat sie im Jahre 1925 das Vorkriegsniveau erreicht und es jetzt, dem Werte der Produktion nach, wesentlich überschritten. Hierzu trug der Umstand bei, daß sie das kleinere Nachkriegsgebiet zu bedienen hat.

Wie bekannt, ist die Elektroindustrie der UdSSR. zur Zeit in drei staatlichen Trusts vereinigt: dem Staatlichen Elektrotechnischen Trust (GET), dem Staatlichen Elektrotechnischen Trust der Schwachstromfabriken (ETSST) und im Akkumulatorentrust; außerdem werden Kabel in der Fabrik Kolčugino des Gosprom der farbigen Metalle und in dem Kiewer Kabelwerk, elektrotechnisches Porzellan von der Tokarewschen Fabrik in der Ukraine hergestellt. In naher Zukunft sollen Fabriken für Maschinenbau in Moskau („Elektroexploatazia") und in Jaroslawl (eine ASEA-Konzession) eröffnet werden.

Über die Erzeugung obiger Industriezweige gibt folgende Zahlentafel Auskunft[1]:

	Arbeiterzahl Ende Sept. 19?7	Wert in 10?0 Friedens-rbl	Wertverhältnis gegen 19?5/26 %
GET	18 273	97 765	24
ETSST	7 446	18 200	55
Akkumulatorentrust	477	3 760	60
Uebrige Industriezweige	958	23 074	82
Insgesamt:	27 154	142 799	35
Davon:			
Maschinen, Transformatoren und Apparate	10 152	28 929	42
Kabel usw.	3 377	37 710	13
Glühlampen	1 852	20 543	18
Glas	1 477	3 212	34
Isolatoren	1 482	2 516	20

Ungefähr 60 % der Gesamtproduktion wurden für industrielle Zwecke verwendet, etwa 25 % entfielen auf Gegenstände des Massenverbrauchs, die restlichen 15 % deckten die Bedürfnisse des Post- und Telegraphenverkehrs u. a. m. Ein großer Teil der Rohstoffe und der Halbfabrikate wird im Inlande hergestellt, etwa 30 % jedoch gehen auf dem Importwege ein, wie Blei, Magnetstahl, antimagnetisches Eisen, ein Teil des Elektrolytkupfers usw. Um eigene Halbfabrikate zu verfertigen, wurde die Erzeugung von Dynamoblechen und Transformatoreneisen, von Emaildrähten, von Wolfram und Molybdän, von Bakelit und Mikanit aufgenommen. Trotz der beginnenden Heranbildung des Arbeiternachwuchses ist ein fühlbarer Mangel an Facharbeitern vorhanden, welcher durch die Heranziehung ausländischer Spezialisten, besonders deutscher, behoben werden soll[2].

Die Anfang 1922 zusammengeschlossenen beiden Starkstromtrusts, die im Juni 1925 im GET fusioniert wurden, erhielten als Erbe mehrere bis dahin im Wettbewerb befindliche Betriebe mit äußerst veralteter und abgenutzter Ausrüstung. Daher stand vor den neugeschaffenen Organisationen die Aufgabe des Wiederaufbaues möglichst auf neuer Grundlage sowie der Spezialisierung der Fabrikation[3].

Die Erzeugung von Generatoren ist jetzt in der Leningrader Fabrik „Elektrosila" (vorm. Siemens-Schuckert mit Anschluß der Fabriken Arthur Koppel und „Rex") zentralisiert, der Bau von Motoren großer Leistungsfähigkeit findet ebenda statt, aber auch in den Charkower Werken (vorm. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Riga). Letztere behalten auch die Herstellung normaler Elektromotoren von 0,1 bis 100 kW für Dreh- und Wechselstrom bei. Kleine Drehstrommotoren bis zu 4,5 kW werden überdies von der „Elektrosila" geliefert. Die Moskauer Fabrik „Dynamo" (vorm. Dynamo A. G.) ist für den Bau von Straßenbahn- und Eisenbahnmotoren und Ausrüstungen elektrischer Bahnen bestimmt. Seit 1926 befindet sich in Moskau eine neue Fabrik für Transformatoren im Bau, welche 1928 den Betrieb aufnehmen soll, um allmählich die ganze Produktion von Transformatoren an sich zu ziehen. Installationsmaterialien werden jetzt ausschließlich in der Fabrik „Elektrik" (vorm. Düflon, Konstantinowitsch & Co. A. G.) und Hochspannungsapparate in der Fabrik „Elektroapparat" (vorm. Siemens-Schuckert) hergestellt. Für die Erzeugung von Scheinwerfern wird in Moskau das neue Werk „Projektor" errichtet. Auch die Verfertigung von Glühlampen soll im neuen Gebäude der Moskauer Vereinigten Fabriken für Elektrolampen konzentriert werden, um der Parallelarbeit abzuhelfen. In allen anderen Werken des GET werden gleichfalls Arbeiten behufs einer Rationalisierung und Vervollkommnung des technischen Betriebs ausgeführt, wofür Bezug von Betriebsmaterialien aus dem Auslande vorgesehen ist, welcher jedoch z. Z. noch nicht völlig durchgeführt wurde. Gleichzeitig

---

[1] Monatsausweise des Zentral-Statistischen Amtes des Hauptwirtschaftsrats, 19.6.27, Nr. 12; Z. „Elektrificazia" 19?7, Nr. 11, S. 18.

[2] Vgl. ETZ 1928, S. 866. D. S.

[3] Mitt. d. GET 1927, S. 110.



werden daselbst Standardtypen für normale Motoren, Lampen u. a. entwickelt. Ganz neu ist (abgesehen von der in der ETZ 1927, S. 769 schon erwähnten) die Erzeugung von Quecksilbergleichrichtern, Kabeln für 35 kV, Fernmeldekabeln, einzelnen vervollkommneten Maschinenmodellen, Bergmannröhren usw. Die einheimische Herstellung von Maschinen und Transformatoren, welche weniger als andere Zweige die Bedürfnisse des Landes befriedigte und ungefähr drei Fünftel des Gesamtverbrauchs deckte, war folgende[4]:

5976	Gleichstrommotoren für insgesamt .	95 443 kW
9598	Wechselstrommotoren für insgesamt .	172 491 „
1897	Transformatoren für insgesamt . .	291 836 „
37	Turbodynamos für insgesamt . . .	51 820 „

Hinsichtlich der Bautätigkeit des GET muß die Fertigstellung der kommunalen Kraftwerke in Nowosibirsk, Minsk, Rostow a. Don, Krassnojarsk u. a. (rd. 18 000 kW) und der Straßenbahnen in Tula und Stalino erwähnt werden. Öffentliche Zentralen befinden sich z. Z. in Sysran, Jeletz, Leninakan, Twer und Astrachan im Bau. Außerdem werden mehrere bedeutende Textilfabriken für den elektrischen Betrieb ausgerüstet.

Die Schwachstromindustrie umfaßte bei der Gründung des Trusts 11 Fabriken. Auch hier ist eine bedeutende Leistung in der Umstellung des Betriebs zu vermerken; eine Spezialisierung wurde aber in geringerem Maße durchgeführt. Mit Telephonie sind die Fabriken „Krassnaja Sarja“ (vorm. Ericsson) und die „Nijegorodskaja“ (vorm. Siemens & Halske) in Nijni-Nowgorod beschäftigt. Spezielle Telephonie, wie Gruben- und Schiffstelephonie, bleibt der „Leningrader Elektromechanischen Fabrik Kulakow“ (vorm. Geisler) vorbehalten. Die Erzeugung von Meßapparaten wird augenblicklich aus der Fabrik „Kulakow“ und der „Leningrader Funkapparatenfabrik Kasitzky“ (vorm. Siemens & Halske) in die neue Fabrik „Elektropribor“ übergeleitet und dort erweitert. Die Herstellung von Eisenbahnsignalapparaten findet in den Fabriken „Kasitzky“ und „Moselektrik“ (vorm. Telegraphen- und Telephonfabrik der Petrograder Elektrischen Armaturen A. G. in Moskau) statt. Die „Elektrovakuumfabrik“ (vorm. Russische Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie u. Telephonie) produziert Radio-, Röntgen- und Coolidgeröhren. Die Fabrik „Komintern“ ist ausschließlich für Funkapparate bestimmt.

Vor dem Krieg gab es nur 5 Schwachstromfabriken, die als Abteilungen ausländischer Firmen bestanden, eher aber als Montierwerkstätten angesprochen werden können, da viele Halbfabrikate und Teile importiert werden mußten. Während des Kriegs waren mehrere Unternehmungen zur Deckung der Kriegsbedürfnisse entstanden. Im Jahre 1922/23 hatten die Fabriken den größten Teil ihres Facharbeiterstammes verloren und waren nicht zur Herstellung von Apparaten für den Zivilgebrauch geeignet. Auch hatte in der Zeit des russischen Bürgerkriegs die europäische Schwachstromindustrie große Fortschritte gemacht und neue Produktionszweige entwickelt. Die erste Aufgabe des ETSST war es daher unter den neuen Verhältnissen, die zerstörte Industrie wieder aufzubauen und die Organisierung neuer Industriezweige in die Wege zu leiten. Die oben erwähnte Spezialisierung ist ein Ergebnis dieser Forderungen. Die Fertigung von Fernsprechvorrichtungen für den allgemeinen Gebrauch, von Sendern und Empfängern sowie von Meßinstrumenten wurde infolgedessen besonders gefördert.

In der Reihe der Neuerzeugnisse müssen in erster Linie Radioapparate und Teile solcher genannt werden. Einen guten Erfolg hat die Fabrikation von Senderöhren bis 20 kW, von mehreren Typen Verstärkerröhren, von Kenotronröhren und auch von Glasballons für Gleichrichter. Die Massenproduktion von Radioliebhaberapparaten und ihren Teilen beinahe in allen Fabriken des Trusts ist auch ganz neu; 1926/27 hat man 263 000 Kopfdoppelhörer hergestellt. Erste Versuche werden auf dem Gebiet der automatischen Telephonie gemacht; zwei Anlagen, eine in Moskau und eine in Rostow, sind zu diesem Zweck im Bau begriffen. Im Jahre 1924 hat man mit der Erzeugung von Elektrizitätszählern begonnen, deren Produktion im Berichtsjahr 45 526 Stück erreichte. Außerdem ist noch der Spritzguß, die Herstellung von Bakelit und Troliterzeugnissen und von Abschmelzsicherungen in Arbeit. Die Fließfertigung wird beim Zusammenstellen von Mikrotelephonen, Relais und Zählern angewendet.

Die größten Bauten des ETSST sind folgende: die Charkower Telephonanlage für 6000 Teilnehmer, das Leningrader Zwischenstädtische Telephon-Zentralamt, mehrere große Funk- und Rundfunksender nicht nur in der Union, sondern auch in Persien, zahlreiche Sprechstellen, wobei die Anschlüsse im Jahre 1926/27 27 629 betrugen. Technische Beihilfe hat der Trust von der Compagnie Générale de l'Electricité und von der Telefunken-Gesellschaft genossen. Der Verkauf der Schwachstromerzeugnisse erfolgt kommissionsweise hauptsächlich durch die Verkaufstellen des GET.

Der Akkumulatorentrust vereinigt vier Fabriken: die Fabrik Leutnant Schmidt (vorm. Tern, A. G.), „Leninskaja Iskra“ (vorm. „Tudor“), „Moselement“ und die im Bau befindliche Fabrik in Saratow. Die „Leninskaja Iskra“ erzeugt stationäre und Eisenbahnakkumulatoren, die Fabrik Leutnant Schmidt Radiobatterien, Akkumulatoren für Kraftwagen und solche hoher Kapazität. In dem Werk „Moselement“ werden Elemente vieler Typen hergestellt. Die Produktion des Trusts betrug im Berichtsjahr 1587 t Akkumulatoren. Die Verteilung der verschiedenen Arten von Sammlern hat sich im Vergleich mit der Vorkriegszeit stark geändert: stationäre Akkumulatoren machten 1913 50 % des gesamten Produktionswertes aus, 1926/27 aber nur 13 %, die Eisenbahnakkumulatoren bzw. 31 und 28 %, die Sammler hoher Kapazität 13 und 10 %, dagegen transportable Akkumulatoren 4 und 16 %. Die Erzeugung von Radiobatterien und von Eisennickelakkumulatoren hat vor dem Krieg überhaupt nicht existiert, im Jahre 1926/27 sind auf sie aber 23 bzw. 10 % entfallen.

Infolge der Rationalisierung ist die Fertigung je Industriearbeiter bis auf 4540 Rbl oder um 25 % im Vergleich mit dem Vorjahr (gegen 9200 Rbl in Deutschland) gestiegen[5]. Wegen der verhältnismäßig niedrigen Leistungsfähigkeit der Arbeit, höherer Arbeiterversicherungszahlungen und Abschreibungen, wegen der hohen Preise der Rohstoffe und Halbfabrikate und auch wegen der zurückgebliebenen Technik betragen die Preise der elektrotechnischen Erzeugnisse öfters das Doppelte der ausländischen[6], doch ist trotzdem eine stetige Senkung der Selbstkosten zu konstatieren als Folge der Rationalisierung, besserer Inneneinrichtung der Werke sowie einer gründlicheren Ausnutzung letzterer. Auch die Verkaufspreise werden beträchtlich geringer; eine Glühlampe von 25 HK z. B. kostete am 1. VII. 1923 noch 1,25 Rbl, am 4. V. 1927 aber nur noch 0,42 Rbl.

Die Finanzierung der elektrotechnischen Industrie erfolgt durch Anweisungen aus dem Staatshaushaltsetat, durch Banken, Übergabe von nationalisierten Sachwerten und aus dem Gewinn der Industrie selbst. Die Verschuldung per 1. X. 1927 betrug 31 Mill. Rbl in langfristigen und 18,5 Mill. Rbl in kurzfristigen Krediten; 25,7 Mill. Rbl schuldete die elektrotechnische Industrie der Elektrobank. Die kurzfristigen Kredite stellen 14 % des Jahreshandelsumsatzes der Industrie dar.

Wenn wir das Gesagte zusammenfassend volkswirtschaftlich erläutern wollen, so müssen wir zunächst die Frage beantworten, ob die Vereinigung der gesamten elektrotechnischen Industrie in drei Riesentrusts als zweckentsprechend anzusehen ist, und zweitens, in welchem Umfang die Leistung dieser Trusts den auf sie gestellten Erwartungen entsprochen haben dürfte. Allgemein gesprochen sind beide Fragen zu bejahen: tatsächlich betrug 1913 die Einfuhr von Elektrowaren rd. 40 % des Gesamtverbrauchs des vormals russischen Zarenreiches, dagegen entfielen 1926/27 auf die Einfuhr nur 19 %, u. zw. bei stetig abnehmenden Importsummen. Eine derartige relative Verringerung der Einfuhr kann zweifellos nicht ausschließlich auf das Außenhandelsmonopol als solches zurückgeführt werden; die Abnahme des Imports erklärt sich vielmehr aus dem rastlosen Vorwärtsstreben der Arbeit in den Betrieben, deren Leistung mehr und mehr imstande sein dürfte, die ständig wachsenden einheimischen Ansprüche zu befriedigen.

[4] Monatsausweise des Zentral-Statistischen Amtes des Hauptwirtschaftsrats, 1926/27, Nr. 1 bis 12.

[5] Z. „Elektrificazia“, 1927, Nr. 11, S. 19.

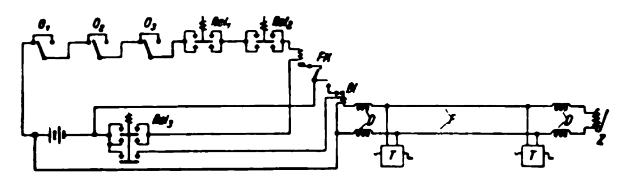
[6] Z. „Kredit und Wirtschaft“, 1927, Nr. 10/11, S. 76, 78.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Ein einfaches Überwachungssystem für unbesetzte Unterwerke. — Für kleine Unterwerke, deren geringe Durchgangsleistung eine kostspielige apparatetechnische Ausrüstung oder Personalbesetzung nicht zuläßt, eignet sich ein von der Siemens & Halske A. G. durchgebildetes, mit geringen Mitteln auszuführendes Überwachungssystem. Mit dem System können grundsätzlich alle irgendwie auf eine Störung deutenden Vorgänge, z. B. Schalterbewegungen oder das Durchbrennen von Sicherungen, zur Zentrale gemeldet werden, wobei gleichzeitig — das ist ein besonderer Vorzug des Systems — der Zeitpunkt und die Dauer der Unregelmäßigkeit aufgeschrieben werden. Bei dem System legt man in die Unterstation im wesentlichen einen Ruhestromkreis, den man so anordnet und mit Kontakten ausrüstet, daß eine Störung ihn unterbricht. In diesem Stromkreis liegt außer einer Stromquelle eine Fallklappe, die, durch eine Stromunterbrechung betätigt, eine zur Zentrale führende Leitung einschaltet. In der Zentrale ist außer einer Hupe oder dgl. ein Zeitschreiber angebracht, in dem die der betreffenden Station zugeordnete Feder aus ihrer Ruhelage abgelenkt wird und so lange bleibt, bis der zur Behebung der Störung entsandte Revisor die Fallklappe wieder hochstellt. Weist man diesen Revisor an, beim Betreten der Station zuerst die Fallklappe hochzustellen und nach Beseitigung der Störung noch einmal herabfallen zu lassen, so kann man aus dem Registrierstreifen genau ersehen und auch notfalls beweisen, wie lange der Revisor unterwegs war, wie lange er arbeitete und wie lange die Störung insgesamt dauerte. Will man sich nur Veränderungen an den Schalterstellungen melden lassen, so benutzt man die Schalterhilfskontakte für den Aufbau des Ruhestromkreises. Will man Sicherungen überwachen, so verwendet man Spannungsrelais mit hohem inneren Widerstand, die man zu den Sicherungen parallel schaltet. Als Leitungen zur Zentrale kann man die Kabelprüfadern benutzen oder auch die Leitungen des Betriebsfernsprechers, muß dann aber den Meldestromkreis symmetrisch aufbauen und durch Drosselspulen dafür sorgen, daß er keine Rufwechsel- oder Sprechströme durchläßt. Man kann das System auch so erweitern, daß in den Meldungen ein Unterschied zwischen weniger wichtigen und wichtigen Störungen (z. B. am Transformator) gemacht wird. Man leitet zu diesem Zweck die wichtigen Angaben, wie es z. B. in Abb. 1 mit einem Relais vom Buchholzschutz geschieht, über einen Kontaktapparat, der rhythmische Stromschlüsse hervorruft. Man hat dann unterschiedliche Meldungen, einmal eine Dauerablenkung und einmal ein rhythmisches Zucken, so daß man gleich erkennen kann, um welche Störung es sich handelt. Für diese Art der Kontaktgabe benutzt man einen thermischen Schalter (Abb. 2), bei dem ein permanenter Magnet die Stromunterbrechung so beschleunigt, daß keine schleichende Kontaktgabe eintritt. Überhaupt muß man bei Benutzung des beschriebenen Überwachungssystems größten Wert darauf legen, daß alle benutzten Relais usw. in jeder Weise zuverlässig und den in den Unterstationen häufig ungünstigen Raumverhältnissen gewachsen sind (M. Schleicher, Siemens-Z. Bd. 8, S. 9). *Jkl.*



O_1 bis O_3 Ölschalterhilfskontakte
Rel_1 und Rel_2 Relais, die an Sicherungen angeschlossen sind
Rel_3 Relais, das vom Buchholzschutz betätigt wird
FK Fallklappe
Z Zeitschreiber
Bl Blinkrelais mit Öffnungskontakt
F Kabelprüfader oder Telephonleitung
D Drosselspule

Abb. 1. Sicherheitsschaltung für verknüpfte Meldung durch Dauerstrom und rhythmische Stromschlüsse.

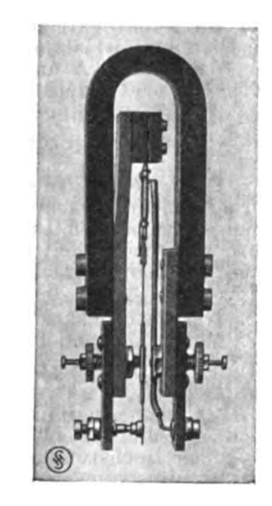


Abb. 2. Thermischer Schalter.

Projekt für ein Donau-Kraftwerk. — Seit Jahren beschäftigt man sich in Österreich mit der Frage, die gewaltigen Kräfte, welche die Donau liefern könnte, und die jetzt für das Nationalvermögen verloren gehen, nutzbar zu machen. Unter zahlreichen bezüglichen Projekten war das des Ministerialrats Pernt, hinter dem die Niederösterreichische Escompte-Gesellschaft und die Bodenkreditanstalt stehen, das am besten durchgearbeitete. Es sieht einen Kanal bei Korneuburg vor, der das Überschwemmungsgebiet durchquert, und plant ein Kraftwerk mit einer Jahresarbeitsleistung von 315 Mill. kWh; damit sind Hafenanlagen und ein Hochwasserschutz Wiens verbunden. Nun ist ein ganz neuer Plan eines Donau-Kraftwerkes bei Ybbs-Persenbeug aufgetaucht, für das der Projektant, Ing. O. Hoehn, Zürich, schon 1924 ein Konzessionsgesuch überreicht und worüber er mit der Schweizerischen Gesellschaft für elektrische Industrie in Basel, dem Wiener Bank-Verein und der Österreichischen Credit-Anstalt einen Vorvertrag abgeschlossen hat. Die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke und die „Elin" A. G. für elektrische Industrie haben sich dem Konsortium angeschlossen. Neben einem 220 m breiten Wehr will man zwei Schiffahrtschleusen von je 230 m nutzbarer Länge und 24 m lichter Breite einbauen, die noch im jetzigen Donaubett liegen sollen. Dadurch wird der Wasserspiegel in dem so gefährlichen Greiner Strudel gehoben, und es werden günstige Ein- und Ausfahrten für alle Donauschiffstypen geschaffen. Das Kraftwerk soll in 10 Turbinen 1500 ... 1800 m^3/s Wasser zur Erzielung einer Leistung von 120 000 ... 130 000 PS ausnützen. Bei normalem Wasserstand errechnet man 640 ... 680 Mill. kWh jährlich. Die Produktion wäre also ungefähr so groß wie die der oberen Enns-Wasserkräfte, würde sich aber wesentlich billiger im Ausbau stellen, abgesehen von der größeren Nähe des Hauptabsatzgebietes. Die Kosten einschl. der Fernleitung von 220 kV nach Wien (etwa 100 km) schätzt man auf rd. 120 Mill. S.; sie fielen allerdings bei der Verwirklichung eines der Projekte, welche die Wasserkraftwerke bei Wien vorsehen, fort, dagegen würden diese viel schwierigere Verhandlungen ergeben, weil das in Frage kommende Gebiet dicht besiedelt ist. Einen Vorgänger hat das geplante Kraftwerk in der bayerischen Anlage bei Kachlet oberhalb Passaus, die bereits seit einiger Zeit in Betrieb ist. Die Bauzeit soll 4 ... 5 Jahre betragen, der Absatz zur Hälfte bis zu zwei Dritteln durch Verträge mit der Gemeinde Wien und den Bundesbahnen gefunden werden. Das würde bereits die Rentabilität sichern. Für die überschüssige Energie wird eine später herzustellende Fernleitung nach Bayern in Betracht gezogen. *Hgn.*

Elektromaschinenbau.

Drehzahl- und Phasenregelung von Asynchronmotoren mittels Frequenzumformer. — G. Bolz untersucht zusammenfassend die bei Verwendung des Frequenzumformers als Drehzahl- und Phasenregler von Asynchronmotoren auftretenden Erscheinungen. Einleitend werden nach einem kurzen geschichtlichen Rückblick die Verhältnisse bezüglich Drehmomentbildung und Rückgewinnung der Schlupfenergie der Kommutatorwicklung des läufergespeisten Drehstrom-Nebenschlußmotors betrachtet, um eine gewisse Ähnlichkeit in der Arbeitsweise mit dem am Schluß behandelten kompensierten Frequenzumformer hervorzuheben. Weiter wird an Hand des Schaltbildes und der einfachen Zustandsdiagramme eines Maschinensatzes, bestehend aus einem asynchronen Drehstrommotor und einem mit diesem starr gekuppelten Frequenzwandler, gezeigt, wie die räumliche Bürstenstellung der Kommutatorbürsten des Frequenzumformers mit der zeitlichen Phase der Kommutatorspannung in Beziehung gebracht werden

kann. Die sog. Nullage der Bürsten ergibt sich bei einer Einstellung auf rein untersynchron wirkende Drehzahlkomponente der Kommutatorspannung. Durch Drehung des ganzen Bürstensatzes der Kommutator-Hintermaschine aus dieser Nullage gegen die Drehrichtung des Maschinensatzes erfolgt der Übergang zur teilweisen und völligen Phasenkompensation, und durch Einstellung eines stumpfen Winkels gegenüber der Anfangslage nimmt der Satz eine übersynchrone Leerlaufdrehzahl an.

Die mathematische Behandlung wird an Hand eines bisher unbeachtet gebliebenen Ansatzes in dem Lehrbuch von Thomälen[1] durchgeführt, wo eine Parametergleichung für die Mittelpunktkoordinaten des Kreisdiagramms in Abhängigkeit von der Bürstenstellung aufgestellt ist. Die Auswertung derselben ergibt den sog. Mittelpunktskreis als geometrischen Ort aller Diagramm-Kreismittelpunkte bei beliebiger Bürstenstellung; dabei geht aus dem Beweise hervor, daß unter Vernachlässigung des Ständerwiderstandes im Vordermotor der ideelle Kurzschlußpunkt des Heylandkreises sämtlichen Kreisen für jede beliebige Bürstenstellung gemeinsam ist, wodurch eine einfache Möglichkeit zur Zeichnung des Diagramms für jede Bürstenstellung gegeben ist. Die hieran geknüpfte Diskussion der erhaltenen quantitativen Resultate zeigt, in welcher Weise durch die Stellung der Bürsten die Leistungsübertragung der Kommutator-Hintermaschine beeinflußt wird, und gibt ein anschauliches Bild über die bei Drehzahlregelung und Phasenkompensierung im Frequenzwandler auftretende Energieumformung. Schließlich wird noch der Einfluß der Streuung des den Schleifringen des Frequenzumformers vorgeschalteten Transformators diskutiert, wobei die genaue Untersuchung ergibt, daß in beiden Fällen sowohl bei untersynchroner als auch bei übersynchroner Einstellung der Bürsten die Streuung des Erregertransformators im Sinne einer Verringerung von Leistungsfaktor und Kippmoment des Hauptmotors wirkt, was durch die Aufstellung der Spannungsdiagramme des Erregertransformators und die daran anschließenden physikalischen Überlegungen gewonnen wird. Die angestellten Betrachtungen werden verglichen mit den Untersuchungen, welche auf diesem Gebiet in der ETZ 1925, S. 184, von Weiler ausgeführt wurden, wobei die Transformatorendiagramme für unter- und übersynchrone Einstellung der Bürsten die genannte Arbeit von Weiler ergänzen.

Am Schlusse der Abhandlung wird noch der kompensierte Frequenzumformer betrachtet, bei dem die magnetische Wirkung der Läuferströme der Kommutatorwicklung durch eine im Ständer liegende Kompensationswicklung aufgehoben wird. Diese Maschine nimmt an den Schleifringen nur noch den reinen Magnetisierungsstrom zur Erzeugung eines Drehfeldes auf, da die Schlupfenergie hier mechanisch durch die Welle der Kommutatormaschine auf den Hauptmotor zurückübertragen wird. Die kompensierte Maschine kann, da die Kommutatorwicklung wegen der Kompensierung gleichachsig mit der Ständerwicklung sein muß, bei festem Ständer nicht durch Änderung der Bürstenstellung betätigt werden. Die Änderung der Phase der Kommutatorspannung erfolgt hier am einfachsten durch eine zwischen Hauptmotor und Hintermaschine eingeschaltete, stetig verstellbare Kuppelung, wodurch eine Veränderung während des Betriebes allerdings in einfacher Weise nicht vorgenommen werden kann. Für den kompensierten Frequenzumformer wird noch die Ausbildung des Drehmomentes genauer untersucht, durch dessen Auftreten der kompensierte Frequenzwandler seine Eigenschaft als reiner Frequenzumformer verliert. Ferner wird gezeigt, wie mit Hilfe des Kreisdiagrammes für verschiedene Belastungspunkte die relative Lage des Feldes der Kommutatormaschine zu den Stromwellen der Kommutator- und Kompensationswicklung ermittelt werden kann. (G. Bolz, Arch. El. Bd. 19, H. 3, S. 275.)

Apparate.

Selbsttätiger Überstromausschalter mit sehr kurzer Auslösezeit. — Bei einer gewöhnlichen Hochspannungs-Schmelzsicherung wird der Strom erst beim Abreißen des im Metallgas entstandenen Lichtbogens unterbrochen, wozu eine gewisse, verhältnismäßig lange Zeit notwendig ist. Eine Verbesserung dieses Vorganges stellt der selbsttätige Überstromausschalter mit ballistischer Wirkung dar, der nach dem Patent Pecheur von der Soc. Industrielle in Paris konstruiert wird. Der Apparat (Abb. 3) besteht im wesentlichen aus einem Metallgehäuse *6*, das auf einer mit Bakelit isolierten Klemme *1* befestigt ist, und in dessen unterer Öffnung ein isolierter Stöpsel *7* sitzt, welcher durch ein biegsames Zuleitungskabel mit der zweiten Klemme *2* leitend verbunden ist. Der mit dem Kabel in Verbindung stehende Metallkopf des Stöpsels ist mit dem Gehäuse durch einen Silberschmelzdraht verbunden. Ein mit einer inneren Isolierbekleidung versehenes und mit Öl gefülltes Stahlrohr *5* trägt die beiden in dem abnehmbaren Deckel *3* befestigten Klemmen *1* und *2*.

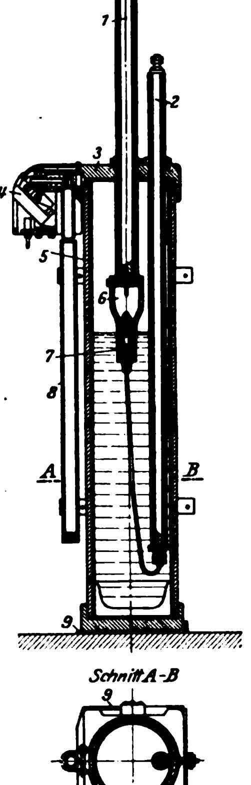


Abb. 3. Selbsttätiger Überstromausschalter.

Im Falle eines Kurzschlusses schmilzt die Sicherung, und durch den Explosionsdruck der entstehenden Metallgase wird der Stöpsel mit einer sehr großen Heftigkeit herausgeschleudert. Die Stromunterbrechung geschieht nicht im Augenblick des Durchschmelzens, da die Silbergase leitend wirken, sondern erst dann, wenn der Stöpsel, dessen Metallkopf im Augenblick des Durchschmelzens die Stromleitung übernimmt, das Gehäuse verlassen hat. Die Wirkung des Apparates ist also vielmehr mit jener eines sehr rasch wirkenden Ölschalters zu vergleichen. Durch eine Änderung der Länge und der Dicke des Silberdrahtes kann auch die Unterbrechungszeit verändert werden. Eine auf dem Deckel befestigte, unter dem Einfluß des Gasdruckes wirkende Einrichtung *4* dient zur Anzeige der erfolgten Unterbrechung. Die an einem 15 000 kW-Generator mit 12 500 V und 42 Hz durchgeführten Versuche ergaben bei einem direkten zweiphasigen Kurzschluß eine Auslösezeit von ½ Per.

Der Apparat, welcher allgemein zur raschen Abschaltung vom Kurzschluß betroffener Netzteile, besonders für kleinere Unterstationen sehr leistungsfähiger Netze, die keinen Ölschalter besitzen, bestimmt ist, weiter für solche, bei denen infolge Vergrößerung die Ölschalter nicht mehr die genügende Leistung besitzen, wurde von der Pariser Elektrizitätsgesellschaft (Comp. Parisienne de Distribution) als allgemeiner Netzschutz angenommen. Er wird für 200 A und für verschiedene Spannungen von 3000 ... 60 000 V gebaut. *ak*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Dreheisen-Instrumente bei Gleichstrom. — Da die Dreheisen-Instrumente wesentlich billiger sind als Drehspul-Instrumente mit permanenten Magneten, liegt es nahe, ihre Verwendbarkeit für Gleichstrom zu prüfen. Es kommen dafür in Betracht:

1. Genauigkeit,
2. Anschaffungskosten,
3. Verbrauch und laufende Kosten,
4. Skalencharakter,
5. mechanische Eigenschaften.

Die üblichen Ausführungen zeigen bei Gleichstrom ziemlich erhebliche Fehler in der Größenordnung von 1 bis 2 % des Höchstwertes und können in dieser Hinsicht Drehspulinstrumente nicht ersetzen. Verwendet man aber die neuen Nickel-Eisen-Legierungen, z. B. Mumetall, wie es wohl zuerst von Drysdale vorgeschlagen wurde[1], so gehen die Fehler stark zurück, unter 1 %, sogar unter 0,5 % des Höchstwertes. In dieser Hinsicht bestehen also keine Bedenken. Die Anschaffungskosten sind wesentlich geringer, sie betragen durchweg ½ bis höchstens ¾ des Preises von Drehspulinstrumenten, wenn man nur die gewöhnlichen Modelle in runden Schalttafelgehäusen vergleicht. Der Eigenverbrauch ist bei Messung kleiner Größen wesentlich höher als bei Drehspul-Instrumenten, etwa 10mal so groß. Im allgemeinen stört das nicht, bei

[1] A. Thomälen, Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik. 9. Aufl., S. 368—369. Verlag Julius Springer, Berlin 1922.

[1] J. Scient. Instr. Bd. 4, H. 6.



einer großen Zahl von Instrumenten ist es am Jahresverbrauch indessen merklich. Bei Drehspul-Strommessern hat man mit konstantem Spannungsabfall am Nebenwiderstand zu rechnen, z. B. 75 mV. Der Verbrauch ist dann bei

100 A . . . . 7,5 W,
1000 A . . . . 75 W.

Das Dreheisen-Instrument ohne Wandler hat aber angenähert konstanten Wattverbrauch in seiner Feldspule, z. B. 2 W. Bei über 300 A nimmt man aber in Regel einen Stromwandler, auch bei Niederspannung. Für Gleichstrom sollte man bei höheren Strömen doch bei Drehspul-Instrumenten bleiben. Die Verwendung von Dreheisen-Instrumenten mit Nebenwiderständen, insbesondere Kupfer-Nebenwiderständen, ist wegen der Eigenerwärmung eine sehr schlechte Maßnahme.

Der Skalencharakter eines Dreheisen-Instrumentes ist nie der gleiche wie bei Drehspul-Instrumenten, immer ist die Skala am Anfang gedrängt. Man kann sie aber nahezu beliebig gestalten; jedenfalls liegt darin kein Nachteil des Dreheisen-Instrumentes. Hinsichtlich der mechanischen Eigenschaft ist zu sagen, daß Drehspul-Instrumente in der Regel besser gedämpft sind als Dreheisen-Instrumente. Das Drehspul-Instrument folgt auch schneller plötzlichen Belastungsschwankungen wegen seines höheren mechanischen Gütefaktors. Für die Überstromfestigkeit gibt der Verfasser an, daß das Dreheisen-Instrument günstiger sei, weil es einen Überstrom von mehreren hundert Prozent des Nennstromes ertragen könne. Nach Meinung des Berichterstatters ist das nicht der Fall und ist eher das Drehspul-Instrument günstiger, weil sein Eigenverbrauch im Meßwerk bei Nennstrom so sehr klein ist, nur etwa 1 mW. Beim 20fachen Dauerstrom steigt er erst auf etwa 0,5 W, entsprechend 10 ° Temperaturzunahme. Das läßt sich mit einem Dreheisen-Instrument nie erreichen. Die Begrenzung der thermischen Festigkeit von Drehspul-Instrumenten erfolgt nicht durch das eigentliche Meßwerk, sondern durch die verwendeten Vor- und Nebenwiderstände.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die notwendige Genauigkeit erreichbar ist, daß das Dreheisen-Instrument in der Anschaffung billiger ist und als Amperemeter kleineren Eigenverbrauch hat. Es besteht die Aussicht, daß man mit den neuen Legierungen auch tragbare Präzisionsinstrumente für Gleich- und Wechselstrom herstellen kann. (E. H. W. Banner, The Electrician Bd. 100, S. 3.) *Kth.*

Heizung. Öfen.

Vergleichende Untersuchungen elektrischer und mit Brennstoff geheizter Backöfen. — Die Baujahre der auf Anregung der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich untersuchten elektrischen Öfen fallen zwischen 1918 und 1921. Die Backfläche ist im Mittelwert 10 m² mehr als heute für die Leistung üblich. Das mittlere Backergebnis ist 350 kg Brot/Tag und 35 kg Brot/m² Backfläche. Energieverbrauch 0,6 kWh bzw. 0,5 kWh/kg Brot (Eidgen. Techn. Hochschule). Mittlere Heizung der Backfläche 1 kW/m², spezifische Backkosten 3,31 Rp/kg Brot.

Die Baujahre der Dampfbacköfen liegen zwischen 1904 und 1923, ihre Backfläche ist durchschnittlich 10 m². Das mittlere Backergebnis ist 460 kg Brot/Tag und 46 kg Brot/m² Backfläche. Energieverbrauch 2 kWh/kg Brot. Mittlere Beheizung der Backfläche 3,17 kW/m². Spezifische Backkosten 3,4 Rp/kg Brot.

Die Baujahre der direkt beheizten Kohlenöfen liegen zwischen 1876 und 1911, ihre Backfläche ist durchschnittlich 4,4 m². Das mittlere Backergebnis ist 200 kg Brot im Tag und 45 kg/m² Backfläche. Energieverbrauch 2 kWh/kg Brot. Mittlere Beheizung der Backfläche 3,33 kW/m². Spezifische Backkosten 3,9 Rp/kg Brot.

Die Baujahre der Holzbacköfen liegen zwischen 1884 und 1908, ihre Backfläche ist durchschnittlich 5,65 m². Das mittlere Backergebnis ist 320 kg/Tag und 56 kg/m² Backfläche. Energieverbrauch 1,44 kWh/kg Brot. Mittlere Beheizung der Backfläche 2,9 kW/m². Spezifische Backkosten 3,2 Rp/kg Brot.

Bei diesen Untersuchungen wurden, wenn Verrechnung nötig, 75 kg Mehl äquivalent 100 kg Brot gerechnet, von den Bäckern wurden angeblich nur 2 Schüsse täglich gemacht. Arbeitsbeginn meist um 3 Uhr früh mit Nachtstrompreis, mittlerer Preis der elektrischen Energie 3,75 Rp/kWh. Diese Maßnahmen führen mit den Ergebnissen zu folgenden Schlußfolgerungen:

Die verschiedenen Ofenarten sollten zum Vergleich nicht unter denselben Gesichtspunkten betrieben werden. Alle unter gleichen Voraussetzungen probieren, bedeutet für die einen Vorteil, für die andern Verderb. Zu Leistungsvergleichen muß jede Ofenart unter den für sie günstigsten Bedingungen arbeiten und müssen zum Vergleich nur die Kosten für 1 kg Brot und die Art und Qualität der Arbeit gezogen werden. Erstaunliches leisten Holzbacköfen in den Händen tüchtiger Bäcker, die Jahrzehnte Erfahrungen damit gesammelt haben. Auch elektrische Öfen verlangen besonders geeignete Maßnahmen, wenn ihre guten Eigenschaften an den Tag kommen sollen. Das beweist z. B. folgender Versuch mit einem elektrischen Ofen. Vorausgesetzt wird, daß er einigermaßen mit Wärmeschutz versehen ist. Wenn dieser Ofen mit 4 Schüssen ununterbrochen hintereinander (innerhalb 6 h) beschickt wird, so wird er 400 kg Brot liefern und, wie über elektrische Öfen vom SEV und VSE angegeben, mit 0,6 kWh/kg Brot rechnen lassen, ja sogar (s. S. 706 der Quelle) nach der Angabe der Techn. Hochschule mit 0,5 kWh/kg. Wird dieser Ofen aber mit 8 Schüssen ununterbrochen hintereinander (innerhalb 12 h) beschickt, so wird er 800 kg Brot liefern und dabei mit 0,3 kWh/kg Brot rechnen lassen, geringen Anschlußwert, hohen Rabatt und einen Strompreis von 1 Rp angenähert und dazu Zinsen, Amortisation und Unterhaltung erfordern. Bei 12 Schüssen (18 h Backzeit im Zusammenhang) wird das Verhältnis noch günstiger, es sind aber dann 2 Schichten der Backgehilfen nötig.

Bei solchen Versuchen mit seinem Ofen kann der Bäcker sehen, was er aus seinem Ofen an Betriebsvorteilen herausholen kann. Auch sollte nicht versäumt werden, nach der Tagesbackung, wenn der Ofen in voller Wärme steht, die Zeit zu messen, in der er sich auf 100 ° C abkühlt.

Diese Untersuchungen aus der Schweiz stimmen überein mit der allgemeinen Auffassung, daß die elektrischen Backöfen vor einer aussichtsreichen Entwicklung stehen. (H. F. Zangger, Bull. SEV Bd. 18, S. 701.) *Gt.*

Installation.

Befestigung für Lampenfassungen. — Die Frage der Befestigung von Lampenfassungen beschäftigt zur Zeit vielfach noch die Konstrukteure, weil die übliche Nippelsicherung mittels senkrecht zur Lampe angeordneter

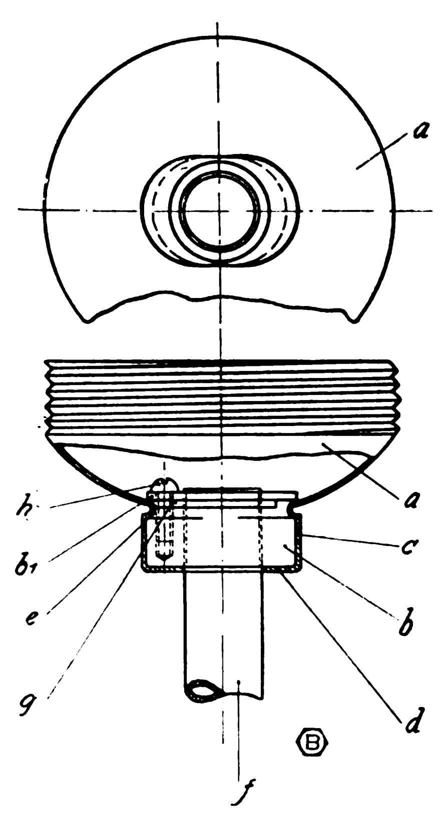


Abb. 4. Befestigung von Lampenfassungen.

Madenschraube schon zu manchen Störungen Anlaß gegeben hat. Die Bergmann-Elektricitäts-Werke benutzen daher einen Nippel von ovaler Außenform, während der Fassungsboden sich einerseits mit einem vorspringenden Rand gegen die äußere Stirnfläche des Gewindes legt, an-



derseits mit einer Sicke in eine Rille an der Außenfläche des Nippels eingreift, wobei sich die Sicke über die Längsachse des Nippelovals erstreckt. Eine Verdrehung beider Teile gegeneinander ist verhindert durch die unrunde Außenform des Nippels und die entsprechende Formgebung des Fassungsbodensatzes, der sich eng um den Nippel schließt. In Abb. 4 ist *a* der Fassungsboden und *b* der in dessen Ansatz *c* eingesetzte Nippel. Die Verbindung beider Teile wird durch den vorspringenden Rand *d* und die Sicke *e* erzielt.

Die Sicherung gegen das Verdrehen des Nippels gegenüber dem Fassungsträger *f* wird dadurch erreicht, daß der Nippel etwa senkrecht zur Achse einen Schlitz *g* besitzt, der einen Teil b_1 des Gewindenippels *b* abtrennt. Die durch den Schlitz *g* getrennten Nippelteile werden mittels einer Schraube *h* zusammengepreßt, so daß eine Gegenmutter-Wirkung eintritt. (Bergmann-Mitt. Bd. 5, S. 66.) *y*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die neuen Lokomotiven der Schweizerischen Bundesbahnen. — Die Lokomotiven sind im Prinzip ähnlich den bereits 1925 normalisierten A 3/6-Lokomotiven gebaut und haben als Antrieb den bekannten BBC-Einzelachsantrieb erhalten. Die Ae 4/7-Lokomotive (Abb. 5) ist eine ausgesprochene Flachland-Schnellzugslokomotive für eine

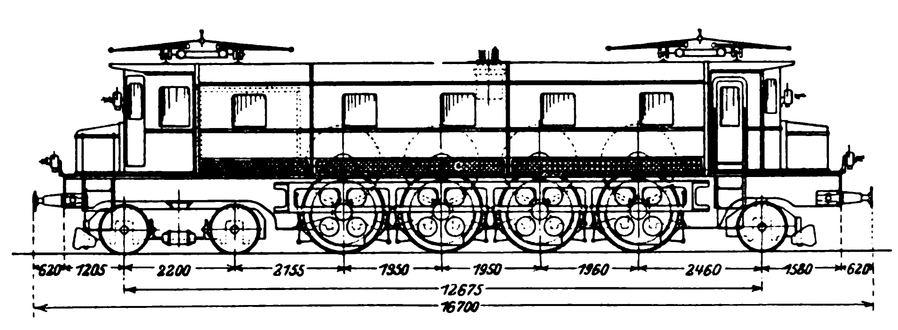


Abb. 5. Ae 4/7-Lokomotive der SBB

höchste Geschwindigkeit von 100 km/h. Die elektrische Ausrüstung besteht aus 4 Motoren zu je 620 PS Dauerleistung bei 65 km/h. Auf Flachlandstrecken von nur 3 ‰ Steigung soll die Lokomotive mit Zügen von 450 t eine Geschwindigkeit von 100 km/h erreichen. Die Motoren sind ganz ähnlich ausgeführt wie die der A 3/6-Lokomotiven, und zwar ohne Widerstandsverbindungen und ohne Kompensationswicklung. Das Zahnradübersetzungsverhältnis beträgt 1 : 2,57.

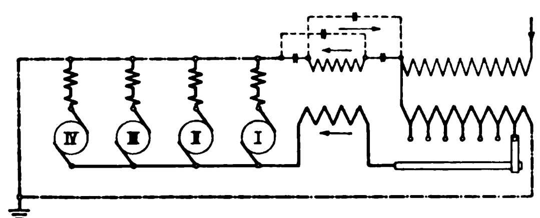


Abb. 6. Schaltung der Ae 4/7-Lokomotive.

Am bemerkenswertesten ist die Steuerung ausgebildet, bei der zum Unterschied von der bisher fast allgemein üblichen Stufentransformatorsteuerung ein Zusatztransformator mit Zu- und Gegenschaltung verwendet wurde (Abb. 6). Die Zahl der Niederspannungsanzapfungen des Transformators wird dadurch auf etwa ein Drittel verringert. Da ferner die zur Erreichung einer kleinen Streuung notwendige mehrfache Parallelschaltung der einzelnen Windungen wesentlich verringert werden kann, wird der Transformator wesentlich billiger. Werden am Haupttransformator statt 21 nur 7 Anzapfungen ausgeführt, so können in Verbindung mit dem Zusatztransformator, je nachdem er in der einen oder anderen Richtung erregt wird oder spannungslos bleibt, $3 \times 7 = 21$ Spannungstufen erreicht werden. Eine im Prinzip ähnliche Steuerung hatte eine von den beiden D-Lokomotiven der AEG, die in den Jahren 1912 bis 1914 auf der Strecke Dessau—Bitterfeld verkehrte.

Für den von BBC vorzüglich ausgebildeten Stufenschalter ergibt die Verwendung dieses Prinzips eine Vereinfachung, weil er dann mit weniger Kontakten ausgeführt werden kann. Die Umschaltung der Erregerwicklung des Zusatztransformators wird durch einen in Hüpferbauart ausgeführten Zusatzschalter bewirkt. Weiter enthält der Schalter noch eine Verbesserung, die es wie bei reinen Schützensteuerungen ermöglicht, den Motorstromkreis momentan zu unterbrechen, ohne den primären Stromkreis vorher abschalten zu müssen. Zu diesem Zwecke sind im Fahrschalter zwei Nullagen vorgesehen: 0 die normale Nullstellung und 00, in die das Handrad nur nach Überwindung einer Gegenfeder gebracht werden kann, wodurch mittels eines Magnets die Schnellabschaltung erreicht wird. Durch Loslassen des Handrades wird dieses selbsttätig in die Nullage zurückgedreht, worauf sich der normale Rücklauf des Stufenschalters vollzieht. (Fr. Steiner, Schweiz. Bauzg. Bd. 89, S. 341.) *Wt.*

Neuerung auf den Londoner Untergrundbahnen. — Aus London wird berichtet, daß die Untergrundbahnen ein neues, verbessertes, selbsttätiges Türschließsystem eingeführt haben. Die selbsttätige Türschließeinrichtung wird vom Zugbegleiter, der sich — anders als in Berlin — im letzten Wagen des Zuges befindet, bedient. Besondere Schaltvorrichtungen gestatten, die Türen der einzelnen Wagen zu öffnen und zu schließen, damit der Zugbegleiter die Türen der Wagen, welche nicht am Bahnsteig stehen, geschlossen halten kann, falls, wie es auf der Distriktbahn vorkommt, einzelne Wagen von Zügen, die länger sind als die Bahnsteige, über diese hinausragen, oder falls ein Fahrer aus Versehen zu weit vorfahren sollte. Ein Druckknopf an der Außenseite jedes Wagens gibt die Möglichkeit, einzelne Wagentüren vom Bahnsteig aus unabhängig vom Zugbegleiter zu schließen. Sind die vorderen Wagen des Zuges überfüllt, so kann der Bahnsteigschaffner, der die Verhältnisse besser übersieht als der Zugbegleiter am Zugende, diese Wagen unmittelbar nach dem Einfahren des Zuges wieder schließen und die Fahrgäste auf die rückwärtigen Wagen verweisen. Da der Zugbegleiter vom Fahrer durch die dazwischen liegenden fünf Wagen getrennt ist, so wurden, um für besondere Fälle eine Verbindung zwischen diesen beiden zu ermöglichen, neuerdings im Fahrerabteil und im Begleiterstand je ein Mikrophon und ein Lautsprecher eingebaut.

Nach den vorliegenden Mitteilungen soll sich diese neue selbsttätige Türschließeinrichtung bis jetzt bewähren. Das Abfertigen der Züge wird dadurch beschleunigt und die Reisegeschwindigkeit gesteigert. Es ist zu bemerken, daß bis jetzt kein Unglücksfall zu verzeichnen ist, der auf den Betrieb dieses neuen selbsttätigen Türschließers zurückzuführen wäre. *Grt.*

Hochspannungstechnik.

Fortschritte in der Hochspannungstechnik. — Das „Haus der Technik" in Essen hat inzwischen das zweite Semester seines Bestehens begonnen, und der gegen das Vorsemester außerordentlich gesteigerte Besuch zeigt, mit welch erheblichem Interesse Ingenieure und Wirtschaftler des gesamten rheinisch-westfälischen Industriebezirks der Idee des Hauses der Technik begegnen. Im Rahmen der Vorträge dieses Semesters behandelte Prof. Dr.-Ing. W. Petersen das Thema: „Fortschritte in der Hochspannungstechnik". Er sprach zuerst von bisher nicht ergründeten Erscheinungen der Hochspannungstechnik, deren Erkenntnis sich zum Nutzen der Volkswirtschaft in der Fabrikationsverbilligung ausgewirkt hat. Es sind dies Entladungen, deren Energiequellen sich in Form von Elektronenwolken auf der Oberfläche eines Isolators, in dem Dielektrikum der Kabelisolation angesammelt haben und nach gewisser Zeit zum Überschlag führen. In ähnlicher Weise bilden sich in dem zwischen Primär- und Sekundärwicklung der Transformatoren befindlichen Öl derartige Elektronenwolken, die schließlich auch zum Überschlag führen. Nach Erkenntnis dieser Vorgänge baut man jetzt zwischen die beiden Wicklungen einen oder mehrere Isolierzylinder ein, die die isolierende Ölschicht unterteilen und die Bildung von derartigen Elektronenwolken verhindern. Durch den Einbau dieser Zylinder, deren Wandstärke lediglich unter dem Gesichtspunkte der mechanischen Festigkeit zu bestimmen ist, lassen sich trotz Steigerung der Überschlagfestigkeit die Ausmaße der Transformatoren verringern und die Fabrikationskosten damit wesentlich herabsetzen.



Eine Feststellung von großer wirtschaftlicher Tragweite ist die Erkenntnis der Ursache von Transformatorschäden, die durch winzig kleine, an den blanken stromführenden Kupferdrähten anhaftende Fädchen verursacht werden. Über diese Fädchen findet eine andauernde Spitzenentladung statt, die eine allmähliche Ionisation und Zersetzung des Öles bewirkt und so den Überschlag einleitet. Heute werden alle blanken stromführenden Teile im Transformator mit einem dünnen Baumwollüberzug versehen, so daß ein Anhaften derartiger Fädchen und somit derartige Störungsquellen ausgeschlossen werden.

Im Gegensatz zu früher angewandten Methoden erfolgt heute die Prüfung von Transformatoren durch Messung der dielektrischen Verluste nach der sog. Verlustwinkelmethode. — Die Unzuverlässigkeit der natürlichen Isolierstoffe verlangt mehr und mehr den Ersatz durch Kunstprodukte. Elektrotechniker wie Chemiker sind mit steigendem Erfolg bemüht, diesem Ziele immer näher zu kommen. Auch auf dem Gebiete der Hochspannungsmessung geht man heute neue Wege. Bisher standen außer den sehr kostspieligen Wandlern nur Spitzen- und Kugelfunkenstrecken zur Verfügung, heute ist man in der Lage, mittels einer einfachen Anordnung eines Kondensators und zweier Röhren — ähnlich den Radioröhren — jede Spannung einwandfrei zu messen, und zwar gibt die Größe des im Meßgerät fließenden Stromes ein Maß für die Höhe des Scheitelwertes der Spannung.

Der Redner behandelte sodann das Gebiet der Überspannungen, das heute dank entsprechender Gegenmaßnahmen, z. B. Verstärkung der Eingangswindungen in den Transformatoren, nicht annähernd die Bedeutung früherer Jahre besitzt. Die vor etwa 15 Jahren theoretisch berechneten Wanderwellen sind jetzt durch den Kathodenstrahl-Oszillographen praktisch nachgewiesen und sogar photographiert. Eine Registrierung von Wanderwellen und annähernde Bestimmung ihrer Größe lassen sich auch durch den Klydonographen ermöglichen. — Die in Amerika übliche Nullpunkterdung hat bei einer versuchsweisen Einführung in Deutschland durchaus versagt, sie war in Amerika überhaupt nur möglich, weil die dortigen Werke mit mehr als 100prozentigen Reserven arbeiten. Allmählich geht man aber auch dort von der Nullpunkterdung ab. Bei den neuzeitlichen weitverzweigten und gekuppelten Netzen hat man meistens Erdschlußspulen in Verbindung mit einer leicht zu überwachenden Kompensationsvorrichtung eingebaut. Der Vortragende sprach dann weiter über den Wert des Blitzschutzseiles und die Bedeutung der Aufhängehöhe von Freileitungen, die wegen des Einflusses des Erdfeldes möglichst niedrig gehalten werden soll. Beim Badenwerk, von dessen 100 kV-Leitung einige Bilder gezeigt wurden, sind sämtliche Leitungen deshalb in einer Horizontalen angeordnet und durch zwei Blitzschutzseile geschützt.

Während man sich in Fachkreisen in der Frage der Überspannungen durchaus einig ist, ist dies bezüglich der Überströme nicht der Fall. Die bekannten Maßnahmen zum Schutz gegen Überströme wurden behandelt. Zum Schluß machte der Vortragende noch einige Ausführungen über die Fabrikation von Höchstspannungskabeln, die zweifellos noch größere Bedeutung finden würden, zumal durch geeignete Maschinen eine gute Verbindung der Kabelenden auf freier Strecke hergestellt werden kann, somit also jegliche Muffen als unangenehme Störungsquellen in Fortfall kommen. *Kze.*

Werkstatt und Baustoffe.

Das Zeitnehmen in der Werkstatt mittels verschiedener Instrumente und Verfahren. — In der neuzeitlichen Fabrikation vor allem auch elektrischer Massenartikel dürfte es immer mehr auf eine möglichst genaue und zuverlässige Bestimmung von Einzelzeiten von der Größenordnung weniger Sekunden ankommen. Für Zeiten bis zu 12 s hängt die Güte einer Zeitmessung von Art und Dauer des beobachteten Vorgangs, Eignung und Übung des Zeitnehmers, Meßverfahren und Meßinstrument sowie Begleitumständen der Zeitaufnahme ab. Die Zeitstudie in der Industrie betrifft Bewegungsvorgänge und erfordert vom Beobachter neben Übung Sinnestüchtigkeit, schnelle und gleichmäßige Reaktion, Gedächtnis für Zahlen und Winkelstellungen, Aufmerksamkeit, Interesse und Konzentration. Die Messung besteht entweder in Festlegung von Anfang und Ende des Vorgangs durch Betätigen einer Stoppuhr (Stopp-Prinzip) oder durch Ablesen einer ständig laufenden Uhr (Ableseprinzip) oder aber im Abzählen der das Zeitintervall erfüllenden rhythmischen Schläge eines Metronoms, eines Riemens oder dgl. (Abzählprinzip).

Am besten als Stoppinstrument geeignet sind Uhren mit Druckkrone, besonderer Nullstellvorrichtung, genauer Teilung, übereinstimmendem Zeiger- und Skalennullpunkt, schmalem Zeiger und parallaxefreier Ablesung. Zur fortlaufenden Ablesung mehrerer anschließender Zeiten empfehlen sich Doppelzeigeruhren, zur Messung von Zeiten unter 3 s Uhren mit besonderen Ingangsetzungs- und Stoppkronen. Je kleiner die Uhreinheit ist, desto größer ist bei Uhren mit sprunghaft fortschreitendem Zeiger die Sicherheit, d. h. die Übereinstimmung zwischen mehreren Messungen der gleichen Zeitspanne, desto unrichtiger (verglichen mit der objektiven Zeit) das Ergebnis, an welchem jedoch eine von mittlerem persönlichen Fehler und Uhreinheit abhängende Korrektur angebracht werden kann. Beim Ableseprinzip hingegen nehmen Sicherheit und Richtigkeit der Messungen bei sprunghafter Zeigerfortbewegung mit kleiner werdender Uhreinheit zu. Ideal wäre daher ein Instrument mit stetigem Lauf. Außerdem sollte das spezifische Ableseinstrument mit festem, schmalem Zeiger (mit nicht über die Skala hinausragender Spitze) und möglichst großem, schnell rotierendem Zifferblatt versehen sein. Teilstriche für Bruchteile von 0,1 s sind überflüssig. Für das zu Messungen nach dem Abzählprinzip dienende Schlagwerk empfiehlt sich, falls es nicht mit besonderen Taktgruppen-Klangzeichen ausgestattet ist, als optimaler Takt ein solcher von 4 Schlägen/s. Das Abzählen erfolgt zweckmäßig in Gruppen von 4...6 Schlägen.

Unter Verwendung der z. Zt. üblichen Meßinstrumente zeichnet sich das Stopp-Prinzip vor den beiden anderen Zeitmeßprinzipien aus durch leichteste und schnellste Anlernung, schnellen Übungsanstieg, jedoch ungünstigere Begrenzung des Übungseinflusses, weniger als 3 % Fehler von mehr als 5 Uhreinheiten, aber größte Versagerhäufigkeit bei langen Zeiten (5 %), Überschätzung, größte Sicherheit für alle Zeitlängen und größte Richtigkeit bei Zeiten unter 3 s. Die Ableseverfahren zeigen bei langen Zeiten geringste (2 %), bei sehr kurzen größte Versagerhäufigkeit (über 10 %), bei Zeiten unter 3 s etwa 10 % Fehler von mehr als 0,5 s (bei längeren Zeiten mehr) und bei Zeiten über 3 s größte Richtigkeit. Von der Einführung der vorgeschlagenen Ableseuhr mit festem Zeiger ist jedoch eine wesentliche Verbesserung der Messungen nach dem Ableseprinzip zu erwarten. Das Abzählprinzip weist bei sehr kurzen Zeiten die geringste Versagerzahl (1 %) und 5...8 % Fehler von mehr als 0,5 s auf. Für Zeiten über 3 s sollte es infolge seiner Unzuverlässigkeit (25...50 % Fehler von mehr als 0,5 s) nur ausnahmsweise und nur zu groben Messungen Verwendung finden (M. Moisescu, Industr. Psychotechn. Bd. 4, S. 97). *Sb.*

Verschiedenes.

Technisch-wissenschaftlicher Quellennachweis. — Der Deutsche Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine hat durch seinen Ausschuß für Technisches Schrifttum eine Umfrage erlassen, durch welche Unterlagen für die Einrichtung eines bibliographischen Quellennachweises für technisch-wissenschaftliche Literatur beschafft werden sollen. Es liegt auf der Hand, daß dieser Quellennachweis um so mehr allen Wünschen entsprechen wird, je mehr Äußerungen auf die mit Fragebogen ausgestattete Umfrage eingehen. Wir bringen hier die im Fragebogen aufgestellten Fragen zur Kenntnis unserer Leser und empfehlen eine fleißige Beteiligung an der Umfrage. Fragebogenformulare können kostenfrei vom Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, bezogen werden und sind nach Ausfüllung dahin wieder zurückzusenden.

Fragebogen

zur Beschaffung von Unterlagen für die Einrichtung eines bibliographischen Quellennachweises für technisch-wissenschaftliche Literatur.

Frage 1: Besteht bei Ihnen ein Quellennachweis für wissenschaftlich-technische Literatur?

Frage 2: Auf welche Fachgebiete erstreckt er sich?

Frage 3: Wie bearbeiten Sie den Stoff und wie werten Sie ihn aus?

Frage 4: Werden nur periodisch erscheinende Veröffentlichungen (Zeitschriften, Forschungsmitteilungen, Werkzeitschriften, Verhandlungsberichte usw.) oder auch Bücher und andere Literatur verarbeitet?

Frage 5: Ist Ihr Nachweis auch anderen Organisationen und Einzelpersonen zugänglich, und wären Sie geneigt, unmittelbar oder durch Vermittlung einer Spitzenorganisation Auskunft zu erteilen, gegebenenfalls unter welchen Voraussetzungen?

Frage 6: Sind Ihnen andere Organisationen und industrielle Unternehmungen bekannt, die sich mit technisch-wissenschaftlichem Dokumentationsdienst befassen? Können Sie uns die wichtigsten angeben, an die Sie die Übersendung dieses Fragebogens für angezeigt erachten?

Frage 7: Haben Sie uns irgendwelche Anregungen für die Einrichtung eines Quellennachweises für wissenschaftlich-technische Literatur zu geben?

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Die Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, Berlin, sagt in ihrem Geschäftsbericht für 1927, daß die Besserung in Handel und Industrie eine merkliche Erhöhung des Stromverbrauchs gebracht habe, die aber in ihrem Ausmaß nur als eine normale Steigerung gegen die Vorjahre, keineswegs jedoch als ein Ausgleich für die Rückschläge zu betrachten sei, die die deutsche Elektrowirtschaft gegenüber der der Welt seit 1914 erlitten habe. Mehr und mehr werde es dem Vorstand klar, daß die Elektrizitätsversorgung durch die in öffentlicher Hand befindlichen Unternehmungen keinen Fortschritt bedeute, daß, abgesehen von ganz wenigen Ausnahmen, der Verbraucher weder billigere Preise noch günstigere Bedingungen genieße als seitens der Privatbetriebe, und daß Rationalisierung und Elastizität in der Elektrowirtschaft weit schwieriger von behördlichen als von privaten Unternehmungen erreicht werden könnten. Hieran hätten selbst die großen Vorteile nichts geändert, welche die öffentlichen Betriebe aus ihrer steuerlichen Bevorzugung, ihrer Abgabenfreiheit und ihrer Monopolstellung genießen. Man fände diese Feststellungen auch auf allen anderen Gebieten des Wirtschaftslebens bestätigt, in denen sich das Eindringen behördlicher Unternehmungen fühlbar mache. Die Gesellschaft, deren Beteiligungsunternehmungen 1927 eine nutzbare Stromabgabe von 3631,8 Mill. kWh aufweisen, hat im Ausland ihre Betätigung wieder etwas erweitert, ist aber noch nicht selbständig aufgetreten und neuerdings im Begriff, mit eigener Organisation fremdländische Geschäfte zu bearbeiten, wobei sie für den Fall des Zustandekommens solcher mit ihr befreundeten internationalen Gruppen zusammengehen wird. Zu diesem Zweck und für die Erweiterungsbauten ihrer Tochtergesellschaften erhöht sie das Aktienkapital bei gleichzeitiger Ausgabe einer Obligationsanleihe (5 Mill. $ zu 6 % verzinslich mit Aktienoption) um 10 auf 60 Mill. RM. Der aus laufenden Erträgen erzielte Gewinn der Gesfürel betrug 8 343 948 RM (7 733 780 i. V.) und der Reingewinn 6 216 372 RM (6 181 599 i. V.). Hieraus wurden auf 50,01 Mill. RM Aktienkapital wieder 10 % Dividende verteilt. Aus dem amerikanischen Anleiheprospekt geht hervor, daß die Aktiven einschl. aller Investierungen nach Abzug der Passiven einen Wert von über 37,5 Mill. $ repräsentieren.

Da fast alle Industrie- und Gewerbezweige des Versorgungsgebietes der Sächsischen Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft A. G., Siegmar, 1927 gut beschäftigt waren, konnte das Unternehmen an Großabnehmer 80,5 Mill. kWh (50,5 i. V.) und an die anderen Konsumenten 16,7 Mill. kWh (14,2 i. V.), im ganzen also 97,2 Mill. kWh gegen 64,7 in 1926 abgeben. Der Anschlußwert war am Schluß des Berichtsjahres mit 149 925 kW um nahezu 16% höher als im Vorjahr. Der Strombezug von der A. G. Sächsische Werke ist bedeutend gewachsen. Für den Ausbau der Erzeugungs- und Verteilungsanlagen wurden rd. 3,7 Mill. RM aufgewendet. Bei 6 960 213 RM Geschäfts- und 2 204 196 RM Reingewinn (6 410 264 bzw. 2 202 719 i. V.) hat die Gesellschaft auf 26 Mill. RM Aktienkapital, die eine Erhöhung um 6 Mill. RM erfahren, wieder 8 % Dividende verteilt.

Die Kraftübertragungswerke Rheinfelden hatten 1927 etwas ungünstigere Wasserverhältnisse, als dem langjährigen Durchschnitt entspricht. Infolge Zukaufs von Strom brauchte das Dampfkraftwerk nur während 96 Tagen betrieben zu werden. Der Absatz aus eigenen Werken und aus dem Bezug von Fremdstrom überstieg die Lieferung des Vorjahres um 10 %. Wenn trotzdem das Ergebnis nicht günstiger gewesen ist als 1926, so liegt das, wie der Vorstand berichtet, hauptsächlich an der weiteren Steigerung der Steuern, die fast die Höhe der Dividende erreichten. Beim Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt schreiten die Bauarbeiten rüstig voran. Mit dem Bezirksverband Lörrach sind neue, bis 1953 laufende Lieferungsverträge geschlossen worden. Der Betriebsüberschuß betrug 4 202 200 RM (3 660 990 i. V.), die Summe sonstiger Einnahmen 119 412 RM (68 183 i. V.) und der Reingewinn 1 451 540 RM (1 445 359 i. V.). Auf 12 Mill. RM Aktienkapital kamen wieder 10% Dividende zur Verteilung.

Bei den Main-Kraftwerken A. G., Höchst a. M., ist die Stromabgabe 1927 von 51,844 i. V. auf 73,559 Mill. kWh, d. h. um rd. 42 % gewachsen, woran die Großindustrie mit 45 % und die Abnehmer von Licht und Kleinkraft mit 19 % beteiligt waren. Die Gesellschaft hat zu Anfang 1928 einen auf dem letztjährigen Stromverbrauch aufgebauten Grundgebührentarif eingeführt, der den Abnehmern eine 10prozentige Preisermäßigung bringt, d. h auf 45 Pf/kWh, und nach dem der Mehrverbrauch bei gleichen Verhältnissen nur noch 20 Pf/kWh kostet. Der Anschlußwert betrug Ende 1927 89 688 kW (70 977 i. V.). Nach Fertigstellung der 50 kV-Leitung Höchst—Wiesbaden und einer 10 kV-Leitung Wiesbaden—Eltville konnte die Stromlieferung an die Rheingau Elektricitätswerke A. G. und mittels der 10- und 50 kV-Schaltanlagen beim Kraftwerk Höchst der Strombezug vom Umspannwerk Aschaffenburg des Bayernwerks aufgenommen werden. Dem Verteilungsnetz der Berichterstatterin wird die gesamte im Wasserkraftwerk Cramberg a. d. L. der Lahnkraftwerke A. G., Limburg, erzeugte Arbeitsmenge zugeführt. Betrieb, Installationen, Zinsen und Dividenden ergaben einen Überschuß von 5 294 277 RM (4 324 631 i. V.). Aus dem Reingewinn von 1 908 809 RM (1 801 498 i. V.) wurden auf nunmehr 22,4 Mill. RM Stammaktienkapital wieder 8 % Dividende verteilt.

Das Ergebnis des Geschäftsjahres 1927 wird von der Großkraftwerk Franken A. G., Nürnberg, als zufriedenstellend bezeichnet. Der Stromverkauf ist trotz der wenig günstigen Wirtschaftslage der Industrie von 113,716 auf 145,2 Mill. kWh, also um 28 % gegen das Vorjahr gestiegen. Im Anwachsen der Höchstbelastung von 46 617 auf 56 240 kW, d. h. um 21 %, tritt der günstige Einfluß des Grundtaxentarifs auf die Belastungsspitze in Erscheinung.. Im Osten Nürnbergs, bei dem ehemaligen Kraftwerk des Städtischen Elektrizitätswerks Tullnau, wird ein Umspannwerk errichtet, in dem ein Teil der mit 100 kV vom Kachletwerk übertragenen Energie unter 20 kV zur Verteilung gelangt. Der Anschlußwert des Unternehmens hat sich von 245 203 auf 268 728 kW erhöht. Bei 2 110 284 RM Betriebs- und 712 866 RM Bilanzüberschuß (2 047 879 bzw. 719 854 i. V.) betrug die Dividende wieder 9 % auf 7 Mill. RM Stammaktienkapital.

Die Gesamtstromerzeugung der Electricitäts-Werke Liegnitz stellte sich 1927 auf 17,702 Mill. kWh (13,844 i. V.), wovon 8,02 auf die Stadt und 9,682 Mill. kWh auf die Überlandversorgung entfielen, die im Berichtsjahr nur geringe Erweiterungen erfahren hat. Nutzbar abgegeben wurden im ganzen 13,264 Mill. kWh (10,132 i. V.), u. zw. je rd. 6,6 an die beiden Verbrauchsgebiete. Die Betriebeinnahmen (einschl. der Straßenbahn) werden mit 2 040 808 RM (1 747 303 i. V.) und der Reingewinn mit 533 417 RM (497 144 i. V.) ausgewiesen. Auf 3,850 Mill. RM Aktienkapital verteilte die Gesellschaft wieder 9 % Dividende.

Die A. G. Körting's Electricitäts-Werke, Berlin, betrieb 1927 die Zentralen Aken, Bentheim, Clausthal-Zellerfeld, Gransee, Pr. Holland, Rahlstedt, Tonndorf-Lohe, Thum, Winnenden. Stromverkauf und Installationsumsatz haben sich gegen 1926 gehoben, doch mußten im Zusammenhang mit den verlängerten Konzessionsverträgen die Strompreise teilweise recht erheblich gesenkt werden. Betriebseinnahmen, Installationsgewinn und Zinsen ergaben 1 185 680 RM (1 223 155 i. V.). Aus dem 204 167 RM betragenden Reingewinn (204 117 i. V.) wurden auf 2,5 Mill. RM Stammaktienkapital abermals 8 % Dividende ausgeschüttet.

Ohne ihren Selbstverbrauch hat die Elektricitätswerk Südwest A. G., Berlin-Schöneberg, 1927 rund 68,208 Mill. kWh nutzbar abgegeben (59,652 i. V.). Davon entfielen im Gleichstromgebiet 23,837 Mill. kWh auf Bahnbetrieb, 32,316 auf Beleuchtung und 9,570 auf Kraft, ferner 2,485 Mill. kWh auf Drehstrom. Die Zunahme betrug demnach 11,12 bzw. 16,86 bzw. 9,46 bzw. 37,74 %. Am Schluß des Geschäftsjahres verfügte die Gesellschaft ohne die Akkumulatorenbatterien über 113 760 kW an Generatoren, Umformern und Gleichrichtern (103 440 i. V.). Ein mit der Stadt Berlin geschlossener Vertrag verpflichtet die Berichterstatterin, auch in ihrem Stromversorgungsgebiet die gleichen Bedingungen und Tarife anzuwenden, wie sie in Berlin selbst bestehen; nach einem Abkommen mit der Bewag bezieht sie von dieser eine bestimmte Menge elektrischer Arbeit. Der Betriebsgewinn betrug 10 295 702 RM (8 721 916 i. V.) und der Überschuß 3 593 663 RM (3 111 907 i. V.). Hieraus wurden auf jetzt 40 Mill. RM Aktienkapital wieder 9 % Dividende gezahlt.

---

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 989.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Zum Gesetz über die Freigabe deutschen Eigentums in den V. S. Amerika. — Der Bund der Auslandsdeutschen in Berlin hat eine Denkschrift über das amerikanische Freigabegesetz und die Regelung der deutschen und amerikanischen Schadensersatzansprüche erscheinen lassen. Aus dem sehr komplizierten und ausführlichen Gesetz seien die wichtigsten Punkte hier wiedergegeben.

Das Gesetz regelt u. a. die Ansprüche deutscher Staatsangehöriger gegen die Vereinigten Staaten aus der Übernahme von Schiffen, Radiostationen und Patenten, u. zw. von Patenten, Patentanmeldungen und Ansprüchen auf Patente, die durch den Alien Property Custodian an die Vereinigten Staaten übertragen oder lizensiert wurden. Die Entschädigung soll, soweit feststellbar, denjenigen Beträgen entsprechen, die für ein solches Schutzrecht gezahlt worden wären, wenn es von einem Bürger der V. S. Amerika an diese übertragen worden wäre. Von diesem so festgesetzten Betrage wird ein etwa von den Vereinigten Staaten schon gezahlter Preis in Abzug gebracht. Ferner soll für die Benutzung eines solchen Schutzrechts durch die Vereinigten Staaten bzw. zu deren Gunsten eine Abfindung gezahlt werden, wobei allerdings die Benutzung durch den Custodian während der Zeit vom 6. IV. 1917 bis 11. XI. 1918 sowie ferner von dem Tage ab ausgeschlossen ist, an dem das Schutzrecht durch den Alien Property Custodian verkauft oder in Lizenz gegeben wurde. Über die Berechtigung und Höhe der Ansprüche bestimmt ein vom Präsidenten der V. S. Amerika ernannter Schiedsrichter als einzige Instanz.

Der Gesamtbetrag der für diese Zwecke zur Verfügung stehenden Mittel soll 100 Mill. $, abzüglich der Verwaltungspesen und der schon gezahlten Entschädigungen, nicht überschreiten, wobei allerdings die unter Abschnitt 27 des Gesetzes über den Handel mit dem Feind den Vereinigten Staaten zurückerstattete Entschädigung unberücksichtigt bleibt. Es werden deshalb zunächst vorläufige Festsetzungsbescheide erlassen. Wenn deren Gesamtbetrag obige Summe überschreitet, soll der die Entschädigung bearbeitende und festsetzende Schiedsrichter den Betrag jedes vorläufigen Festsetzungsbescheides pro rata herabsetzen. Ein endgültiger oder vorläufiger Festsetzungsbescheid kann nur für solche Ansprüche ergehen, bei denen der Anspruch nach Ablauf von vier Monaten vom Amtsantritt des Schiedsrichters an, also bis zum 2. VIII. 1928, eingereicht oder bei denen ein eine Entschädigung gewährendes, rechtskräftig gewordenes Urteil gegen die Vereinigten Staaten ergangen ist bzw. bei denen ein Prozeß wegen Entschädigung schwebt, wenn das Verfahren nicht durch den Antragsteller vor Ablauf von sechs Monaten vom Amtsantritt des Schiedsrichters, somit vor dem 2. X. 1928 zurückgezogen und bevor eine derartige Entscheidung rechtskräftig geworden ist.

In einem weiteren Sonderteil des Gesetzes, der die Rückgabe von Eigentum aus dem Gewahrsam des Alien Property Custodian an deutsche, österreichische und ungarische Staatsangehörige betrifft, ist der Alien Property Custodian ermächtigt, den Berechtigten ohne Rücksicht auf den Wert alle Patente, Marken, Stempel, Etiketten, Verlagsrechte oder Ansprüche darauf zurückzugeben, die an den Custodian seinerzeit übertragen bzw. von ihm beschlagnahmt worden sind. Allerdings ist bestimmt, daß das nur soweit gilt, als nicht auf Grund dieses Gesetzes durch Verkauf, Ausgabe von Lizenzen oder anderweitig bereits darüber verfügt worden ist. Ferner hat der Alien Property Custodian solche Patente usw. zurückzugeben, für die eine Lizenz ausgegeben worden ist, jedoch mit der Maßgabe, daß bei der Rückgabe auch die Lizenz oder die sonstige Belastung bestehen bleiben soll.

Die Bestimmungen des Gesetzes sind sehr umfangreich und unübersichtlich, und es bleibt abzuwarten, wie die sehr weitgehende Befugnis des Schiedsrichters sich auswirken wird. Ein Gegensatz besteht auch insofern, als die ersteren Vorschriften sich nur auf Patente beziehen, während die Bestimmungen über die Rückgabe von Eigentum aus dem Gewahrsam des Alien Property Custodian sich auf Patente, Warenzeichen, Verlagsrechte usw. erstrecken.

Der Custodian hatte während des Kriegs, wie seit Jahren bekannt ist, annähernd 4800 deutsche Patente, darunter alle wichtigen, ferner viele wertvolle Warenzeichen beschlagnahmt und für ganz klägliche Beträge der Hauptsache nach an einen amerikanischen Trust verkauft, dessen maßgebender Direktor der Custodian nach der Beendigung seiner Tätigkeit wurde. Diese Korruption hat selbst in Amerika derartiges Aufsehen erregt, daß die Regierung nach langen Erörterungen gegen den Trust auf Herausgabe der Patente und Schutzrechte klagte. Sie hat damit aber keinen Erfolg gehabt, was allmählich den Boden für das obige Gesetz vorbereitete. Es bleibt abzuwarten, ob und in welchem Umfange die Vereinigten Staaten jetzt das schwere Unrecht gutmachen werden, das von ihnen an dem Privateigentum der feindlichen Staatsbürger begangen worden ist. Immerhin ist m. W. von allen Ententestaaten außer der südafrikanischen Regierung die der Vereinigten Staaten noch die einzige, die den Grundsatz von der Unantastbarkeit des Privateigentums feindlicher Staatsangehöriger wenigstens grundsätzlich anerkannt hat, wenn sie ihn auch in einer wahrscheinlich unbefriedigenden Form in die Praxis umzusetzen sucht[1].

Ratifikation der Haager Verträge über den Schutz des gewerblichen Eigentums. — Nach einer Bekanntmachung vom 27. V. 1928 (RGBl. II, 1928, S. 489) sind die vom Deutschen Reich am 6. XI. 1925 auf der Haager Konferenz unterzeichneten Verträge inzwischen ratifiziert worden[2], und zwar:

1. die Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutze des gewerblichen Eigentums von Deutschland, Österreich, Kanada, Spanien, Großbritannien und Nord-Irland, Italien und den Niederlanden;
2. das Madrider Abkommen, betr. die Unterdrückung falscher Herkunftsangaben auf Waren, von Deutschland, Spanien, Großbritannien und Nord-Irland sowie der Schweiz;
3. das Madrider Abkommen, betr. die internationale Registrierung von Fabrik- oder Handelsmarken, von Deutschland, Österreich, Spanien, Italien, den Niederlanden und der Schweiz;
4. das Haager Abkommen über die internationale Hinterlegung gewerblicher Muster oder Modelle von Deutschland, Spanien, den Niederlanden und der Schweiz.

Durch die Ratifizierung sind diese Verträge am 1. VI. 1928 nur unter den Ländern, die sie ratifiziert haben, in Kraft getreten. Es bleibt zu wünschen, daß die anderen Länder, von denen das Protokoll der Haager Konferenz mit unterzeichnet worden ist, die Ratifizierung baldigst nachholen, damit für alle den vier Abkommen angeschlossenen Länder einheitliche Bedingungen gelten.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

[1] Vgl. auch ETZ 1928, S. 668.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 873.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Übersicht über die Beschlüsse der XXXIII. Jahresversammlung in Berlin 1928.

Nachstehend sind die von der Jahresversammlung in Berlin gefaßten Beschlüsse zusammengestellt:

Vorstand.

Wiedergewählt werden auf zwei Jahre die Herren Voith und Zell, neugewählt auf die Dauer von zwei Jahren an Stelle des verstorbenen Herrn Rößler Herr Dettmar und für die gleiche Zeitdauer ein Vertreter der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Zum I. stellvertretenden Vorstandsvorsitzenden wurde Herr Petersen und zum II. stellvertretenden Vorstandsvorsitzenden Herr Zell, beide Herren auf die Dauer von zwei Jahren, gewählt.

Ausschuß.

Die ausscheidenden Herren Blochmann und Scholtes wurden auf zwei Jahre wiedergewählt. Neugewählt wurde auf die Dauer von zwei Jahren Herr Emde.

Ort der nächsten Jahresversammlung.

Als Ort für die Abhaltung der nächsten Jahresversammlung wurde Aachen bestimmt. Die Festsetzung der

Tagungzeit wurde dem Ermessen des Vorstandes überlassen.

Beitragsfestsetzung.

Für das Jahr 1929 bleiben die für 1928 festgesetzten Bestimmungen bezüglich der Mitgliederbeiträge im allgemeinen unverändert bestehen, jedoch wurde die Staffel C für körperschaftliche Mitglieder, wie folgt, geändert:

1. Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw. . . . . 36 M
2. Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigen:

a) bis 50 Angestellte und Arbeiter	. . . .	50 „
b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter		75 „
c) „ 101 „ 250	„ „ „	120 „
d) „ 251 „ 500	„ „ „	150 „
e) „ 501 „ 1000	„ „ „	300 „
f) über 1000	„ „	„ auf Anfrage.

Bevollmächtigung des Vorstandes.

Der Vorstand wird ermächtigt, in der Zeit bis zur nächsten Jahresversammlung folgende, z. Z. noch nicht endgültig fertiggestellte Kommissionsarbeiten zu verabschieden:

1. Kommission für Maschinen und Transformatoren.
   Neufassung der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M./1929" und der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T./1929".
   Kostenfreier Sonderdruck des Entwurfes angekündigt: ETZ 1928, S. 591 und 630.
2. Kommission für Bahnwesen.
   Neufassung der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Bahnmotoren und sonstigen Maschinen und Transformatoren auf Triebfahrzeugen R.E.B./1929".
3. Kommission für Installationsmaterial.
   a) Fassung für § 96 der „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928".
   Entwurf: ETZ 1928, S. 846.
   b) Leitsätze für Fassungen zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen).
   Entwurf: ETZ 1928, S. 849.
4. Ausschuß für Handgeräte.
   Änderungen an den „Vorschriften für Christbaumbeleuchtungen".
   Entwurf: ETZ 1928, S. 664.

Satzungsänderung.

V. Vorstand.

§ 8.

Der Vorstand besteht aus dem Vorsitzenden, zwei stellvertretenden Vorsitzenden und neun weiteren Mitgliedern.

§ 9.

Der Vorsitzende, die beiden stellvertretenden Vorsitzenden sowie sieben Mitglieder des Vorstandes werden von der Jahresversammlung durch einfache Stimmenmehrheit auf zwei Jahre gewählt. Die somit gewählten Vorstandsmitglieder wählen zwei weitere Mitglieder hinzu. Wiederwahl von Vorstandsmitgliedern ist zulässig, doch soll die Amtsdauer 6 Jahre im allgemeinen nicht überschreiten. Von dieser Vorschrift darf nur mit besonderer Begründung in Ausnahmefällen abgewichen werden.

VII. Kommissionen.

§ 19.

Zur Vorbereitung und Behandlung bestimmter Aufgaben und Fragen werden von der Jahresversammlung Kommissionen eingesetzt, deren Arbeitsauftrag sich auf die Dauer zweier Jahre erstreckt, falls bei der Errichtung nichts anderes bestimmt wurde. Nach Ablauf dieser Zeit muß Neuwahl erfolgen, wenn noch Aufgaben für die betreffenden Kommissionen vorliegen, wobei Wiederwahl der Mitglieder zulässig ist.

Der Vorstand kann die Aufgaben erweitern, schon bestehenden Kommissionen neue Aufgaben zur Behandlung überweisen, Kommissionsarbeiten für beendet erklären oder neue Kommissionen bilden.

Die Kommissionen erstatten ihre Berichte an den Vorstand und durch diesen an den Ausschuß oder an die Jahresversammlung.

Gemeinsame Bestimmungen für Vorstand, Ausschuß und Kommissionen.

§ 22.

Vorstand und Ausschuß treten ihre Amtstätigkeit mit Beginn des auf die Wahl folgenden Geschäftsjahres an. Hat eine Jahresversammlung nicht stattfinden können, so bleiben die sonst ausscheidenden Mitglieder des Vorstandes und Ausschusses bis zum Schluß des nächsten Geschäftsjahres im Amt.

Neubildung von Kommissionen und Ausschüssen.

Genehmigt wurde die Bildung eines großen Sicherungsausschusses sowie die Neubildung der nachfolgenden VDE-Kommissionen und -Ausschüsse:

1. Kommission für Lichttechnik,
2. Kommission für Drähte und Kabel,
3. Kommission für Installationsmaterial,
4. Großer Steckerausschuß.

ETZ-Verträge.

Vorstand und Ausschuß wurden bevollmächtigt:

1. zum Abschluß eines im Entwurf vorbereiteten G. m. b. H.-Vertrages zwischen dem VDE und dem Elektrotechnischen Verein (Berlin),
2. zum Abschluß eines im Entwurf vorbereiteten Vertrages zwischen VDE und Elektrotechnischem Verein (Berlin) einerseits sowie der Verlagsbuchhandlung Julius Springer anderseits.

Kommissionsarbeiten.

Die nachstehend aufgeführten Bestimmungen sind von der Jahresversammlung mit der Maßgabe angenommen, daß bei einigen dieser Arbeiten geringfügige Änderungen auf Grund nachträglich eingegangener Einsprüche vorgenommen werden dürfen, die in die von diesen Arbeiten herauszugebenden Sonderdrucke aufgenommen werden sollen:

1. Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.
   Änderungen an dem Abschnitt „Errichtungsvorschriften" der ab 1. Juli 1924 in Kraft befindlichen „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln", die bis zu der für die Jahresversammlung 1929 in Aussicht genommenen neuen, umgestalteten Fassung der Vorschriften als Richtlinien zu gelten haben. Gültig ab 1. Juli 1928.
   Der Wortlaut war veröffentlicht in der ETZ 1927, S. 784, 821 und 1311; 1928, S. 700.
2. Kommission für Isolierstoffe.
   Leitsätze für die Prüfung von Isolierbändern. Gültig ab 1. Juli 1928.
   Der Wortlaut war veröffentlicht in der ETZ 1928, S. 733 und 1024.
3. Ausschuß für Transformatoren in Kleinspannungsanlagen.
   Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R.E.T.K./1929. Gültig ab 1. Januar 1929.
   Der Wortlaut war veröffentlicht in der ETZ 1928, S. 305 und 832.
4. Ausschuß für Handgeräte.
   Außerkraftsetzung der „Leitsätze für die Konstruktion und Prüfung elektrischer Starkstrom-Handapparate für Niederspannungsanlagen (ausschl. Koch- und Heizgeräte)" ab 1. Juli 1928.
   Diese Außerkraftsetzung war angekündigt in der ETZ 1928, S. 733.
5. Kommission für Drähte und Kabel.
   Änderungen der „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L./1928". Gültig ab 1. Januar 1929.
   Der Wortlaut war veröffentlicht in der ETZ 1928, S. 267 und 769.



6. Kommission für Installationsmaterial.
   a) Änderung der „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928". Gültig ab 1. Juli 1928.
   Der Wortlaut war veröffentlicht in der ETZ 1928, S. 157 und 834.
   b) Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V. Gültig ab 1. Juli 1930.
   Der Wortlaut war veröffentlicht in der ETZ 1928, S. 191 und 848.
   c) Außerkraftsetzung nachstehender Arbeiten:
   Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial. Gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch die Jahresversammlung 1925/1926, Sonderdruck VDE 336,
   Vorschriften, Regeln und Normen für plombierbare Hauptleitungsabzweigkasten 500 V. Gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 313,
   Vorschriften, Regeln und Normen für einpolige Drehschalter 6 A 250 V. Gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 310,
   Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 6 A 250 V. Gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 312,
   Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 10 A 250 V. Gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 311,
   Vorläufige Leitsätze für die Prüfung des Berührungschutzes bei nackten Fassungen, Armaturen und Handleuchtern. Gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch die Jahresversammlung 1926, Sonderdruck VDE 336 b,
   Vorschriften für Isolierrohre. Gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch den Vorstand im April 1926, Sonderdruck VDE 361.
   Diese Außerkraftsetzungen waren angekündigt in der ETZ 1928, S. 848.
7. Kommission für Schaltgeräte.
   Leitsätze für Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung. Gültig ab 1. Juli 1930.
   Der Wortlaut war veröffentlicht in der ETZ 1928, S. 664 und 932.
8. Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.
   a) Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an. Gültig ab 1. Juli 1928.
   Der Wortlaut war veröffentlicht in der ETZ 1927, S. 372; 1928, S. 702.
   b) Außerkraftsetzung nachstehender Arbeiten:
   Normen und Prüfvorschriften für Porzellanisolatoren, Absatz D. Gültig ab 1. Oktober 1920, angenommen durch die Jahresversammlung 1920, Sonderdruck VDE 255, sowie
   Leitsätze für die Prüfung von Kettenisolatoren. Gültig ab 17. Oktober 1922, angenommen durch die Jahresversammlung 1922, Sonderdruck VDE 282.
   Diese Außerkraftsetzungen waren angekündigt in der ETZ 1928, S. 832.
9. Kommission für Hochfrequenztechnik.
   Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heilgeräten. Gültig ab 1. Juli 1928.
   Der Wortlaut war veröffentlicht in der ETZ 1928, S. 590 und 875.
10. Kommission für Lichttechnik.
   a) Regeln für die Bewertung von Licht, Lampen und Beleuchtung. Gültig ab 1. Juli 1928.
   Der Wortlaut war veröffentlicht in der ETZ 1928, S. 876.
   b) Regeln für die Photometrierung elektrischer Lampen. Gültig ab 1. Juli 1928.
   Der Wortlaut war veröffentlicht in der ETZ 1928, S. 877.
   c) Außerkraftsetzung der „Regeln für die Bewertung von Licht, Lampen und Beleuchtung". Gültig ab 1. Januar 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1925, Sonderdruck VDE 335.
   Diese Außerkraftsetzung war veröffentlicht in der ETZ 1928, S. 876.

Bekanntmachung.

Fachbericht-Sonderheft des VDE.

Gleich wie in den Vorjahren beabsichtigen wir, über die gelegentlich der Jahresversammlung in Berlin gehaltenen Fachberichte ein Sonderheft herauszugeben, auf das wir heute schon aufmerksam machen mit dem Bemerken, daß Vorbestellungen bereits jetzt von der Geschäftsstelle entgegengenommen werden. Die Preisfestsetzung erfolgt möglichst bald und voraussichtlich in derselben Höhe wie in den Vorjahren.

Kommission für Freileitungen.

Änderungen der Bahnkreuzungs-Vorschriften für fremde Starkstromanlagen B. K. V./1921.

Die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft teilt mit Schreiben vom 4. Mai 1928 zu den ab 18. November 1921 in Kraft befindlichen

Bahnkreuzungs-Vorschriften für fremde Starkstromanlagen B. K. V./1921

folgendes mit:

Die Bahnkreuzungs-Vorschriften für fremde Starkstromanlagen (B. K. V.) vom 18. November 1921 werden mit sofortiger Wirkung in folgenden Punkten geändert. Die Änderungen der Bauvorschriften sind mit dem Verband Deutscher Elektrotechniker vereinbart worden.

§ 8. Haftung.

Ziffer 2 erhält folgende erweiterte Fassung:

„2. Der Beliehene hat der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft allen Schaden zu ersetzen, der ihr und ihren Bediensteten infolge der Herstellung oder des Bestehens der Anlage unmittelbar oder mittelbar, auch durch Ansprüche Dritter, entsteht, sofern nicht der Beliehene beweist, daß der Schaden durch Verschulden der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft verursacht worden ist."

§ 10. Gebühren.

Ziffer 1 erhält folgende geänderte Fassung:

„1. Die Reichsbahn erhebt z. Z. für jede Kreuzung bei Starkstromanlagen mit Spannungen bis einschließlich 1000 V nachstehende Grundgebühren:

I. a) 40 RM einmalige Gebühr für jede oberirdische Kreuzung,
   b) 30 RM einmalige Gebühr für jede unterirdische Kreuzung;

II. 0,10 RM dauernde jährliche Gebühr für jedes laufende Meter Leitungzug in oder auf Bahngelände; mindestens jedoch 5 RM.

Mehrere nebeneinanderliegende Kabel werden einfach gerechnet."

§ 17. Fremde Fernmeldeleitungen.

Dieser Paragraph erhält folgenden neuen Absatz:

„Hinsichtlich der anzuwendenden Isolatoren siehe § 21."

§ 19. Lichtraum und Leitungsabstände.

Ziffer 2 b ist durch folgenden Zusatz zu ergänzen:

„Ist dieser Abstand in Durchlässen oder Unterführungen von geringen lichten Abmessungen nicht zu erreichen, so können Niederspannungsleitungen an den Brückenwiderlagern oder an sonstigem Mauerwerk in üblicher Weise abgespannt und in bewehrten Bleikabeln durchgeführt werden; die Bewehrung ist nach Möglichkeit zu erden."

§ 21. Befestigung der Leitungen.

Ziffer 1 erhält folgende Fassung:

„1. Stützenisolatoren.



a) Auf Stützenisolatoren verlegte Leitungen sind im Kreuzungsfelde abzuspannen, bei Hochspannung an je zwei Isolatoren.
b) Bei Hochspannungsleitungen soll im Kreuzungsfeld der Isolationswert der Isolatoren der nächst höheren genormten Betriebspannung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, mindestens aber einer Betriebspannung von 20 kV genügen.
c) Niederspannungsleitungen und Fernmeldeleitungen an Hochspannungsgestängen sind entweder an je zwei Stützenisolatoren zu befestigen oder an je einem Isolator, dessen Überschlagfestigkeit jedoch mindestens doppelt so groß wie die der Isolatoren der gleichen Leitung in den anschließenden Strecken sein soll.

   Werden auf den anschließenden Strecken für die Niederspannungsleitungen und Fernmeldeleitungen Hochspannungsisolatoren verwendet, so genügt an der Kreuzungstelle einfache Aufhängung mit einer Isolatorentype, die bei Regen eine um 20 % höhere Überschlagfestigkeit hat.
d) Für Niederspannungsleitungen und Fernmeldeleitungen an Niederspannungsgestängen genügt einfache Aufhängung an gleichen Isolatoren wie auf der anschließenden Leitungstrecke."

Ziffer 2c erhält folgende Fassung:

„2c. Bei Hochspannungsleitungen soll im Kreuzungsfelde der Isolationswert (Überschlagspannung bei Regen) der Hängeisolatoren so gewählt werden, daß dieser Wert bei Betriebspannungen bis einschließlich 60 kV um 20 % und über 60 kV um 10 % höher als der niedrigste Isolationswert der gleichen Leitung in den anschließenden Strecken ist."

§ 22. Baustoffe, Beanspruchung und Berechnung der Maste und Fundamente.

Ziffer 5 erhält folgende Fassung:

„5. Ein Kreuzungsfeld kann durch einen oder zwei Zwischenmaste unterteilt werden. Am Zwischenmast dürfen die Leitungen in der Wagerechten keinen kleineren Winkel als 165° miteinander bilden.

Die Festigkeit der Zwischenmaste hat den „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (II B I und II B II) zu genügen. Sind die Zwischenmaste Winkelmaste, so sind ihre Fundamente für ein um 25 % höheres Kippmoment zu berechnen. Die Befestigung der Leitungen soll in jedem Fall den Anforderungen nach § 21 genügen, doch ist Abspannung nicht erforderlich."

Zu Ziffer 6 wird folgendes bemerkt:

„Ziffer 6 wird durch die vom Verband Deutscher Elektrotechniker im Benehmen mit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft herausgegebenen „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen", gültig ab 1. Januar 1928, ersetzt (s. ETZ 1927, S. 746 und 1534, Sonderdruck VDE 368 b). Je ein Stück der Vorschriften wurde den Reichsbahndirektionen mit Verfügung — 35 Lwk — vom 29. März 1928 überwiesen."

Kommission für Isolierstoffe.

Nachstehend wird die Fassung der „Leitsätze für die Prüfung von Isolierbändern" veröffentlicht, wie sie von der Jahresversammlung angenommen ist.

Die Leitsätze treten am 1. Juli 1928 in Kraft.

Die Fassung entspricht dem in Heft 19, Jahrgang 1928 der ETZ veröffentlichten Entwurf 1, gegen den Einsprüche nicht eingegangen sind.

Leitsätze für die Prüfung von Isolierbändern.

Inhaltsübersicht:

I. Allgemeines.

§ 1. Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Juli 1928 in Kraft.

§ 2. Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für doppelseitig bestrichene Isolierbänder.

II. Prüfungen.

§ 3. Art der Prüfungen.

Da Isolierband beschränkt lagerfähig ist, so sind die nachstehenden Prüfungen auf die Anforderungen für bestimmte Zeiten nach der Herstellung bezogen. Das Isolierband soll daher ein Kennzeichen des Herstellungsmonats tragen.

Die Untersuchung erstreckt sich auf folgende Ermittlungen:

A. Mechanische Prüfung.

1. Klebkraft im Anlieferzustand.
2. Beständigkeit der Klebkraft bei Alterung.
3. Zerreißfestigkeit.
4. Brennbarkeit.

B. Elektrische Prüfung.

Durchschlagfestigkeit.

III. Versuchsausführung.

A. Mechanische Prüfung.

Für die Versuche dienen 12 Bandproben von je 600 mm Länge und 10—20 mm Breite.

§ 4.

Klebkraft im Anlieferzustand.

Bei der Durchführung dieses Versuches ist festzustellen, ob

1. die Streichung gleichmäßig am Band haftet und sich nicht vom Band ablöst,
2. das Band geradlinig geschnitten ist, d. h. es darf beim Abwickeln nicht erheblich ausfasern,
3. die Klebkraft des Isolierbandes auch bei Temperaturen bis minus 5 ° C noch ausreichend ist,
4. das Isolierband nicht so klebrig ist, daß seine Verarbeitung erschwert wird. Das Isolierband soll auch bei der Handhabung nicht übermäßig schmutzen.

Drei Versuche mit Band im Anlieferzustand. Versuchsausführung bei einer Temperatur von 20 ° C ± 2 ° C.

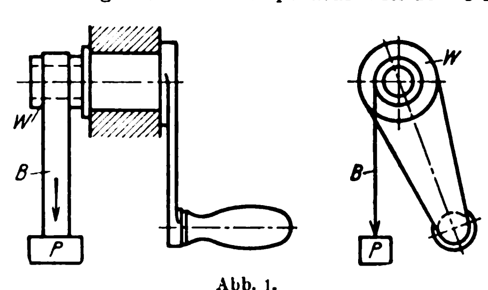


Abb. 1.

Das Band B (Abb. 1) wird mit einer Zugspannung von 0,2 kg/mm Bandbreite auf eine Walze W von 25 mm Durchmesser und 25 mm Länge mit einer Geschwindigkeit von 500 mm/min aufgewickelt.

Unmittelbar danach wird die Walze um ihre Achse drehbar in einer Gabel G (Abb. 2) befestigt, die sich an der einen Einspannung einer Zerreißmaschine befindet. Das freie Ende des Bandes B wird an der anderen Einspannung E der Zerreißmaschine (Abb. 3) befestigt. Mit einer Geschwindigkeit von 200 mm/min wird das Band von der Walze abgezogen. Als Maß für die Klebkraft gilt der Ausschlag des Gewichtshebels H. Dieser darf nicht gesperrt sein, um Schwankungen beobachten zu können. Für gleichmäßige Zuggeschwindigkeit und für möglichst reibungsfreie Lagerung der Walze ist Sorge zu tragen. Die Klebkraft ist in g/10 mm Bandbreite anzugeben. Sie soll 4 Wochen nach Herstellung des Isolierbandes mindestens 300 g/10 mm Bandbreite betragen.

§ 5. Klebkraft nach Alterung.

Bei weiterer Lagerung des Isolierbandes im Lieferzustand bis zu 1 Jahr nach Herstellung für schwarze Bänder und bis zu ½ Jahr nach Herstellung für weiße Bänder darf die Klebkraft nicht unter 175 g/10 mm Bandbreite herabsinken. Bänder mit einer Klebkraft unter 175 g/10 mm Bandbreite sind unbrauchbar.

Verkürzte Prüfung.

Sechs Versuche.

Drei Bandproben werden 24 Stunden freihängend in einem Thermostaten trockener Luft von 70 ° C ausgesetzt. Drei weitere Bandproben werden darin unter gleichen Be-



dingungen 48 Stunden belassen. Nach anschließender dreistündiger Lagerung bei Raumtemperatur von etwa 20 ° C wird die Klebkraft entsprechend den Bestimmungen unter A § 4 geprüft.

Die Änderung der Klebkraft bei 24stündiger Behandlung entspricht einer Lagerdauer von etwa ½ Jahr, bei 48stündiger Behandlung einer solchen von etwa 1 Jahr.

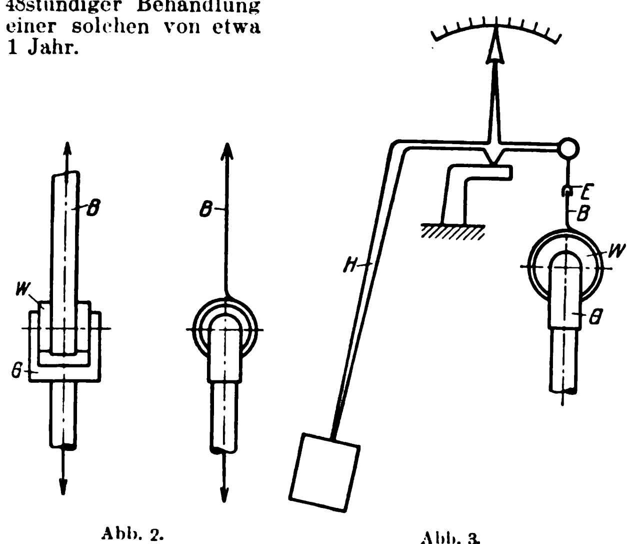


Abb. 2. Abb. 3.

§ 6. Zerreißfestigkeit.

Drei Versuche. Versuchsausführung bei 20 ° C ± 2 ° C. Die Prüfung kann mit jeder beliebigen Zerreißmaschine oder auch mit Gewichten bei stoßfreier Belastung vorgenommen werden. Die Festigkeit ist in kg/10 mm Bandbreite anzugeben.

Die Höchstfestigkeit liegt bei etwa 7 kg/10 mm Bandbreite, die Mindestfestigkeit bei 4 kg/10 mm Bandbreite.

Es ist wichtig, daß die Festigkeit gewisse Grenzen weder unter- noch überschreitet, damit die Isolierbänder bei Verwendung nicht vorzeitig reißen, jedoch ohne übermäßige Anstrengung von Hand zerrissen werden können.

§ 7. Brennbarkeit.

Ein frei herabhängendes Isolierband, durch einen Bunsenbrenner entzündet, darf nur mit ruhiger Flamme und nicht explosionsartig verbrennen.

B. Elektrische Prüfung.

§ 8. Durchschlagfestigkeit.

Drei Versuche. Versuchsausführung bei etwa 20 ° C. Die Bandprobe *B* wird schraubengangförmig (Abb. 4) mit

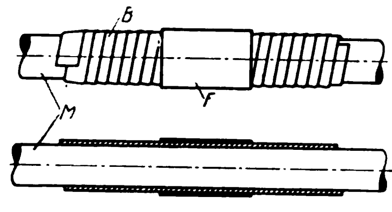


Abb. 4.

etwa 70proz. Überlappung auf einen Metallstab *M* von 25 mm Durchmesser von Hand aufgewickelt, und zwar bis zu einer Gesamtwickelbreite von 150 mm. Um die Mitte der Bewicklung wird eine Metallfolie *F* von 50 mm Breite herumgelegt und mit Isolierband befestigt. An den Metallstab einerseits und die Metallfolie anderseits wird eine Wechselspannung von 1000 V und 50 Per/s während 5 min angelegt. Es dürfen hierbei weder Durchschlag noch Spannungsabfall erfolgen; auch darf sich das Band nicht erwärmen.

Die Prüfung auf Durchschlagfestigkeit stellt gleichzeitig eine Prüfung auf Porosität dar.

Kommission für Maschinen und Transformatoren.

Die Kommission hat beschlossen, die für die Vorlage in der Jahresversammlung 1928 vorgesehenen Neubearbeitungen der

Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M./1929

und der

Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T./1929

zurückzuziehen, da eine eingehende Bearbeitung sämtlicher eingelaufenen Einsprüche in der Zeit zwischen Ablauf der Einspruchsfrist und Jahresversammlung nicht möglich war.

Es ist beabsichtigt, die genannten Entwürfe nach Erledigung der Einsprüche durch den hierzu ermächtigten Vorstand in Kraft setzen zu lassen, nachdem diese ordnungsgemäß in der endgültigen Fassung in der ETZ zur Veröffentlichung gebracht worden sind.

Neu erschienene Normblätter.

Folgende DIN VDE-Normblätter sind neu erschienen:

DIN VDE 3	Januar 1928. Abstufung von Stromstärken bei Apparaten.
DIN VDE 1201	Januar 1928. Taschenlampenbatterien, dreiteilig, 4,5 V.
DIN VDE 1600	Januar 1928. Rundfunkgerät. Anodenbatterien.
DIN VDE 3140	Januar 1928. Elektrische Bahnen. Fahrdrähte. Technische Lieferbedingungen.
DIN VDE 3141	Januar 1928. Elektrische Bahnen. Fahrdrähte. Abmessungen.
DIN VDE 8019	Januar 1928. Doppelglocken-Isolator RMd I mit doppeltem Halslager für Fernmeldeleitungen.
DIN VDE 8054	Januar 1928. Gerade Isolatorstütze für Stützenisolator N 60 nach DIN VDE 8010.
DIN VDE 8060	April 1928. Freileitungen. Klöppelbolzen, Klöppelpfannen. Anschlußmaße.
DIN VDE 9000	Oktober 1927. Gummirohre. Rohre und Muffen.
DIN VDE 9310	Juli 1928 (2. Ausgabe). Sicherungssockel 25 A 500 V mit quadratischem Grundriß und rückseitigem Anschluß für Schalt- und Verteilungstafeln.
DIN VDE 9311	Juli 1928 (2. Ausgabe). Sicherungssockel 60 A 500 V mit quadratischem Grundriß und rückseitigem Anschluß für Schalt- und Verteilungstafeln.
DIN VDE 9350	Januar 1928 (2. erweit. Ausgabe). L-Sicherung-Schraubstöpsel 6 bis 25 A 500 V und Zubehör.
DIN VDE 9650	Januar 1928. Sockel für Soffittenlampen.

Alle Anfragen bezüglich Lieferung und Versand der Normblätter sind an den Beuth-Verlag, G. m. b. H., Berlin S 14, Dresdener Straße 97, zu richten.

Bekanntmachung.

Der II. Band der „Illustrierten Technischen Wörterbücher", herausgegeben von Alfred Schlomann, ist nunmehr in der neuen Auflage erschienen. Er ist mit Hilfe des Ausschusses zur Förderung der Herausgabe der Illustrierten Technischen Wörterbücher beim Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine und unter Förderung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, des Vereins deutscher Ingenieure und des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie bearbeitet. Prospekte über diesen Band sind seitens der VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, zu beziehen. Verbandsmitgliedern wird dieser II. Band, der eine Viertelmillion Fachausdrücke in sechs Sprachen enthält, in Ganzleinen zum ermäßigten Preise von 72 M geliefert.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

International Commission on Illumination und **Illuminating Engineering Society, U. S. A.** Septemb. 1928: Internation. lichttechn. Kongreß in Amerika. — 3. bis 5. IX.: Zusammentreff. d. Teiln. in New York. — Vom 5. IX. an: Rundreise durch die V. S. Amerika. — 17. bis 20. IX.: 22. Jahresversammlung d. Ill. Engg. Soc. in Toronto, Canada. — 22. bis 28. IX.: Sitzungen d. Internat. Comm. on Illumination, Saranac Inn., N. Y., mit folg. vorläuf. Vortragsfolge: C. H. Sharp, „Automobile Headlighting". L. B. Marks, „Factory and School Lighting". W. Wissmann, „Street Lighting". Ferner Vorträge über Tageslicht-Beleuchtung, Blendung, Stadt-, Schaufenster- u. Flugplatzbeleuchtung, lichttechn. Unterrichtsfragen usw.



PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

R. Baumann †. — Am 21. Juni d. J. starb im Alter von 48 Jahren der Vorstand der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart, Prof Dr.-Ing. E. h. Richard Baumann. Das bevorzugte Arbeitsgebiet des Verstorbenen war die Elastizitäts- und Festigkeitslehre, im besonderen Materialprüfung und Metallographie, und wir verdanken Prof. Baumann auf diesen Gebieten neben der Erfindung des Schlaghärteprüfers zahlreiche wertvolle und grundlegende Arbeiten, die er in mehreren Büchern und einer Reihe von Aufsätzen veröffentlichte.

Auszeichnungen. — Die technische Hochschule Wien hat dem Prof. Dr.-Ing. E. A. Kraft, T. H. Berlin, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Förderung der technischen Wissenschaft und Praxis das Doktorat der technischen Wissenschaften Ehren halber verliehen.

— Von der Technischen Hochschule Karlsruhe wurde dem Dr.-Ing. M. W. Sarfert, Direktor des Sachsenwerkes, Licht- und Kraft-Aktiengesellschaft in Niedersedlitz, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Elektrotechnik durch erfolgreiche Ausbildung der elektrischen Maschinen, Starkstromapparate und Schaltanlagen die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Kennzahlen zum Entwurf und Vergleich von Typenreihen elektrischer Maschinen.

Auf die Erwiderung von H. ROSENTHAL auf S. 522 der ETZ 1928 muß ich zurückkommen, weil es in bezug auf die Wachstumsgesetze von Maschinen und Transformatoren eben doch eine unverrückbare Norm, d. h. je nur eine richtige und daneben lauter unrichtige Darstellungsweisen gibt. Die Induktion in pollosen bzw. in vielpoligen elektromagnetischen Energiewandlern ist zweierlei, trotzdem sie formal durch ein und dieselbe Maxwellsche Gleichung ausgedrückt werden kann. Daß die von mir vertretene Essonsche Grundlage der Wachstumsgesetze von Maschinen nicht bloß eine mehr oder weniger zutreffende empirische Gesetzmäßigkeit, sondern eine verpflichtende Norm bildet, hat F. EMDE auf S. 1430 der ETZ 1922 in aller Strenge gezeigt. Innerhalb von Typenreihen von Maschinen variiert denn auch die Essonsche Zahl so wenig, daß sie als Maschinen-„Konstante" gelten darf; darum besteht auch die von mir aufgestellte Beziehung — $L \cdot n^5 =$ konst. — für Typenreihen normaler elektrischer Maschinen zu Recht. Wenn in Darstellungen verschiedener Aufsätze und Bücher über Dynamobau die Essonsche Zahl durch eine stark gekrümmte Kurve mitgeteilt wird, so will diese Kurve eben die Änderung dieser Zahl von der kleinsten bis zur größten Maschinen-Nennleistung, d. h. über eine Vielheit von Typenreihen hinweg, abbilden, womit doch für die einzelne Typenreihe noch gar nichts ausgemacht ist. Vielmehr besteht, wie ich auf Seite 92 der ETZ 1928 gezeigt habe, die Tatsache, daß die Essonsche Grundlage so sehr eine objektive Norm des Elektromaschinenbaus bildet, daß sie denselben in das Gebiet des allgemeinen Maschinenbaus organisch einordnet.

Zürich, 30. III. 1928. W. Kummer.

Erwiderung.

Wenn W. KUMMER als Begründung seiner Behauptung, daß die Wachstumsgesetze von Transformatoren und umlaufenden Maschinen verschieden seien, sagt, die Induktion in pollosen und in vielpoligen Energiewandlern sei zweierlei, so ist das wiederum eine Behauptung, aber kein Beweis. In dem von Kummer angezogenen Aufsatz weist F. EMDE nach, daß die „sogenannte Leistungskonstante" ein Maß für die Oberflächenbeanspruchung des Läufers ist, und schlägt deshalb als Ersatz für die zahlreichen, voneinander abweichenden Leistungskonstanten die Einführung des mittleren Drehschubs vor. Daß dieser oder die „Leistungskonstanten" tatsächlich konstant seien, wird nirgends behauptet und noch weniger bewiesen. Im Gegenteil heißt es mit Bezug auf den von SNELL bzw. von ESSON aufgestellten Satz, daß die Nennleistung N dem Produkt $D^2 l n$ proportional sei: „. . . Doch ergab später die Prüfung des Satzes an sorgfältig berechneten guten Maschinen, daß der Proportionalitätsfaktor nicht nur bei verschiedener Bauart verschieden ist, sondern sich auch innerhalb einer Typenreihe mit der Größe der Maschine ändert. Trotzdem hat man eigentlich kaum nach einer Funktion gesucht, die die tatsächliche Abhängigkeit der Nennleistung von D, l, n besser darstellt . . ." Eine solche Funktion ist eben in dem Vidmarschen Wachstumsgesetz enthalten. Selbstverständlich kann man zur Vereinfachung einer Rechnung eine gekrümmte und im Mittel gegen die Abszissenachse geneigte Kurve durch eine Parallele zur Abszisse ersetzen, wie es KUMMER durch die Annahme $C = \frac{L}{V} =$ konst. tut. Nur ist es nicht üblich, die mittels solcher Näherungslösung gefundenen Ergebnisse als einzig richtige zu bezeichnen im Gegensatz zu anderen Ergebnissen, die mit Hilfe einer besseren Näherung an die tatsächliche Kurve gefunden sind. Daß die Typenkennzahl eine bessere Näherung ergibt als die Essonsche Zahl, ist z. B. aus Abb. 8 meiner Arbeit deutlich zu ersehen.

Von den beiden Voraussetzungen, die zur Aufstellung der Leistungsdrehzahl-Beziehung $L n^5 =$ konst. geführt haben, entspricht mithin die erste nicht den tatsächlichen Verhältnissen. Aber auch die zweite Voraussetzung, daß die Fliehkraft für die Masseneinheit konstant sei ($D n^2 =$ konst.) trifft praktisch nicht zu, und nur dadurch, daß die beiden Fehler sich teilweise kompensieren, stimmt die von KUMMER abgeleitete Beziehung leidlich mit der Wirklichkeit überein.

Berlin, 26. IV. 1928. H. Rosenthal.

LITERATUR.

Besprechungen.

L'Energia Elettrica. Sonderheft zum 100jährigen Todestag von Alessandro Volta. 1827—1927. Herausgeg. von der Unione Nazionale Industrie Elettriche, Mailand 1927. Preis kart. 70 L.

Das dem Andenken Voltas anläßlich der hundertsten Wiederkehr seines Todestages vom Verband der elektrischen Industrie Italiens gewidmete Sonderheft der Zeitschrift L'Energia Elettrica will durch eine Sammlung von Einzelschriften über die Hauptgebiete der Elektrizitätslehre und der Elektrotechnik deren Entwicklungsgang und gegenwärtigen Stand schildern und damit ein Gedenkblatt von bleibendem Wert in den Kranz der Ehrungen flechten, die sich an die Jahrhundertfeier knüpften.

Der mit dem Bildnis Voltas geschmückte stattliche Band beginnt mit einer schönen Würdigung der sich über 60 Jahre erstreckenden wissenschaftlichen Tätigkeit Voltas aus der Feder von Prof. Luigi Volta, nach den Quellen der in der Herausgabe befindlichen Ausgabe von Voltas Schriften. Es folgt eine Reihe von zwanzig Abhandlungen, die, voneinander unabhängig, je eine historische kritische Übersicht über ein Sondergebiet der Elektrizitätslehre geben.

Der von Prof. Corbino entworfene Plan für die Auswahl und Reihenfolge der Arbeiten knüpft an den geschichtlichen Werdegang an, wie durch Voltas Entdeckung zu den bis dahin allein bekannten Erscheinungen der statischen Elektrizität die Erkenntnis von den elektrodynamischen Erscheinungen trat und dadurch die Bahn zum Aufbau der heutigen Elektrizitätslehre und der Entwicklung der Elektrotechnik eröffnet wurde.

So gibt zunächst Prof. Perucca in „150 Jahre Elektrostatik" ein treffliches Bild von dem Werdegang der Kenntnis der elektrostatischen Erscheinungen, angefangen vom Stand bei Beginn der Arbeiten Voltas (1769) über Coulomb — Faraday — Maxwell — Hertz bis zur gegenwärtigen quantentheoretischen Erklärung der Polarisation der Dielektrika. Als Überleitung erläutert Prof. Corbino den Voltaeffekt im Lichte der Elektronentheorie, und anschließend behandeln Prof. Lori die Geschichte der Theorie des Elektromagnetismus und Prof. Lombardi die der Theorie der elektromagnetischen Induktion. Die folgenden sieben Arbeiten behandeln weitere Sondergebiete der theoretischen Elektrizitätslehre: Wärme und Elektrizität von Prof. la Rosa, Die Halbleiter von Prof. Pochettino, Theorie des Magnetismus von Prof. Puccianti, Die elektro- und magneto-optischen Erscheinungen von Prof. Fermi, Die galvano- und thermomagnetischen Erscheinungen in Metallen von Prof. Persico, Die magnetoelastischen Wirkungen von Prof. Can-

tone und Elektrizitätsdurchgang durch Gase von Prof. lo Surdo. Der angewandten Elektrizitätslehre sind die weiteren fünf Arbeiten gewidmet: Lichtbogen und elektrischer Ofen von Prof. Amerio, Elektrisches Licht von Prof. Bordoni, Die neuen Strahlungsarten von Prof. Majorana, Neuere Probleme der Elektrolyse von Prof. Cambi und Messung elektrischer Größen von Prof. Barbagelata. Den Schluß bilden vier Abhandlungen über wichtige Gebiete der Elektrotechnik: Die industrielle Erzeugung elektrischer Energie von Prof. Dina, Arten und Wirkungsweise der Elektromotoren von Prof. Arnò, Großkraftübertragung von Prof. Sartori und Radiotechnik von Prof. Vallauri.

Die kurze Aufzählung der Arbeiten vermag nur einen schwachen Begriff von dem reichen Inhalt des Bandes zu geben, sie zeigt jedoch, daß das Werk ein fast vollständiges Bild von dem Entwicklungsgang und dem Stand der Erkenntnisse und der Anwendungen der Elektrizität gibt. Die vom Geist streng wissenschaftlicher, kritischer Sachlichkeit getragenen Arbeiten bieten nicht nur dem Leser in ihrer formvollendeten Darstellung einen hohen Genuß, sondern bilden auch einen Beitrag zur Geschichte der Elektrizitätslehre von bleibendem Wert.

A. Fraenckel.

Die Speisewasser-Vorwärmung mittels Kesselabgasen. Von Obering. C. Rühl. Entwicklung, Konstruktion u. Berechn. d. Economisers. Mit 152 Textabb., 22 Tab., 21 Rechnungsbeisp., 30 Taf., XIX u. 276 S. in 8°. Verlag von A. Ziemsen, Wittenberg 1927. Preis geb. 14 RM.

In diesem Werke wird zum ersten Male der große und wichtige Fragenkomplex der Vorwärmung des Kesselspeisewassers durch Abgasausnutzung großzügig und im Zusammenhang behandelt. Ausgehend von dem ältesten Vorwärmer, dem Greenschen Economiser, schildert der Verfasser auf Grund langjähriger Erfahrungen die Entwicklung und die neuzeitlichen Bauarten des gußeisernen Glattrohreconomisers, um anschließend die schmiedeeisernen und zuletzt die Rippenrohreconomiser, insbesondere die Konstruktionen von Kablitz, Föge und Stierle zu behandeln. Auf Grund seiner theoretischen Untersuchungen stellt der Verfasser die interessante Tatsache fest, daß bei dem Glattrohrvorwärmer mehr die äußere, bei dem Rippenrohreconomiser dagegen mehr die innere Verschmutzung von Einfluß auf den Wärmedurchgang ist. Unter gleichen Betriebsbedingungen arbeitet der Rippenrohreconomiser aber erheblich wirtschaftlicher als der Schabereconomiser. Bei ersterem ist wiederum die Rippenform — rund oder quadratisch — von Bedeutung. Quadratische Rippen (D.R.P. Stierle) ergeben wegen der zwangläufigen Gasführung einen günstigeren Wärmeübergang als runde Rippen. Das wichtigste Kapitel ist das der Heizflächenberechnung, bei der der Wärmeübergangskoeffizient eine ausschlaggebende Rolle spielt. Hierüber sind ausführliche Angaben gemacht, jedoch fehlen praktische Zahlen für Rippenrohrvorwärmer im Gegensatz zu den Angaben für Schabereconomiser. An Hand von Rechnungsbeispielen werden verschiedene Rechnungsmethoden gezeigt und ihr Wert für die Praxis gewürdigt. Den Schluß bilden einige kleinere Kapitel über Fabrikation, Montage, Betrieb und Reparatur der Economiser. Hervorzuheben sind als sehr wertvolle Hinweise für die Planung neuer Anlagen 30 maßstäbliche Tafeln, die besonders die große Mannigfaltigkeit in der Anordnung und im Einbau trefflich erkennen lassen. Alles in allem hat der Verfasser seine Aufgabe mit großem Verständnis und guter Verständlichkeit gelöst, so daß das Werk dem Konstrukteur wie auch dem Betriebsleiter zweifellos von großem Nutzen sein wird. Jedenfalls kann es allen Wärmewirtschaftlern bestens empfohlen werden.

Rupnow.

Organisation der Rationalisierung Amerika-Deutschland. Von Dr. B. Birnbaum. Mit 106 S. in 8°. Verlag von Reimar Hobbing, Berlin 1927. Preis geh. 2,50 RM, geb. 3 RM.

Das Buch, das dem „genialen Organisator der amerikanischen Rationalisierung" Herbert Hoover gewidmet ist, entstand auf einer längeren Studienreise durch Amerika und bringt in geschlossener Form eine Darstellung der organisatorischen Grundlagen der Rationalisierungsbestrebungen in Amerika. Die bestehenden, in Parallele zu ziehenden deutschen Organisationen: das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit usw. sind erläutert, aber ausgesprochenermaßen nur in einem Umfange, daß sie als Vergleichsmaßstab dienen können. Das Buch erreicht seinen Zweck und dürfte auch sicher dazu beitragen, durch eine klare Darstellung der Gründe für den Erfolg in der amerikanischen Industrie möglichst viele Berufene zu gleichem Wirken anzuspornen. Das Programm der Organisation der Rationalisierung in Amerika entstammt Hoover, der zuerst als Präsident des Verbandes amerikanischer Ingenieure, dann seit 1921 als Handelsminister eine Reihe von Gesichtspunkten aufstellte, nach denen der „Vergeudung in der Industrie" gesteuert werden sollte. In zweckmäßiger, geschickter Form ist dabei eine Staatsunterstützung dieser Bestrebungen eingeflochten worden, ohne die einzelnen Interessierten in ihrer Verantwortung zu entlasten und irgendeine Initiative von der Betätigung auszuschließen. „Jedem Individuum, jeder Vereinigung mußte das Bewußtsein der eigenen Verantwortung bleiben und zugleich wurde durch die Organisation der Weg gewiesen, wie ihre Arbeit für sie selbst und für die Allgemeinheit verwertet werden kann." In diesem Geiste entstand im Dezember 1921 im Handelsministerium die Abteilung für vereinfachte Praxis, die sich auf voraufgegangene Tätigkeit seitens der Normenkommission der amerikanischen Ingenieure, als Zentralstelle für technische Normierungen, sowie auf Rationalisierungsarbeiten der Handelskammer der Vereinigten Staaten stützen konnte. Es setzte nun in zweckmäßiger, geschickter Weise eine unermüdliche Propaganda ein, die wesentlich zum Erfolg beitragen konnte. Ferner werden in dem Buche die Bestrebungen dieser Stellen geschildert, weitergehend zu den Rationalisierungsbestrebungen durch private Initiative, die ebenfalls einen breiten Raum einnahmen.

Vielfache Klagen über Warenverteuerung im Handel führten im Jahre 1925 zu zwei Zusammenkünften einer unter Mitwirkung des Handelsministeriums gebildeten Reichsverteilungskonferenz, auf der sich Hoover unter Abweisung unnötigen Geschwätzes einer Schätzung anschloß, wonach die von ihm in 15 Punkten aufgezählten „Vergeudungen" auf 25 bis 30 % der von dem Verbraucher gezahlten Warenpreise beziffert werden. Eine zweckmäßige Einkaufspolitik der amerikanischen Bundesregierung mit ihrem ungeheuren Bedarf, die Einkaufsorganisationen der Staaten und Gemeinden unterstützen durch Vereinheitlichung eine gesunde Rationalisierung. Interessant und bezeichnend ist eine Zusammenstellung, die Hoover selbst über die Indexzahlen der Löhne und der Preise vergleichend angibt. Die Verhältnisse des Jahres 1913 als Maßstab genommen, betrugen 1926 die Löhne 250 %, die Preise 151 % der damaligen Sätze. Diese Vorteile konnte eine zweckmäßige, von allen Volksteilen getragene Rationalisierung dem amerikanischen Volke bieten.

Den zweiten Abschnitt des Buches füllen vergleichenderweise Angaben über deutsche Verhältnisse aus; es werden die Entwicklung und der derzeitige Stand des Rationalisierungsgedankens sowie die Organisation der Rationalisierung behandelt. In Deutschland ist über den Gedanken viel gesprochen und geschrieben worden. Anders, d. h. langsamer als in Amerika, wo die scharf einsetzende Krise des Jahres 1921 die Entwicklung beschleunigte, vollzog sich bei uns unter dem Einflusse einer fast schleichenden Krise — nebenbei bemerkt wäre bei uns eine amerikanische Entwicklung von unübersehbaren Folgen gewesen — der Übergang zur rationalisierenden Wirtschaft. Die Verhältnisse sind hier eben ganz anders, viel ungünstiger gelagert. Und doch zwingt uns der Druck der Verhältnisse, auch die Widerstände gegen eine durchgreifende Rationalisierung zu überwinden. Mit anerkennenswerter Energie haben alle Faktoren mitgewirkt oder wenigstens nicht entgegengewirkt, wurde manches Bedenken wirtschaftlicher, ästhetischer, sozialpolitischer Art überwunden. Mittelpunkt der Bestrebungen ist in Deutschland das immer weiter ausgebaute Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, ein Selbstverwaltungskörper, dem das Reich öffentliche Mittel zur Verfügung stellt. Ihm angeschlossen oder unterstellt ist eine Reihe von Ausschüssen, Forschungsinstituten usw. sowie inbesondere der Deutsche Normenausschuß. Auch Arbeitsgemeinschaften, z. B. die der deutschen Betriebsingenieure, die Hauptstelle für Wärmewirtschaft usw., stehen in enger Zusammenarbeit mit dem Reichskuratorium. Wenn auch vielleicht bei uns die bisherigen Arbeiten an einzelnen Stellen noch nicht so weit gediehen sind wie in Amerika, so ist doch zielbewußtes Vorwärtsdrängen unverkennbar. Um nur ein Beispiel anzuführen: Im deutschen Automobilbau fabrizierten 86 Fabriken 146 Modelle im Jahre 1924 gegenüber 30 Fabriken und 38 Modellen im Jahre 1927.

Paul Meyer



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus der japanischen Elektroindustrie. — El. Review[1] berichtet nach dem Japan Advertiser, daß von ausländischen Gesellschaften hauptsächlich die International General Electric Co., die Westinghouse Electric Co. of Japan, die English Electric Co., die Metropolitan-Vickers Electrical Co. und die Siemens-Schuckert Electric Co. auf dem japanischen Elektromarkt tätig sind. Dazu kommen verschiedene japanische Unternehmungen, welche entweder unter fremder Kontrolle, oder mit auswärtigem Kapital arbeiten. Die General Electric Co. und die Mitsui Gomei Kaisha werden als gemeinsame Eigentümer der Shibaura Engineering Works genannt; erstere ist auch noch an einer Fabrik von Lampen und Beleuchtungsmaterial in Tokio interessiert. Die Mitsubishi Engineering Co. verfügt über Lizenzen von Westinghouse, die heimische Erzeugung von Fernsprechvorrichtungen kontrolliert die Western Electric Co., und mit Siemens-Schuckert steht die Fuji Electric Co.[2] in Verbindung. Während die General Electric Co. ihre Waren durch die Mitsui Bussan Kaisha, die Metropolitan-Vickers die ihrigen durch Taka & Co. und Siemens-Schuckert sie durch die Fuji Denki[2] vertreiben, haben die English Electric Co. und Westinghouse eigene Verkaufsorganisationen. Was nun die Konkurrenzfähigkeit der japanischen Elektroindustrie betrifft, so hat diese in vielen Fällen einen Vorsprung, wenn es sich lediglich um die Preisfrage handelt, dagegen sind die ausländischen Firmen im Vorteil, sobald es auf die Qualität der Fabrikate ankommt. Kleine Transformatoren, Radioempfänger sowie Leitungsmaterial liefern fast durchweg die heimischen Produzenten, Wagen für elektrische Straßen- und Eisenbahnen werden indessen eingeführt. Die Nachfrage nach Staubsaugern und Wärmeapparaten ist vorläufig noch nicht sehr entwickelt. Gegenüber den Preisen amerikanischer elektrischer Vorrichtungen sollen nach der Quelle die englischen und schweizerischen zwischen 85 und 95 %, die deutschen zwischen 75 und 85 % und die japanischen zwischen 40 und 60 % liegen, doch können deutsche, englische und schweizerische Produzenten, wie es heißt, gelegentlich wohl mit den japanischen in Wettbewerb treten. Letztere erfüllen oft nicht die Lieferbedingungen, bauen ausländische Maschinen nach, ohne jedoch deren Leistung zu erreichen. Anderseits verlassen sich die heimischen Abnehmer gern auf die Überlastbarkeit amerikanischer Erzeugnisse und nutzen diese häufig stark aus. Mit Rücksicht auf die industrielle Depression in Japan scheint dem Advertiser der Kraftbedarf für die nächsten zwei oder drei Jahre gedeckt zu sein, wegen des Wachsens der Anwendung elektrischer Arbeit in den Haushaltungen müsse die Stromlieferung aber verbessert werden; die Tarife seien noch zu hoch.

Über die Einfuhr elektrischer Maschinen, isolierter Drähte und Kabel[3] finden sich im „Financial and Economic Annual of Japan" für 1927 folgende Wertangaben:

Jahr	Elektrische Maschinen	Isolierte Drähte	Untersee- und Untergrundkabel
	1000 Yen		
1913	4 291,8	2 011,1	51,4
1920	6 764,5	147,2	1 613,2
1924	21 345,9	716,8	736,2
1925	12 882,5	968,4	1 502,7
1926	11 352,7	1 121,6	307,6

Die Ziffern zeigen starke Schwankungen in den Nachkriegsjahren, die wohl teils auf den raschen Fortschritt der Elektrizitätsversorgung, teils aber auch auf die zunehmende Industrialisierung und Eigenproduktion Japans zurückzuführen sind. Aus der Statistik lassen sich die Herkunftsländer für diese Erzeugnisse leider nicht feststellen, sie sind nur für die gesamte Warengruppe „Maschinen aller Art und Teile hiervon" angegeben; die wichtigsten darunter und die bezüglichen Einfuhrwerte waren:

Bezugsland	1920	1924	1925	1926
	1000 Yen			
V. S. Amerika	73 494	64 683	37 762	42 074
Großbritannien	31 547	35 736	25 278	25 411
Deutschland	678	16 249	12 759	11 822
Frankreich	1 194	2 884	4 885	2 399
Schweiz	510	4 883	6 321	4 869
Schweden	2 249	1 784	886	1 199

[1] Bd. 102, 1928, S. 840.
[2] Als Vertretungen des Siemens-Schuckert-Konzerns in Japan sind uns die Siemens-Schuckert Denki Kabushiki Kaisha und Fuji Denki Seizo K. K. bekannt. D. S.
[3] Vgl. auch ETZ 1927, S. 1715.

Die Werte lassen erkennen, daß die V. S. Amerika 1920 fast 75 % der japanischen Maschineneinfuhr deckten, 1924 etwa 50 % und im Durchschnitt der letzten Jahre nur 40 bis 45 %; auch der Import aus Großbritannien und Deutschland ist seit 1924 gesunken.

Wie das Statistische Reichsamt vor einiger Zeit in einem Aufsatz geäußert hat, der die Entwicklung des japanischen Außenhandels und die Stellung Deutschlands in diesem behandelte[1], zeigt die Einfuhr an Maschinen (einschl. der elektrischen), Apparaten und Maschinenteilen gegen 1913 wertmäßig mehr als eine Verdoppelung. Der Import aus Deutschland ist dagegen in erheblich geringerem Maße gewachsen, so daß dessen Anteil, der vor dem Kriege 25 bis 30 % der Gesamteinfuhr ausmachte, 1926 nur noch 10 bis 15 % betrug. Diese Entwicklung erklärt sich nach Ansicht des Reichsamtes in der Hauptsache aus einer erhöhten Einfuhr durch die V. S. Amerika, die vor allem auf günstigere Zahlungsbedingungen der dortigen Lieferanten und sodann auch auf die großen Fortschritte in der Maschinenindustrie der Union zurückzuführen sein dürfte. Die deutsche Elektroausfuhr nach Japan hat sich im Vergleich zu dem Friedensjahr 1913 wie folgt gestaltet:

Ausfuhrwaren	1000 t			Mill. RM		
	1913	1926	1927	1913	1926	1927
Maschinen	3,0	1,4	0,6	3,5	3,8	1,6
El. Erzeugnisse	4,8	2,4	1,1	7,3	10,9	6,6

Elektrizität in die Haushaltungen! — Zu der Entschließung des Reichsverbandes landwirtschaftlicher Hausfrauenvereine, die dieser Tage durch die Presse ging, teilt die Vereinigung der Elektrizitätswerke E. V., Berlin, mit, daß die Forderung der Elektrisierung des Haushaltes zur Entlastung der Hausfrau wie auch im Interesse der Wohnungshygiene aus allen Hausfrauenkreisen immer dringender erhoben wird. Die Elektrizitätsindustrie richtet seit Jahren ihr ganzes Bemühen darauf, hierfür die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen zu schaffen. Wenn nun in der Resolution der Hausfrauen gesagt wird, daß eine Werbetätigkeit im Sinne dieser Entschließung wegen der hohen Strompreise noch nicht möglich sei, so widerspricht dies den Tatsachen. Tausende von ländlichen Haushaltungen sind bereits zur elektrischen Küche übergegangen, und die 4½ Millionen Heiz- und Kochgeräte, die jährlich verkauft werden, zeugen für die weitere Verbreitung dieser modernsten Heizmethode. Leider werden gerade über die Rentabilität der elektrischen Küche vielfach noch ganz irrige Angaben verbreitet. Wenn z. B. oftmals gesagt wird, man brauche zum Kochen für jedes Kubikmeter Gas drei oder mehr Kilowattstunden, so trifft das vielleicht für den einen oder anderen ausgewählten Versuch zu, nicht aber für die vollelektrisch betriebene Küche. Die elektrische Küche ist eben nicht einfach ein älterer Kohlenherd, bei dem die Feuerung durch elektrische Heizwiderstände ersetzt ist, sondern eine Kombination von Spar- und Schnellkochgeräten, die eine viel höhere Wärmeökonomie hat als die älteren Kochverfahren. Man kann auf Grund von wiederholt bestätigten praktischen Erfahrungen rechnen, daß 1 m³ Gas (trotz seines viel höheren Wärmeinhalts) durch 1,5 bis 2 kWh ersetzt wird, und da hiervon die Hälfte bis zwei Drittel vielfach schon während der Nacht zu billigeren Preisen bezogen werden können, zeigt sich, daß schon heute in vielen ländlichen Bezirken das elektrische Kochen nicht teurer zu stehen kommt als das Gaskochen in der nächstgelegenen Stadt. Es empfiehlt sich daher in jedem Falle, bei dem zuständigen Elektrizitätswerk Rückfrage zu halten, ehe man auf die vielen Vorteile, die das elektrische Kochen an Sauberkeit, Arbeits- und Materialersparnis bietet, wegen angeblich zu hoher Preise einfach verzichtet.

Höhere Preise für Elektro-Installationsgegenstände. — Die „Eltfabriken", Vereinigung von Fabriken für Elektro-Installations-Gegenstände, haben die Preise für ihre Erzeugnisse infolge der weiteren Steigerung der Gestehungskosten mit sofortiger Wirkung um 5 % erhöht.

[1] Wirtsch. u. Stat., Bd. 7, 1927, S. 585. Beachtliche Mitteilungen über Japans elektrische Industrie finden sich auch in der Schweiz. Techn. Z., 1928, No. 3, S. 31.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 227: Wer ist Hersteller des Frahmschen Geschwindigkeitsmessers mit durch ein Fixierband laufendem Registrierstreifen?

Abschluß des Heftes: 30. Juni 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.



ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

8. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 12. JULI 1928
(1029—1068)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 12. Juli 1928 | Heft 28

Die Elektrizität als Wärmequelle im Klein- und Großküchenbetrieb*.

Von Dipl.-Ing. **E. R. Ritter**, Berlin.

Übersicht. Nach Erörterung der maßgebenden Faktoren des Küchenbetriebes, wie Heizmittel-, Anschaffungs- und Unterhaltungskosten, Bedienung, Kochgut, wirtschaftliche und hygienische Gesichtspunkte, werden die Anordnungen von Küchen für die Siedlung, den größeren Stadt- und den Gutshaushalt sowie für Großbetriebe behandelt und kritische Betrachtungen über verschiedene Systeme angestellt.

I. Die maßgebenden Faktoren des Küchenbetriebes.

Als ich vor einer ganzen Reihe von Jahren im Elektrotechnischen Verein über die Elektrizität als Wärmequelle in Haus und Industrie sprach, da mußte ich den Vortrag mit dem Versuch einleiten, nachzuweisen, daß die Elektrizität als Wärmequelle überhaupt eine gewisse Daseinsberechtigung hätte. Galt es doch damals, die Unwissenheit und z. T. sogar das Nichtwissenwollen auch vieler Elektrotechniker auf diesem Gebiete zu berücksichtigen. Die Angriffe der Kohlen- und Gasindustrie taten ein übriges, um die klare Erkenntnis des ungeheuren Gebietes, das der Elektroindustrie in der Wärmetechnik offensteht, zu verschleiern. Der Siegeslauf der Elektrotechnik hat sich aber auch auf dem Gebiete der Elektrowärme ebensowenig aufhalten lassen wie seinerzeit auf dem der Beleuchtung und noch früher auf dem des motorischen Antriebes. Neben der elektrischen Beleuchtung und dem elektrischen Antrieb wird auch die Elektrowärme in gar nicht ferner Zeit zu denjenigen Selbstverständlichkeiten gehören, über die man nicht mehr diskutiert.

Die technische Durchführbarkeit wagt ja schon heute, wenigstens öffentlich, niemand mehr zu bestreiten angesichts der jahrelangen Betriebserfahrungen in Amerika, der Schweiz und den nordischen Ländern. Aufs Ausland weise ich nur hin, weil es unter uns Deutschen zu viele gibt, denen die Erfahrungen im eigenen Lande nicht genügen und die deshalb vor Erfahrungen des Auslandes ganz besondere Achtung haben. Ich könnte mich sonst darauf beschränken, zu sagen, daß ja auch unsere deutschen Ozeanriesen zu einem großen Teil bei denkbar größter Beschränkung im Raum und gleichzeitig aufs höchste gesteigerten Ansprüchen elektrische Großküchen zur Versorgung Tausender meist verwöhnter Reisender besitzen. Die weitere Tatsache aber, daß in Deutschland neben einer Anzahl von Großküchen in Heilanstalten, Hotels und dergleichen mehr als 50 000 elektrische Haushaltküchen in Betrieb sind, sagt genug. Daß diese Haushaltküchen mit mindestens 95 % im Arbeiterstand oder einfachen Mittelstand betrieben werden, beweist neben der technischen auch die wirtschaftliche Durchführbarkeit. Überall da wird die Elektrowärme mit denkbar größter Wirtschaftlichkeit Anwendung finden, wo es sich darum handelt, eindeutig bestimmte Wärmemengen irgendwelchen Körpern — seien es Teile von Arbeitsmaschinen, seien es Genußmittel oder dgl. — zuzuführen. Von besonderem Vorteil ist hier die einfache Schaltbarkeit und die leicht durchführbare Temperaturregelung, die sowohl von Hand als auch selbsttätig bewirkt werden kann.

a) Heizmittelkosten und Wirtschaftlichkeit von Kohle, Gas und Elektrizität.

Die neuzeitliche Kochtechnik hat nun längst festgestellt, daß wir auf dem Gebiet der Küche bisher nicht nur an ernährungswichtigen Vitaminen, sondern auch an Wärme eine Verschwendung größten Stils getrieben haben und durch die technische Art der Feuerstätten teilweise auch treiben mußten. Es ist ganz erstaunlich, wie gering die Wärmemengen sind, die die Herstellung ganzer Mahlzeiten erfordert, wenn es gelingt, die Wärme direkt und möglichst verlustfrei dem Kochgut zuzuführen. Wir sehen, daß eine einfache Mahlzeit für vier Personen im günstigsten Falle in einem Sparkocher mit nur rund 350 kcal hergestellt wird. Es entspricht dies dem Heizwert von 50 g Kohle. Ich möchte es aber keiner Hausfrau zumuten, mit diesem Quantum Kohle, das sie erfahrungsgemäß mehrfach innerhalb eines Tages in Form von unverbrannten Kohlenresten in den Aschenkasten schüttet, die Zubereitung eines Mittagessens zu versuchen. Sie wird vielmehr außer dem zum Feuermachen erforderlichen Holz 1,0 kg Steinkohle oder 1,55 kg Briketts benötigen. Die Differenz zwischen dem kleinen Kohlenbrocken von 50 g und den beiden größeren Haufen zeigt, wie außerordentlich schlecht der Heizwert der Kohle in unseren normalen Küchenherden ausgenutzt wird, daß also gerade in den normalen Küchenherden diejenige Verschwendung des wertvollen Rohstoffes Kohle stattfindet, die man uns Elektrowärmetechnikern bei der Propagierung der Elektrowärme zum Vorwurf macht. Wie unberechtigt dieser Vorwurf ist, ergibt sich aus folgendem:

Neuzeitliche Großkraftwerke benötigen zur Erzeugung einer Kilowattstunde rd. 0,9 kg Kohle. Der Heizwert einer Kilowattstunde beträgt 860 kcal. Um das obengenannte Mittagessen bei einem Verbrauch von 350 kcal zu bereiten, sind also 400 Wh erforderlich. 400 Wh erfordern 360 g Kohle. Es ergibt sich also, daß ein theoretischer Verbrauch von 50 g Kohle einem praktischen Verbrauch von 360 g Kohle bei Elektrizität und 1000 g Kohle im normalen Küchenherd bei Kohlenheizung entspricht. Ich betone ausdrücklich, daß es sich bei dem hier genannten Beispiel um den günstigsten Fall der Ausnutzung der Elektrowärme zu Kochzwecken handelt, da hier für die Mahlzeit, auf den Kopf gerechnet, nur rd. 100 Wh genommen sind, während zum Kochen einer Mahlzeit in Kesseln oder Herden zwischen 250 oder 400 Wh in Ansatz gebracht werden müssen. Schon aus diesem kleinen Beispiel sieht man, wie völlig irreführend es ist, wenn konkurrierende Heizarten die Unwirtschaftlichkeit der Elektrowärme auf dem Umweg über den Heizwert von 1 kg Kohle, 1 m³ Gas und 1 kWh Elektrizität nachweisen wollen. Es kommt nicht darauf an, wieviel Wärmeeinheiten in der Verkaufseinheit stecken, sondern lediglich darauf, wieviel von einer zum gleichen Preis gekauften theoretischen Wärmemenge bei den einzelnen Heizarten dem zu beheizenden Objekt nutzbar zugeführt wird. Der Erfolg der Gaswirtschaft beruht auf der Möglichkeit, für Gas und die Nebenprodukte günstige Preise zu erzielen[1]. Ich möchte mich nun mit der Frage beschäftigen, unter welchen Gesichtspunkten zur Zeit die Wirtschaftlichkeit der Kohlen- oder Gasfeuerung oder der Elektrobeheizung zu betrachten ist. Da uns Elektrotechnikern bei der Veröffentlichung eigener Versuchsergebnisse aus dem Gebiet der Kohlen- oder Gasfeuerung häufig der Vorwurf gemacht wird, falsch oder einseitig vorgegangen zu sein, so lege ich meinen Ausführungen im wesentlichen Werte zugrunde, die ich den Hilfstabellen für den Gasverkäufer von Albrecht, Berlin, H. 4 und 8, herausgegeben von der Gasverbrauch G. m. b. H., entnommen habe. In H. 8, S. 29, wird festgestellt, daß 1 m³ Gas praktisch der Leistung von 3 ... 4 kg Kohle gleichwertig sei. Die Gastechnik nimmt also den Wirkungsgrad

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 10. I. 1928. Besprechung des Vortrages auf S. 1061 dieses Heftes.

[1] Der Gaspreis und der Kokspreis stehen in einem mehr oder weniger reziproken Verhältnis. Die Gaswerke sind daher in ihrer Preispolitik an enge Grenzen gebunden. Wie sich die Wärmewirtschaft nach allgemeiner Einführung flüssiger Kohle entwickeln wird, ist heute gar nicht abzusehen. Alle Vergleiche haben deshalb nur zeitlichen und bedingten Wert.

von Gasherden rund siebenmal so hoch an als bei Kohlenherden. Es ergäbe sich danach bei einem mittleren Wirkungsgrad von nur etwa 80 % der elektrischen Küche, daß 1 m³ Gas 1,8 kWh oder 3 ... 4 kg Kohle entsprechen würde.

Anderseits stützt sich die Gastechnik häufig auf Angaben von J. Rutishauser[2] über vergleichende Kochversuche in der Heilstätte Davos-Dorf, sie verschweigt aber die Tatsache, daß bei den Versuchen Gas von außergewöhnlich hohem Heizwert bei außergewöhnlich hoher Höhenlage verwendet wurde. Rutishauser selbst sagt: „Der untere Heizwert des Gases betrug im Mittel 4049 WE, was bei dem hiesigen Barometerstand umgerechnet auf 0°, 760 mm trocken, einem Heizwert von 5834 WE entspricht." Stellt man dieser Zahl den unteren Heizwert der hiesigen Gaswerke gegenüber, so ergibt sich, daß nach den Rutishauserschen Versuchen für hiesige Verhältnisse Wärmewertgleichheit bei 1 m³ Gas entsprechend 1,93 kWh eintritt. Nun sind aber die Rutishauserschen Versuche mit Geräten vorgenommen, die den hier in Betrieb befindlichen gegenüber technisch ungleichwertig sind. Da dieser technische Unterschied in den Wirkungsgraden Differenzen bis zu 30 % ausmacht, so ergibt sich auch aus den Rutishauserschen Versuchen die Berechtigung, für neuzeitliche elektrische Kücheneinrichtungen die Ausnutzung von Gas und Elektrizität auf der Basis 1 m³ Gas ~ 1,8 kWh einzusetzen. Daß diese Äquivalenzzahl noch zuungunsten der Elektrowärme angenommen ist, ergibt sich aus einer Arbeit vom Landesbaurat Zimmermann[3]. Ich werde später auf diese Zusammenstellung noch zurückkommen. Es handelt sich hierbei um je einjährige Versuche, die in der Provinzialheilanstalt Münster mit Kohlenherden und elektrischen Kocheinrichtungen vorgenommen wurden. Hierbei hat sich an Hand genauer Aufzeichnungen über Kochgutmenge und dergleichen ergeben, daß zur Erreichung des gleichen Zweckes 225 kg Kohle bzw. 70 kWh erforderlich waren, daß also 1 kWh dasselbe leistet wie 3,1 kg Kohle.

Weitere Unterlagen für die Bildung einer Relation für Gas, Kohle und Elektrizität ergeben sich noch aus folgender Gegenüberstellung: In den vorerwähnten Hilfstabellen für den Gasverkäufer befinden sich auf S. 30 ausführliche Unterlagen über den Verbrauch für eine Mahlzeit in Hotels, Pensionen usw. Der Gasverbrauch in Hotels ersten Ranges wird dort bei einer Frequenz von 4000 Mahlzeiten mit 0,42 m³ Gas für die Mahlzeit angegeben. Mac Gillivray berichtet in einer Arbeit über wirtschaftliche elektrische Koch- und Backeinrichtungen[4] über Mittelwerte, wonach je nach Art des Betriebes, ob Krankenhaus, Gasthaus, Hotel oder Klub, der Verbrauch einer Mahlzeit mit 190 ... 597 Wh genannt wird. Der Wert für Hotels beträgt 438 Wh für eine Mahlzeit. Im Hotel „Ewige Lampe" in Köln ergibt sich bei einer Frequenz von rd. 1000 Mahlzeiten ein Mittelwert von 520 Wh für eine Mahlzeit. Weitere Angaben liegen dazwischen, so daß also im Mittel der Verbrauch elektrischer Energie in Hotels für eine Mahlzeit mit etwa 480 Wh gegenüber 420 l Gas angesetzt werden kann.

1 m³ Gas wäre demnach $480 : 420 = 1{,}14$ kWh. Wir haben also jetzt folgende Unterlagen:

1. Umrechnung aus den Gastabellen:
   1 m³ ~ 1,8 kWh ~ 3,5 kg Kohle (Mittelwert);
2. nach Rutishauser: 1 m³ ~ 1,93 kWh;
3. nach Zimmermann (1 kWh ~ 3,1 kg Kohle) und nach den Gastabellen umgerechnet:
   1 m³ ≈ 1,15 kWh ≈ 3,6 kg Kohle;
4. aus praktischen Großküchenergebnissen für Elektrizität und den Angaben in den Gastabellen:
   1 m³ ~ 1,14 kWh;
   im Mittel also 1 m³ ~ 1,5 kWh ~ 3,6 kg Kohle.

Daß diese Zahlen stimmen, weiß niemand besser als die Kohlen- und Gasindustrie selbst, denn in dieser Erkenntnis liegt in erster Linie der Grund, daß die Elektroküche bekämpft und ihre Einführung mit allen Mitteln nach Möglichkeit verhindert wird. Insbesondere richtet sich dieser Kampf gegen die Elektrogroßküche, weil hier durch genaue Kontrolle an Kochgutverbrauch, Arbeitszeit und Heizmittelkosten eindeutig die auch wirtschaftliche Überlegenheit der Elektrogroßküche nachgewiesen werden kann. Man sagt sich nicht mit Unrecht, daß, sobald dieser Nachweis erbracht ist, dem Gas oder der Kohle nicht allein dieses Großkonsumgebiet verlorengeht, sondern auch das noch viel größere der Haushaltungen, und man befürchtet, daß damit die Rentabilität der Gaswerke für die Zukunft in Frage gestellt ist. Dies führt zu einer Reihe unverständlicher Maßnahmen, unter denen in erster Linie diejenige des Berliner Magistrats bei der Neueinrichtung einer Großküche für 2000 Personen in der Lungenheilstätte Buch zu nennen ist. Trotz des Gutachtens des Medizinalrates, daß eine Gasküche aus hygienischen Gründen nicht zu empfehlen sei, ist verfügt worden, daß die Küche mit Gas und nicht, wie vorgesehen, mit Elektrizität betrieben wird. Allerdings auf Umwegen. Die Küche wird nicht mit Gas beheizt, es wird vielmehr im Keller ein Dampfkessel mittels Gas beheizt. Der so erzeugte Dampf wird dann in der darüberliegenden Küche zum Kochen in Kesseln ausgenutzt.

Zu erwähnen ist ferner, daß seitens des gemeinsamen Aufsichtsrates der BEWAG und der Gaswerke die Propagierung der elektrischen Küche mehr oder weniger verblümt untersagt worden ist. Abgesehen davon, daß ein derartiges Verbot die Elektroindustrie schwer schädigen kann, ist es deshalb besonders kurzsichtig, weil bereits eine große Anzahl elektrischer Großküchen in Deutschland in Betrieb ist und ihre Ergebnisse jedermann zugänglich sind.

Die vorerwähnten Versuche von Zimmermann zeigen überdies, daß andere Faktoren des Küchenbetriebes einen derartigen Einfluß ausüben, daß die Heizmittelkosten überhaupt keine Rolle im Vergleich dazu spielen. Dies trifft sowohl für Klein- als auch für Großküchen zu, und zwar für letztere um so mehr, als der hohe Energieverbrauch der Großküche den Elektrizitätswerken Tarifbedingungen gestattet, die außergewöhnlich niedrige Strompreise ergeben. Es ist ja allgemein bekannt, daß die Preise für die Kilowattstunde mit der Anzahl der verbrauchten Kilowattstunden und der Länge der Benutzungsdauer des höchsten Anschlußwertes im Jahr stark abnehmen. Dies führte zu folgendem Ergebnis in dem Kölner Großunternehmen „Weihenstephan".

Im letzten Jahr wurden dort für Licht und Kraft 430 000 kWh und für die elektrische Küche eines Teilbetriebes 120 000 kWh verbraucht. Der Staffeltarif hätte für 430 000 kWh einen Preis von 6,75 Pf/kWh, also eine Jahresausgabe von 29 000 RM ergeben. Durch die Einführung der elektrischen Küche und den damit verbundenen Mehrverbrauch von 120 000 kWh wurde mit 550 000 kWh Gesamtverbrauch eine neue niedrigere Staffel von 6,25 Pf erreicht, wobei die Jahresausgabe 34 500 RM betrug, also 5500 RM mehr für die 120 000 kWh der elektrischen Küche. Dieser Mehrpreis von 5500 RM auf 120 000 kWh umgerechnet, ergibt somit einen Preis von 4,6 Pf/kWh für die elektrische Küche. Heute haben praktisch alle Elektrizitätswerke ähnliche Staffeltarife oder Hochspannungstarife; sogar Preise für elektrische Großküchen in der Größenordnung von 3 ... 8 Pf/kWh können als üblich angesehen werden.

b) Anschaffungs- und Unterhaltungskosten.

Welche Faktoren kommen nun eigentlich für die Wirtschaftlichkeit einer Küche in Frage? Von dem einen Faktor, der allgemein irrtümlich an erster Stelle genannt wird, haben wir bereits gesprochen, den Heizmittelkosten. Zwei weitere Faktoren, und zwar die Anschaffungs- und die Unterhaltungskosten, müssen wir für Kleinküche und Großküche getrennt betrachten.

Die Herdindustrie stellt heute Kohlen- und Gasherde kleiner und mittlerer Größe in Stückzahlen her, die die Einrichtung von Fließarbeit und Bandfabrikation in gewissem Umfange rechtfertigen können. Die Elektrowärmeindustrie ist nicht in einer nur annähernd so glücklichen Lage. Die kleinen und mittleren Haushaltherde werden bei fast allen Firmen nur in Serienfabrikation hergestellt. An Fließ- und Bandarbeit ist nicht zu denken. Es ist daher ohne weiteres erklärlich, daß diese Typen sich teurer stellen müssen als Kohlen- und Gasherde.

Bei den Großküchenherden, die sowohl in der Kohlen- und Gasindustrie, wie auch in der Elektroindustrie in gleicher Weise in kleinen Fabrikationserien hergestellt werden, liegen die Verhältnisse völlig anders. Für den Preis derartiger Herde sind in erster Linie die Armaturen und erst in unbedeutendem Umfange die Heizkörper- oder Brennerkosten ausschlaggebend. In Armatur, Material und Aufmachung bei Kohlen-, Gas- und elektrischen Herden kann also ein Preisunterschied in nennbarem Umfange nicht bestehen. So haben wir tatsächlich bei größeren Herden auch in der Praxis Unterschiede gar nicht oder nur in geringem Umfange zu verzeichnen. Wo aber der elektrische Herd teurer ist, handelt es sich trotz scheinbarer äußerer Gleichheit, wie eine nähere Untersuchung ergeben wird, um technisch recht gewaltige

[2] J. Rutishauser, Bull. SEV Bd. 16.
[3] Zimmermann, Elektrizitätswirtsch. Bd. 24, S. 61.
[4] Gillivray, The Electric Journ. Bd. 20.



Unterschiede. So gibt es kaum Kohlen- und Gasherde mit wärmeisolierten Wandungen, dagegen gibt es umgekehrt kaum einen guten deutschen elektrischen Herd, dem diese Wärmeisolation fehlt. Dem in seinem inneren Aufbau meist einwandigen Kohlen- oder Gasherd steht der meist zweiwandige, mit Wärmeisolationsmaterial gefüllte und dann auch berechtigt teurere Elektroherd gegenüber.

Dies betrifft aber lediglich den reinen Herdpreis. Bei Neueinrichtungen ist zu berücksichtigen, daß zu jedem Herd ein Wrasenabzug und zu den Kohlen- und Gasherden noch je ein Schornstein gehört, und zwar bei Gas ein Schornstein, der nicht mit anderen Feuerungsstellen in Verbindung stehen darf, also ausschließlich dem einen Herd bezüglich seiner Kosten zur Last fällt. Kann man da nicht mit Recht sagen, daß elektrische Herde, auch wenn man ihre Installationskosten berücksichtigt, billiger sind als Kohlen- oder Gasherde, die ja ebenfalls eine nicht unerhebliche Installation erfordern?

Der dritte Faktor betrifft die Unterhaltungskosten. Die Unterhaltungskosten setzen sich zusammen aus Verzinsung, Amortisation und Reparaturen. Den Posten Verzinsung können wir unerörtert lassen. Die Verzinsung ergibt sich aus der Höhe der Anschaffungskosten. Sind diese gleich, ist auch die Verzinsung gleich. Andernfalls steigt oder fällt sie im Verhältnis zur Differenz der Anschaffungskosten. Die Amortisationsquote wird bei Kohlen- und Gasherden mit 5...10 % angenommen. Mit welchen Tatsachen will man eine höhere Amortisationsquote für den Elektroherd begründen?

Der Elektroherd ist keinen chemischen Einflüssen irgendwelcher Art ausgesetzt, die schon unabhängig von der Benutzung die allmähliche Zerstörung des verwendeten Herdmaterials bewirken. Die bei elektrischen Herden vorkommenden Temperaturen liegen weit niedriger als beim Kohlen- oder Gasherd, da ihre Erzeugung nicht in irgendwelchem Verhältnis zur Verbrennung benötigter Luftmengen steht, sondern sich einzig und allein nach dem Koch-, Brat- oder Backgut richtet.

Die offene Flamme mit ihrer angreifenden Wirkung ist vermieden. Ist es da nicht berechtigt, für Elektroherde eine wesentlich niedrigere Quote einzusetzen als für Herde, die allen diesen zerstörenden Momenten ausgesetzt sind? Solange nicht meine Darlegungen über die Unterschiede und die Beanspruchungen der Herde einwandfrei widerlegt sind, muß das Märchen von einer erforderlichen höheren Amortisationsquote bei Elektroherden von jedem logisch denkenden Menschen zurückgewiesen werden.

Und wie steht es mit den Reparaturkosten? Es mag ohne weiteres zugegeben werden, daß noch vor nicht allzu langer Zeit elektrische Großküchenherde dann nennenswerten Reparaturen unterworfen waren, wenn das Personal in grob fahrlässiger Weise die ihm gegebenen Bedienungsvorschriften auch nicht annähernd befolgte. Inzwischen hat sich auf diesem Gebiet vieles geändert. So ist es gelungen, Heizplatten zu bauen, deren Heizkörper selbst ohne Wärmeabnahme Tausende von Stunden in Betrieb sein können. Um bei Elektroherden den Einwand unbequemer Bedienung der Schalter infolge ihres zusammengedrängten Aufbaues auf einer Schalttafel zu widerlegen, hat man im Gegensatz zu den erwähnten Ausführungen neuerdings die Schalter durch Luftkanäle von dem eigentlichen Herdkörper isoliert unmittelbar vor den Platten angeordnet.

Auch an elektrischen Küchen können Störungen eintreten und Reparaturen erforderlich werden. Eine Platte oder eine Sicherung ist aber schnell ausgewechselt und die Ersatzkosten sind gegenüber den Küchenbetriebskosten verschwindend gering. Ich behaupte aber, daß Kohlen- und besonders Gasherde in erheblichem Maße Störungen und Reparaturen unterworfen sind. Der Nachweis hierfür läßt sich leicht erbringen!

In den vorerwähnten Hilfstabellen für Gasverkäufer ist auf eine ganze Reihe von Mängeln bei Küchenherden hingewiesen. Ich nenne hier das Verstopfen der Rohrleitung. Weiterhin ist das Durchrosten der Abgasleitungen nach relativ kurzer Zeit anzuführen. Auch die Verstopfung der Brenner und dergleichen sei erwähnt. Die Gaswerke scheinen diese Mängel stark empfunden zu haben, denn sie empfehlen für Großküchen selbst, alle 14 Tage auf Kosten des Gaswerkes durch einen Installateur den Herd auf seine ordnungsmäßige Funktion untersuchen zu lassen.

c) Bedienung und Kochgutverbrauch.

Wenden wir uns nun den letzten beiden und wichtigsten Faktoren des Küchenbetriebes zu, der Bedienung und dem Kochgutverbrauch. Ich möchte beide Faktoren in Verbindung miteinander an Hand von 2 Zahlentafeln behandeln. Es sind darin, wie schon vorher erwähnt, einige Versuche zusammengestellt, die Landesbaurat Zimmermann in der Heilanstalt Marienthal in Münster vorgenommen hat. Die Versuche sind in absolut gleichmäßiger Weise für beide Betriebsarten vorgenommen. Da das Ergebnis des mehr als einjährigen Probebetriebs mit Elektrizität für andere Heilanstalten in der Provinz Westfalen zu umfangreichen Nachbestellungen von elektrischen Großküchen geführt hat, so ist auch an der Richtigkeit nicht zu zweifeln. Die Unterteilung in Anheizzeit, Betriebszeit, Kopfzahl des Bedienungspersonals und die Bedienungszeit selbst zeigen die genaue Gliederung und Verfolgung der Versuche. Das Ergebnis ist aus den Zahlentafeln ohne weiteres ablesbar. In der letzten Spalte ist der Fettverbrauch bei beiden Heizarten ermittelt und gegenübergestellt. Ähnliche Ersparnisse, wenn auch nicht in derselben Größe, ergeben sich auch noch für Fleisch und anderes Kochgut. Der Grund hierfür liegt in dem prinzipiellen Unterschied der Betriebs-

Zahlentafel 1.

Gericht	Rohstoff	Anheizzeit in h		Betriebszeit in h		Bedienungspersonal Kopfzahl		Bedienungszeit in h		Fettverbrauch in kg	
		Kohle	Elektr.	Kohle	Elektr.	Kohle	Elektr.	Kohle	Elektr.	Kohle	Elektr.
1. Reibekuchen	1 0 kg Kartoffelmasse	2	0,25	4	2,00	9	4	40	9,0	35	16
2. Bratkartoffeln	350 kg Pellkartoffeln	2	0,25	3	1,25	7	3	25	4,5	30	15
3. Mehlpfannkuchen	80 kg Mehl	2	0,25	5	2,25	9	5	50	12,5	50	23
Gesamt		6	0,75	12	5,50	25	12	115	26,0	115	54
Im Mittel		2	0,25	4	1,80	8,3	4	38	8,7	38	18
Verbrauch b. Elektrizität in % gegen Kohle		12½%		45%		48%		23%		48%	

Zahlentafel 2.

	Betriebstoffverbrauch in		Betriebstoffkosten in RM (1 kg Kohle = 0,04 RM, 1 kWh = 0,1 RM)*		Fettkosten in RM (1 kg = 0,70 RM)		Bedienungskosten in RM (0,30 RM/h)		Gesamtkosten in RM	
	kg Kohle	kWh	Kohle	Elektr.	Kohle	Elektr.	Kohle	Elektr.	Kohle	Elektr.
Im Mittel	225	70	9,—	7,—	26,60	12,60	11,40	2,60	47,—	22,20
Verbrauch bei Elektrizität in % gegen Kohle			77,7%		48%		23%		47,2%	

* Für Großküchen ohne Eigenerzeugung kann man mit 3...8 Pf/kWh rechnen. In Zahlentafel 2 ist zwecks leichterer Umrechnungsmöglichkeit ein kWh-Preis von 10 Pf eingesetzt.



temperaturen bei der elektrischen Küche einerseits und der Kohlen- und Gasküche anderseits. Die Gleichmäßigkeit der Temperaturen und die Innehaltung von Temperaturgrenzen, die dem Kochgut besonders zuträglich sind und für die Bereitung der einzelnen Speisen völlig ausreichen, ist eben bei der elektrischen Küche ohne weiteres möglich. Die Vergeudung von Kochgut besonders durch Fettverbrennung wird von vornherein auf ein Minimum allergröbster Fahrlässigkeit beschränkt, weil, wie schon früher erwähnt, die Betriebstemperaturen der elektrischen Küche sich einzig und allein nach denjenigen Temperaturen richten, die das Koch-, Brat- oder Backgut erfordert.

Wie hoch von berufener Seite die Ersparnis an Kochgut bei der elektrischen Küche gegenüber der Kohlenküche bewertet wird, geht daraus hervor, daß z. B. Landesbaurat Zimmermann die Ersparnis an Kochgut so hoch ansetzt, daß er Kostengleichheit der Küchenkosten noch bei 45 Pf/kWh annimmt.

In Zahlentafel 2 sehen Sie nun die geldliche Auswertung der in Zahlentafel 1 dargestellten Versuche. Dabei ist zu beachten, daß bei den Betriebstoffkosten 1 kWh mit 10 Pf in Ansatz gebracht ist, um eine einfache Umrechnung zu ermöglichen. Würde also die Kilowattstunde 16 Pf kosten, so würden die Betriebskosten für Elektrizität auf 7 · 1,6, d. h. 11,20 RM steigen, oder im umgekehrten Falle bei 6 Pf/kWh auf 4,20 RM fallen. In der nächsten Spalte ist die Ersparnis an Fett ersichtlich, die allein schon das 1½fache der Ausgabe für Kohle beträgt. In der vorletzten Spalte endlich ist die Ersparnis an Bedienungskosten zusammengestellt, die ebenfalls gleich dem Gesamtkohlenpreis ist. Diese beiden Spalten beweisen allein schon die Richtigkeit meiner Behauptung, daß beim Betrieb einer Küche die Heizmittelkosten selbst, noch weniger aber die Differenz zwischen den Kosten der einen Heizart und der anderen irgendeine Rolle spielen, daß vielmehr die Wirtschaftlichkeit einer Küche, ja ich möchte behaupten, auch die Wirtschaftlichkeit eines Haushaltes lediglich durch die Ausgaben für Bedienung und Kochgut bestimmt werden.

Bringt man angesichts der Behauptung konkurrierender Heizarten, daß die Ersparnis an Bedienung nichts ausmache, diese Ersparnis in direkte Beziehung zum Elektrizitäts- bzw. Kohlenverbrauch, so ergibt sich nach den Ermittlungen in Münster, daß auf 1 verbrauchte Kilowattstunde 0,8 Arbeitstunden, auf 1 kg Kohle 0,6 Arbeitstunden entfallen. Anderseits ergibt sich aus eigenen Untersuchungen bei Gas eine Mehrausgabe von 40 % für Bedienung gegenüber Elektrizität, also $(1{,}5 \cdot 0{,}8) \cdot 1{,}4 = 1{,}68$ Arbeitstunden für 1 m³ Gas. Setzen wir diese Ersparnis an Lohn in die früher ermittelte Heizmittelrelation 1 m³ Gas $\sim$ 1,5 kWh $\sim$ 3,6 kg Kohle ein, so erhalten wir 1,7 Arbeitstunden Gas $\approx$ 1,2 Arbeitstunden Elektrizität $\approx$ 2,1 Arbeitstunden an Kohle.

Da wir früher sahen, daß 1 kWh praktisch gleich 2 kg Kohle zu setzen ist, so beträgt die Ersparnis an Bedienung je kWh $2 \cdot 0{,}6 - 1{,}0 \cdot 0{,}8 = 0{,}4$ h.

Ein Dienstbote kostet nun, gleichgültig ob man den Stundenlohn einer Aufwartefrau oder die Gesamtkosten eines festangestellten Dienstboten einschließlich Nahrung und dergleichen einsetzt, mindestens 50 Pf/h, d. h. also, daß die Ersparnis bei Elektrizität für 1 verbrauchte kWh allein an Bedienung gegenüber Gas 0,25 Rm und gegenüber Kohle 0,45 RM ausmacht, also in wohl allen Fällen ganz erheblich größer ist als der Preis der kWh selbst. Daß die Bedienungskosten bei Gas höher liegen als bei Elektrizität, beruht in der größeren Gleichmäßigkeit der Wärmeerzeugung aus der elektrischen kWh, dem Fortfall der schwierigen Säuberung offener Herde und dgl. mehr. Ich verweise hierzu auf die ausführliche Behandlung dieser ganzen Frage in meiner Veröffentlichung „Das elektrische Haus"[5], die über alle Ergebnisse des dreijährigen Betriebes meines elektrischen Hauses ausführlich berichtet.

d) Wirtschaftliche und hygienische Betrachtungen.

Aber es gibt außer den Bedienungs- und den Kochgutkosten noch eine ganze Reihe wirtschaftlicher Gesichtspunkte, die zwar nicht von ausschlaggebender Bedeutung sind, wohl aber das Gesamtbild wesentlich beeinflussen, namentlich, wenn es sich um Großküchenbetriebe handelt. Hierzu gehört in erster Linie die Tatsache, daß die Unterhaltung der Küchenräume bei Gas und Kohle erheblich höhere Aufwendungen erfordert als bei der elektrischen Küche. Die elektrische Küche ist unbestritten vergleichslos sauber. Kohle und Gas erzeugen bei ihrer Verbrennung Nebenprodukte, die sowohl den Herd als auch den Anstrich des Raumes angreifen. Die Elektrizität dagegen wird ohne Erzeugung von Nebenprodukten in Wärme umgesetzt.

Die stärkere Wärmeausstrahlung bei Kohle und Gas, besonders im Sommer, sowie die Entwicklung gesundheitschädlicher Gase, wie Kohlendioxyd, beeinträchtigen die Leistungsfähigkeit und Arbeitsfreudigkeit des Personals besonders in räumlich beschränkten Küchen in sehr erheblichem Umfange. In Haushaltsküchen wird man diesen Unannehmlichkeiten durch vermehrte Lüftung oder dergleichen zu begegnen suchen. Bei den Siedlungsbauten mit ihren kleinen und niedrigen Räumen ist man da allerdings bald am Ende. Bei entsprechender Lüftung nimmt man dann am besten gleich im Freien Platz, da infolge der meist ungenügenden Heizung der Temperaturausgleich sehr schnell erfolgt sein wird. Gerade in Siedlungsbauten mit Wohnküchen und Gasherd haben sich schon jetzt erhebliche Schwierigkeiten ergeben. Im Großküchenbetrieb aber reicht die normale Lüftung und im Winter infolge der erforderlichen erhöhten Lüftung auch die normale Heizung nicht aus. Es müssen also, um den erforderlichen mindestens fünfmaligen Luftwechsel in der Stunde zu erreichen, Ventilatoren einerseits und verstärkte Heizeinrichtungen anderseits in Großküchen zur Aufstellung gelangen. Hier bedient sich auch die Gastechnik der sonst so bekämpften Schwester Elektrizität als Antriebskraft für die Ventilatoren oder Kompressoren zur Preßgaserzeugung oder der sogenannten Gasverdichter in den Fällen, wo die vorhandenen Rohrleitungen nicht ausreichen, um dem Groß-Gasherd die erforderlichen Gasmengen zuzuführen. Diese Spesen müssen selbstverständlich den Heizmittelkosten direkt zugeschlagen werden, wenn man den Betrieb einer Gas-Großküche mit dem einer Elektroküche vergleichen will.

Man hat sich aber auch dazu verstiegen, die Gasheizung als ebenso ungefährlich hinzustellen wie die Elektroheizung, oder vielleicht sogar als noch viel ungefährlicher. Und wenn man der Gastechnik dabei entgegenhält, daß in Deutschland 1926 auf einen Todesfall infolge Benutzung elektrischer Heiz- und Kochgeräte etwa 80 Todesfälle durch Gas allein im Haus entfallen, so versucht die Gastechnik durch Hinzurechnung der Unfälle in den Erzeugungstätten, den Elektrizitäts- und Gaswerken usw., dieses für den Haushalt eindeutig klare Bild zu verschleiern. Außerdem weist man auf die angeblich größere Verbreitung des Gases hin.

Schon seit Jahren ist diese Behauptung falsch. Die Anzahl der verwendeten Elektrogeräte, die mit Elektrizität versorgten Landflächen, ja selbst die Auslässe elektrischer Leitungen gegenüber den Auslässen von Gasleitungen, kurz, jede nur irgend erdenkliche Vergleichsbasis wird ein Vielfaches von Vergleichseinheiten an Elektrizität gegenüber Gas ergeben. Es ist daher unverständlich, daß angesichts der praktischen Unfallziffern die Elektrotechnik ganz allgemein sich der besonderen Fürsorge der Aufsichtsbehörden in bezug auf Unfallverhütung erfreut, während die Gastechnik mit ihren unzähligen Opfern an Menschenleben hiervon befreit bleibt.

Aus derart bedauerlichen Unfällen, wie sie sich kürzlich und auch schon vor einem Jahr in Berlin ereignet haben und bei denen das Gas die sichere Ursache ist, und aus vielen ähnlichen Unfällen des letzten Jahres im Reiche soll man kein Kapital schlagen. Es ist aber die Frage an die Behörden berechtigt: Was haben die Behörden aus diesen Fällen gelernt und welche Sicherheitsmaßnahmen haben sie der Gastechnik auferlegt, um derartige Katastrophen sowie die große Anzahl der Gaseinzelunfälle einigermaßen zu beschränken? Die Aufsichtsbehörde hat kein Recht, beide Industriezweige lediglich deshalb mit verschiedenem Maß zu messen, weil der eine sich dem Wunsch der Aufsichtsbehörde, wenn auch häufig nur mit schweren Opfern, fügt, während der andere die Unfälle mit der Eigenart des Gases und der angeblichen Unmöglichkeit, Sicherheitsvorschriften zu schaffen, entschuldigt und nicht das mindeste zu ihrer Verhütung tut. Das Bestreben der Elektrizitätswerke nach immer weiterem Ausbau der Sicherheitsvorschriften hat für die gesamte Elektrotechnik in erster Linie das Ergebnis zur Folge, daß hieraus sowohl seitens der Aufsichtsbehörde als auch seitens konkurrierender Industrien die angebliche Gefährlichkeit elektrischer Geräte gefolgert wird.

[5] Verlag Schubert & Co., Charlottenburg.



II. Disposition von Küchen.

Wenden wir uns nun der Disposition von Küchen zu, so finden wir, daß sich im wesentlichen folgende Typen herausgebildet haben: Für den einfachen kleinen Haushalt ein einfacher Tischherd mit 2 Kochplatten und als Ergänzung hierzu ein getrennter Bratofen, oder aber ein sogenannter Kleinküchenherd, bei dem diese Elemente in Form von 2 Kochplatten und einem Bratofen vereinigt sind. Daneben findet in diesen Küchen in erster Linie der „Elektro-Ökonom" Anwendung. Die zweite Gruppe bilden Drei- und Vierplattenherde mit Bratofen in einfacherer schwarzer Lackierung oder besserer weiß emaillierter Ausführung. Gerade in der heutigen Zeit der Wohnungseinschränkung sind derartige Herde infolge des geringen Raumbedarfes bei außerordentlicher Leistungsfähigkeit von großem Vorteil. Es darf aber nicht übersehen werden, daß ihr Anschlußwert immerhin bereits in der Größenordnung von 5...7 kW liegt. Da aber erfahrungsgemäß hiervon selten mehr als 50 %, also 2,5...3,5 kW gleichzeitig eingeschaltet sind, so werden die vorhandenen Leitungen meist ausreichen und Nachinstallationen nicht erforderlich sein.

Wir kommen dann zu größeren Herden von 6 Kochplatten, Brat- und Backofen und Grill und dann in weiterem systematischen Aufbau zur Fabrikation von größeren Einzelherden, den Wünschen und dem Geldbeutel der Besteller entsprechend, wobei schon bezüglich Ausführung und Größe eine Mischung leichterer Konstruktionen mit solchen für mittlere Kasinos oder Anstaltsküchen stattfindet. Der technische Aufbau setzt sich dann ohne erkennbares System im Bau von Großküchenherden bis zu sehr großen Abmessungen, z. B. 7 m Länge und 1,2 m Breite, 24 Kochlöchern und 6 Backöfen fort.

a) Siedlungsküchen.

Wenn man nun einen Interessenten beraten soll, so wird man die verschiedenen schon genannten Gesichtspunkte, insbesondere aber auch äußere Umstände und die Tariffrage in Betracht ziehen müssen, will man nicht aus einem Verfechter der elektrischen Küche einen Gegner der elektrischen Küche schaffen. Am einfachsten liegt da ein Gebiet, dessen Bedeutung bisher von der Industrie, den Elektrizitätswerken, den Architekten, den Behörden u. a. m. so gut wie gar keine Beachtung gefunden hat: Es ist das Gebiet der Siedlungsbauten[6]. Wir haben es hier mit verhältnismäßig kleinen Räumen zu tun, bei denen Platzersparnis, Vermeidung von Luftverschlechterung, Verringerung der Arbeit mit Rücksicht auf die Unmöglichkeit, Dienstboten zu halten, besonders wichtige Faktoren darstellen. Beschäftigen wir uns zunächst einmal mit den Anschaffungskosten.

Daß diese Häuser mit elektrischem Licht versehen werden, ist heute ja zur Selbstverständlichkeit geworden, denn wer möchte sich heute noch mit einer rückständigen und gesundheitschädlichen Gasbeleuchtung abgeben! Die elektrische Anlage als solche ist also für ein derartiges Siedlungshaus als vorhanden anzunehmen. Die Raumbeheizung wird in den meisten Fällen durch Öfen, seltener mittels Zentralheizung, unter allen Umständen aber mittels Kohlenfeuerung erfolgen. Daß elektrisch gebügelt wird, ist selbstverständlich. Zur Erörterung steht lediglich noch die Frage, ob man mit Elektrizität oder mit Gas kochen und das Badewasser bereiten soll. Entscheidet man sich für Gas, so ist erstens erforderlich, daß die Siedlung, die sich meist in sonst noch nicht bebautem Terrain befindet, eine besondere Gasleitung erhält. Dies ist aber nur für den Bauunternehmer, also für die Stadt oder die Siedlungsgesellschaft, von Bedeutung, nicht für den Siedler selbst. Dieser braucht lediglich die Kosten, die ihm im Hause selbst entstehen, zu vergleichen. Die Verwendung von Gas zum Kochen und zur Bereitung des Badewassers erfordert eine durchgehende besondere Gasinstallation vom Straßenanschluß bis zur Küche und dem Badewasserapparat. Weiterhin ist der Einbau mindestens eines weiteren Schornsteinrohres erforderlich, da die Baupolizei es mit Rücksicht auf die Explosionsgefahr nicht gestattet, daß die Abgase des Bade- oder Bratofens in einen Schornstein geleitet werden, der für Heizzwecke oder ähnliches dient. Endlich kommen die Kosten für den Gasherd mit zwei Kochstellen und einem Bratofen sowie die Kosten des Badeofens hinzu. Entscheidet man sich für Elektrizität, so erweist sich eine Verstärkung der Zuleitung zur Küche notwendig. Wird diese gleich beim Bau durchgeführt, so betragen die Mehrkosten gegenüber der normalen Installation 40...60 RM. Eine Verstärkung der Leitungen mit Rücksicht auf die Badewasserbereitung ist nicht erforderlich, da der Anschlußwert des Speichers infolge der Ladedauer so klein ist, daß die normale Steckdose dafür ausreicht. Die Anschaffungskosten eines elektrischen Herdes mit zwei Kochstellen und Bratofen betragen rund 160 RM. Die Kosten eines Badewasserapparates von 75 l 200 RM, so daß sich insgesamt für die Anschaffung einer elektrischen Küche und einer Badewassereinrichtung 350 RM ergeben. Wer einigermaßen mit Bauarbeiten vertraut ist, wird ohne weiteres zugeben, daß die Mehranlage eines Schornsteinrohres und die Anlage einer Gasrohrleitung zuzüglich Anschaffung eines Badewasserapparates und eines Gasherdes erheblich mehr erfordern. Im neu zu errichtenden Siedlungshaus sind also die Einrichtungskosten bei elektrischem Betrieb geringer. Dies gilt auch für die Unterhaltungskosten. Besonders die neuen Prometheus-Hochleistungsplatten, wie sie in dem billigen Zweilochherd (60 RM) und dem vorerwähnten Volksherd Verwendung gefunden haben, bieten außerordentlich weitgehende Gewähr für unbedingte Betriebsicherheit und sind außerdem besonders sparsam. Dasselbe gilt in weit höherem Grade noch von der Brat- und Backhaube, die in absehbarer Zeit gegen einen Mehrpreis von etwa 30 RM mit selbsttätiger Temperaturregelung ausgestattet werden kann. Über die Leistungsfähigkeit einer derartigen Backhaube und die Wirtschaftlichkeit ihres Betriebes liegen zahlenmäßige Angaben noch nicht vor.

Über Erfahrungen in weit über hundert derartigen Siedlungs- oder Kleinküchen berichtet Landesbaurat Schönberg, München[7]. Es handelt sich dabei um zwei grundsätzlich verschiedene Arten von Kocheinrichtungen. Die eine besteht aus einem Herd, ähnlich dem Volksherd, mit zwei bis drei Kochstellen und einem Bratofen sowie dem dazugehörigen Aluminiumgeschirr. Für die Bereitung von Heißwasser ist ein Heißwasserspeicher von 25 l, teilweise auch 50 l, vorgesehen, während zur schnellen Bereitung geringerer Wassermengen ein Schnellkocher vorhanden ist. Bei der anderen Art von Küchen ist der Herd durch einen „Elektro-Ökonom" ersetzt. Um in der Bereitung von Speisen vom Ökonom unabhängig zu sein, sind weiterhin ein bis zwei Kochplatten vorhanden. Außerdem dient der Warmwasserbereitung wie bei der anderen Kochart ebenfalls ein Heißwasserspeicher und ein Schnellkocher. In der Zahlentafel der Schönbergschen Arbeit sind nur die Erfahrungen aus 45 Küchen mit insgesamt 219 Köpfen zusammengestellt, da nur in diesen Küchen ausschließlich und regelmäßig elektrisch gekocht wurde.

b) Küchen für den größeren Stadthaushalt.

Das Elektrizitätswerk Schweinfurt, in dessen Gebiet die Küchen eingerichtet sind, hat versucht, gerade die einfacheren Bevölkerungschichten zu erfassen, da diese naturgemäß das bei weitem größte Absatzgebiet elektrischer Energie bilden würden, wenn der Nachweis erbracht ist, daß das elektrische Kochen sowohl bezüglich der Anschaffung als auch des Verbrauches durchführbar ist. So sind die ersten 100 Küchen ausschließlich im Arbeiter- und Mittelstand untergebracht worden, und zwar werden 30 Küchen von Arbeitern und Handlungsgehilfen, 42 von Kleingewerbetreibenden und kleineren Beamten und 28 von besser gestellten Geschäftsleuten, Fabrikbeamten u. a. m. betrieben.

Die Anschaffungskosten sind hier geringer angenommen als von mir angegeben. Es ist das darauf zurückzuführen, daß das Elektrizitätswerk Schweinfurt die im Großeinkauf mit hohen Rabattsätzen bezogenen Geräte zu Selbstkosten oder gar darunter an seine Stromabnehmer abgegeben hat. — Wird hierbei noch berücksichtigt, daß meinen Angaben durchweg 75 l-Speicher, die auch für Badewasserbereitung ausreichen, zugrunde liegen, während hier nur 25...50 l-Speicher vorgesehen sind, so ergibt sich Übereinstimmung zwischen den Schönbergschen und meinen Angaben. Den Unterschied in dem Verbrauch auf einen Kopf bei den beiden Kocharten führt Schönberg ausdrücklich nicht auf einen günstigeren Wirkungsgrad der Ökonom-Küche zurück, sondern in der Hauptsache darauf, daß diejenigen Abnehmer, die zur Entlastung der Hausfrau den Elektro-Ökonom angeschafft haben, im vorliegenden Falle durchschnittlich in einfacheren Verhältnissen leben als die anderen. Diese Angabe findet darin eine gewisse Stütze, daß der durchschnittliche Anschlußwert einer Familie für Beleuchtungsanlagen bei der Herdküche 0,3 kW, bei den anderen Küchen 0,2 kW beträgt.

Die Bestrebungen des Schweinfurter Elektrizitätswerkes, die breite Masse für das elektrische Kochen zu

[6] Inzwischen hat die Mietheim A.-G. für ihre Baugruppe Römerstadt rd. 1200 elektrische Prometheus-Herde und ebensoviele Warmwasserspeicher in Auftrag gegeben (W. Schulz, Elektro-Wärme in Siedlungsbauten. I. E. W. 1928, S. 88).

[7] A. Schönberg, Die elektrische Küche. VDI-Nachr. 1927, Nr. 40.

gewinnen, stehen nicht vereinzelt da. Auch in Köln kommen in allernächster Zeit 800 einfache elektrische Küchen mit je zwei Kochplatten in Betrieb. Die im großen Maßstabe vorgenommenen Schweinfurter Versuche zeigen aber besonders eindringlich, daß heute Verbrauch und Anschaffungskosten elektrischer Kocheinrichtungen allen vorkommenden wirtschaftlichen Verhältnissen angepaßt werden können, und daß von irgendwelcher Ausschaltung der Elektro-Küche aus dem Haushalt wegen zu hoher Anschaffungs- oder Unterhaltungskosten nicht die Rede sein kann.

Dabei ist doch eine „elektrische Küche" bisher eigentlich noch nicht geschaffen. Die meisten elektrischen Kochherde sind den Kohlen- und Gasherden nachgebildet, ohne daß hierzu bei der völlig anderen Beheizung auch nur das mindeste Bedürfnis vorliegt. Der elektrische Kochherd der Zukunft wird sich in Form und Ausführung prinzipiell von den bisherigen Herden unterscheiden. Ausführungen mit Wärmeisolatoren senken den kWh-Verbrauch, selbsttätige Temperaturregler und Schaltuhren ersparen Arbeitszeit, kurz, die ganze Betriebskostenfrage eines Haushaltes oder eines Großbetriebes wird sich wesentlich anders gestalten.

Wenn es sich um ähnlich gelagerte Neubauten wohlhabender Kreise handelt, kommen die vorerwähnten Drei- und Vierplattenherde in Frage, ebenso wie für den kleineren Stadthaushalt auch die Volksherdtype, für den größeren Stadthaushalt dagegen je nach Ansprüchen alle möglichen Anordnungen in Frage kommen.

c) Küchen für den Gutshaushalt.

Für den Gutshaushalt sind durchweg Herde vorzusehen, die mindestens 6 Kochplatten, 1 Bratofen und 1 Grill enthalten. Ein derartiger Herd reicht erfahrungsgemäß für mindestens 20 Personen aus. Es ist das diejenige Personenzahl, die bereits auf mittleren Gütern als zur Herrschaftsküche gehörig angesehen werden kann. Derartige Herde gestatten infolge ihrer großen Leistungsfähigkeit auch ausnahmsweise gesteigerte Anforderungen bei Jagden, Erntefesten und dgl. zu erfüllen und bei entsprechender Vorbereitung 60... 80 Personen gleichzeitig zu beköstigen.

d) Küchen für Großbetriebe.

Und nun kommen wir zu den Großküchenherden. Jede Großküche erfordert außer dem Herd entsprechender Größe eine Reihe von Nebengeräten. In erster Linie ist die Frage zu entscheiden: Sollen die Backöfen in Gruppen vereinigt besonders aufgestellt werden oder unterhalb der Kochplatten in dem Herd eingebaut sein? Die zweite Frage betrifft die Bereitung von Bratsachen. Bratgerichte sind auch in Anstaltsküchen aus Pflegegründen nicht zu entbehren. Ein zu einförmiger Küchenzettel führt zu Appetitlosigkeit und hindert den Genesungsprozeß. In Anstalten wird man Bratsachen, wie Koteletts, Schnitzel und dergleichen in großen Pfannen bereiten, die mit siedendem Fett gefüllt sind. In der feinen Hotelküche dagegen wird man diese Bratsachen in mehr oder weniger großen Pfannen gesondert herstellen.

III. Kritische Betrachtung verschiedener Systeme.

Es ist nun die Frage zu entscheiden: Stellt man sogenannte direkt beheizte Pfannen auf oder sollen Pfannen normaler Ausführung auf den Herd gestellt und indirekt beheizt werden? In dem einen Falle höhere Anschaffungskosten, niedrigerer Energieverbrauch, im anderen Falle größere Ausnutzung des Herdes, billigere Anschaffung, größerer Energieverbrauch.

In der Küche der Heilanstalt Warstein sehen wir beide Arten vereinigt. Ähnlich ist die Küche der Provinzialheilanstalt Eickelborn eingerichtet, nur daß Kochherd und Kochtisch für direkt beheizte Geschirre in einem vereinigt sind. Ein getrennt angeordneter Wärmtisch mit untergebautem Wärmschrank ist außerdem vorhanden. In einer zweiten Küche ist der Koch- und Bratherd kombiniert mit einem angebauten Brattisch, beheizter Tischplatte und untergebautem Wärmschrank. Grills und sog. Spießbrater wird man aber immer getrennt von den Herden zur Aufstellung bringen. Man muß überhaupt der Tatsache Rechnung tragen, daß in einem Großküchenbetrieb ja nicht ein Koch alle möglichen Arbeiten erledigt, sondern daß dort die Arbeiten nach ihrer Art unterteilt sind, der Suppenkoch, der Bratsachenkoch, der Konditor, kurz alle haben ihre Sonderaufgabe und dementsprechend auch ihre getrennten Arbeitsplätze.

Auch die Wahl der Größe und Art der Kipptopfgruppen ist von besonderer Wichtigkeit. Diese dienen zum Kochen von Milch, zur Herstellung der Saucen und dergleichen mehr. Endlich sind dann noch die verschiedenen Warmanrichten zu erwähnen, die häufig gleich als Speiseausgabe benutzt werden, bei denen teils Platte und darunter liegender Schrank, teils auch nur der Schrank allein beheizt werden. Die Warmanrichte dient teilweise auch als Tellerwärmschrank. Sie wird in diesem Falle häufig auf beiden Seiten mit Türen versehen, von der einen Seite beschickt und von der anderen entleert. Endlich sei dann noch der Vollständigkeit halber auf Milchkochkessel und Kaffeebereiter hingewiesen.

Suppenkochkessel, die bis zu Größen von 1000 l normalerweise hergestellt werden, finden da Anwendung, wo es sich um Herstellung größerer Mengen ein und derselben Speisenart handelt, also in Heilanstalten, großen Kantinen u. dgl. mehr. Die Ausführung erfolgt zum Teil doppelwandig mit Wasser- oder Ölbad, zum Teil einwandig. Während die einwandige Ausführung bei anderen Heizarten nur da ohne Bedenken möglich ist, wo es sich um das Kochen oder Warmhalten von Flüssigkeiten handelt, können einwandige elektrische Kochgeschirre auch zur Bereitung von Gemüse, Breispeisen und dergleichen Verwendung finden, weil durch die Unterteilbarkeit der elektrischen Heizkörper eine gleichmäßige Beheizung der ganzen Kesselwandung und Anwendung niedriger Oberflächentemperaturen möglich ist. Die Wirkungsgrade derartiger Kessel sind außergewöhnlich hoch und erreichen bei entsprechender Ausführung über 90 %.

Zum Warmhalten an entfernten Ausgabestellen dienen Bain-Maries oder auch Wärmschränke mit beheizter Tischplatte und zwei Kochplatten für Stationsküchen in Krankenhäusern.

Ich bin nun am Schluß meiner Ausführungen. Das Thema erschöpfen konnte ich nicht, dazu ist es zu weitgreifend. Ich würde mich aber freuen, wenn es mir gelungen ist, etwas mehr als nur Streiflichter in dieses interessante Gebiet zu werfen. Wenn ich dabei in meinen Ausführungen etwas temperamentvoller war, als es sonst in einem technischen Vortrag üblich ist, so halten Sie mir bitte das eine zugute: Ich habe in fast 25jähriger Arbeit der Entwicklung und Propaganda der Elektrowärmetechnik den weitaus größten Teil meiner Lebensarbeit gewidmet und unter großen Opfern mit den wenigen noch überlebenden Pionieren der Elektrowärmetechnik, Dr.-Ing. Voigt und Hugo Hellberger, München, zu meinem Teil mit dazu beitragen dürfen, die Elektrowärmetechnik aus ihrer Stellung als Stiefkind der Elektrotechnik herauszuheben und ihr diejenige Geltung zu verschaffen, die ihr zukommt. Wenn man es vor 25 Jahren wagte, von Elektrowärme zu sprechen, so wurde man angeschrien: „Die teure Elektrizität in Wärme umsetzen? Welcher Wahnsinn!" Und heute? Jeder zweite Deutsche besitzt ein elektrisches Heiz- und Kochgerät. Ihr Gesamtanschlußwert übertrifft bei weitem den der Motoren und den der Glühlampen, und mit der in den letzten Jahren so weit vorgeschrittenen flächenmäßigen Verbreitung des Elektrizitätsverbrauchs und mit der Notwendigkeit für die Elektrizitätswerke, ihre fast bis ins Ungemessene gestiegenen Lichtspitzen durch Auffüllen der Belastungstäler abzuschwächen, wird sich die Elektrowärmetechnik in der aller-allernächsten Zeit zu einem recht bedeutenden Wirtschaftsfaktor der Elektrotechnik entwickeln.

Der Umbau der Schaltanlage des Städtischen Elektrizitätswerkes Münster i. W.

Übersicht. Es wird dargestellt, wie der durch die Erweiterung der Maschinenanlage und den Anschluß an ein Großkraftwerk erforderlich gewordene und von der Pöge Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Chemnitz, durchgeführte Umbau der Schaltanlage des Städt. Elektrizitätswerkes Münster trotz schwieriger Montageverhältnisse durchgeführt und eine in sich geschlossene, übersichtliche und bequem zu bedienende Schaltanlage geschaffen wurde. Der vor kurzem vollendete Umbau der Schaltanlage des Städt. Elektrizitätswerkes Münster bietet ein kennzeichnendes Beispiel für derartige Bauausführungen, wie sie heute häufiger vorkommen. Ein Bericht darüber dürfte von allgemeinem Interesse sein.

Das Elektrizitätswerk Münster i. W. wurde im Jahre 1900 als reines Gleichstrom-Lichtwerk gebaut und später infolge des eingetretenen Bedarfs der Stadt an Kraft- und Lichtstrom durch Aufstellung von weiteren Gleichstrom- und Drehstromgeneratoren vergrößert. Als Antriebsmaschinen dienten anfänglich Druckgasmotoren, später Dampfturbinen. Bis zum Zeitpunkt des nunmehr durchgeführten Umbaues war das Werk Selbsterzeuger der abzugebenden elektrischen Energie und versorgte sowohl den gesamten Licht- und Kraftbedarf der Stadt mit Gleich- und Drehstrom als auch den Energiebedarf der Städtischen Straßenbahn, und zwar im Gleichstromnetz mit 2 × 220 V, im Drehstromnetz mit 5000 V und im Bahnnetz mit 600 V Spannung.

Abb. 1. Einankerumformer.

Im ganzen waren aufgestellt:

2 Dampfturbinen mit je 1 Drehstromgenerator von 820 kVA Leistung, 5000 V, und 1 Gleichstromgenerator von 735/750 kW Leistung, 400/490 V,

2 Generator-Druckgas-Motoren mit je 1 Drehstromgenerator von 300 kVA Leistung, 5000/5500 V, und 1 Gleichstromgenerator von 400/450 kW Leistung, 440/600 V,

4 Generator-Druckgas-Motoren mit je 1 Gleichstromgenerator von 140 kW Leistung, 440 V,

1 Einankerumformer von 500 kW Leistung, 5000/450/600 V,

einige Motorgeneratoren für den Bahnbetrieb,

3 Akkumulatorenbatterien für Licht- und Bahnstrom mit den zugehörigen Ladesätzen.

Die Gesamtleistung der installierten Maschinen betrug etwa 5700 kW.

Der dauernd steigende Bedarf an Licht- und Kraftstrom bedingte wiederum eine Erweiterung des Kraftwerks, zu deren Durchführung sich die Stadt zum Bezuge von Fremdstrom aus dem Netz der Elektrizitätswerke Westfalen A. G. unter Beibehaltung der zwei vorerwähnten Turbogeneratorensätze entschloß. Das Überlandwerk liefert Drehstrom von 10 000 V und 50 Hz. Die Spannungsübersetzung erfolgt durch einen, später durch zwei Transformatoren von je 2000 kVA Leistung, 10 000/5000 V, die Umformung in Gleichstrom über sechs Einankerumformer mit Leistungen von 1 × 2000, 2 × 1500 und 3 × 500 kW. Die letzteren drei Umformer sind für erhöhte Spannung zum Betriebe des Bahnnetzes gebaut.

Der Umbau des Kraftwerkes erforderte die Beseitigung sämtlicher Druckgasmotoren und der kleinen Umformer sowie sämtlicher Batterien. An die Plätze der Druckgasmotoren traten die neuen Einankerumformer und die Transformatoren mit Drehtransformatoren (Abb. 1 und 2). Die Maschinen erhalten die zur Kühlung erforderliche Frischluft aus dem Keller, die Transformatoren und Drehtransformatoren aus einem besonderen ins Freie mündenden Kanal im Keller. Die erwärmte Luft tritt bei den Maschinen in das Maschinenhaus, während sie bei den Transformatoren und Drehtransformatoren durch große Abluftkanäle ins Freie geführt wird.

Die Gesamtleistung der nunmehr installierten Maschinen und Transformatoren ohne Reserve beträgt etwa 11 640 kW.

Für den eigenen Bedarf ist aus den vorhandenen Batterien eine kleinere Batterie mit etwa 300 Ah Kapazität zusammengestellt worden.

Abb. 3 zeigt den Grundriß der Zentrale vor dem Umbau, die Abb. 4, 5 und 6 Grundrisse und Aufriß des umgebauten Kraftwerks.

Entsprechend den durch den Umbau der Maschinenanlagen eingetretenen neuen Verhältnissen wurde auch eine vollständig neue Hauptschaltanlage erforderlich. Mit dem Umbau derselben wurde die Pöge Elektricitäts-Aktiengesellschaft, Chemnitz, betraut. Da eine Unterbrechung in der Stromlieferung nicht eintreten durfte, wurden die auf der Galerie befindliche Gleichstromanlage sowie die an verschiedenen Stellen im Werk untergebrachten Drehstrom-Schaltanlagen zunächst mit der neuen Schaltanlage parallel geschaltet und dann allmählich nacheinander entfernt. Die neue Schaltanlage befindet sich im Erdgeschoß zwischen Mauerpfeilern und in dem dahinterliegenden frei gewordenen Raume (Abb. 4 und 6). In das Maschinenhaus

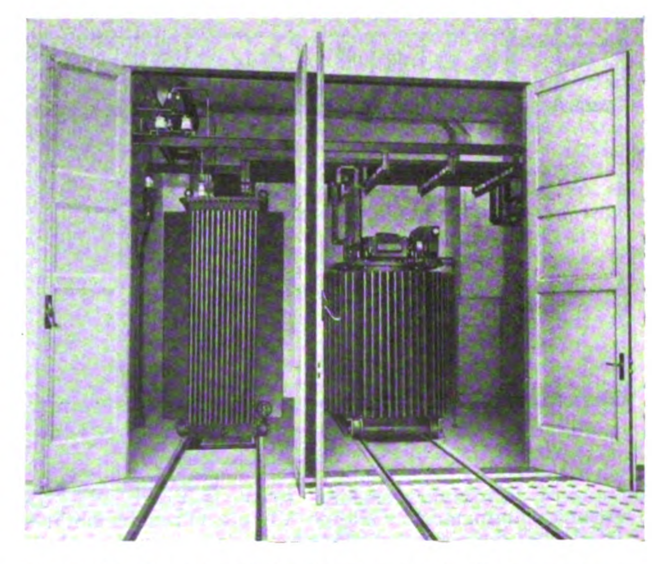
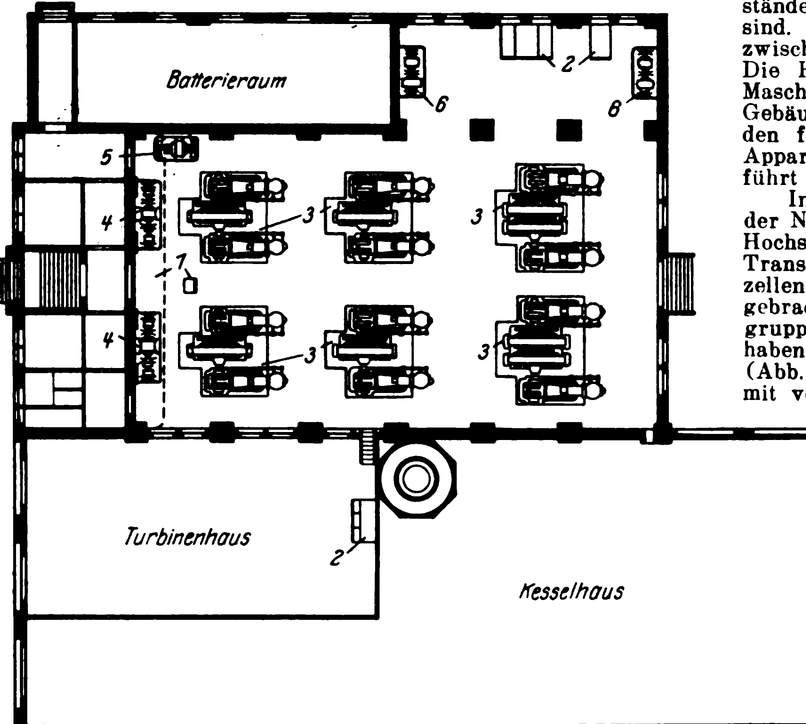


Abb. 2. Transformator und Drehtransformator für Einankerumformer.

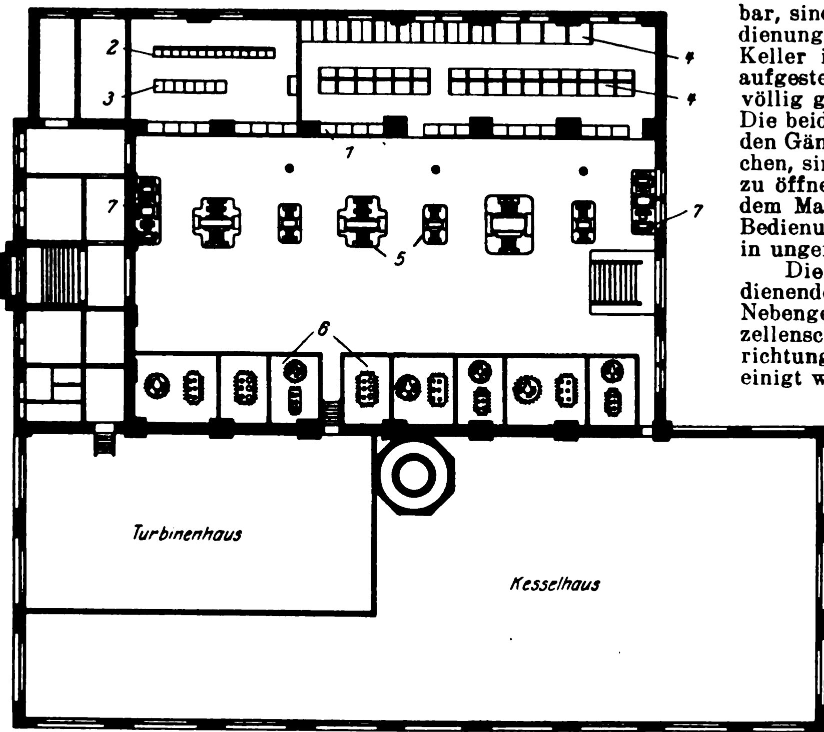
ragen die einzelnen Niederspannungs-Bedienungsgruppen, die systematisch zusammengestellt sind. Gruppe I umfaßt Bahn- und Lichtverteilung; Gruppe II die Zusatz- und



1 Niederspannung-Schaltanlagen
2 Hochspannung-Schaltanlagen
3 Druckgas-Generatoren
4 Zusatz- und Ausgleichsätze
5 Einankerumformer
6 Motor-Generatoren

Abb. 3. Zentrale vor dem Umbau.

Ausgleichsätze, Batterien und Gleichstrom-Turbogeneratoren; Gruppe III die Drehstromgeneratoren und Transformatoren 5000 V und die 5000 V-Verteilung; Gruppe



1 Niederspannung-Schaltanlage
2 Lichtverteilung-Schaltanlage
3 Bahnverteilung-Schaltanlage
4 Hochspannungzellen
5 Einankerumformer
6 Transformatorenzellen
7 Zusatz- und Ausgleichsätze

Abb. 4. Zentrale nach dem Umbau.

IV und V die ankommenden 10 000 V-Kabel und die 6 Einankerumformer; Gruppe VI die Transformatoren 10 000 V und die später abgehenden 10 000 V-Kabel (Abb. 7 und 8).

Hinter den Gruppen I und II sind die Bahn- und Lichtverteilungsanlagen angeordnet (Abb. 9), während die Maschinen und Einankerumformer-Sammelschienen mit zugehörigen Gleichstrom-Schaltautomaten, Meßwiderständen usw. im Keller übersichtlich angebracht sind. Dadurch wurden die schweren Zuleitungen zwischen Maschinen und Sammelschienen erspart. Die Hauptsammelschienen selbst liegen an der Maschinenhausdecke über die ganze Länge des Gebäudes. Etwa vorzunehmende Überholungen an den für die einzelnen Maschinen vorgesehenen Apparaten können leicht und gefahrlos durchgeführt werden.

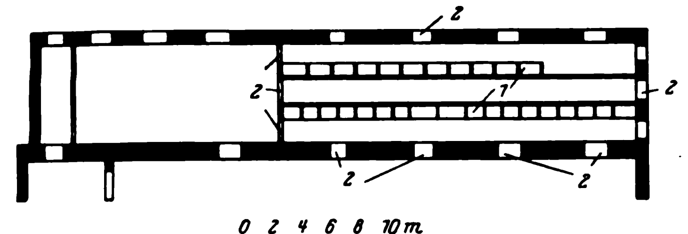
In einem besonderen Gebäudeabschnitt hinter der Niederspannungsgruppe III befinden sich die Hochspannungszellen für die 5000 V-Maschinen und Transformatoren. Die abgehenden Speisekabelzellen 5000 V sind an der Gebäuderückseite untergebracht (Abb. 10). Die zu den Niederspannungsgruppen IV ... VI gehörigen 10 000 V-Schaltgerüste haben hinter diesen Schaltanlagen Platz gefunden (Abb. 11). Die aus Duromaterial hergestellten und mit verschließbaren Drahtgittertüren versehenen Hochspannungszellen für 5000 und 10 000 V im Erdgeschoß nehmen nur die Sammelschienen, Trennschalter, Strom- und Spannungswandler und die Kabelendverschlüsse auf. Die Ölschalter für 5000 und 10 000 V, sämtlich fahrbar, sind dagegen zur größeren Sicherheit des Bedienungspersonals und des ganzen Betriebes im Keller in zwei Reihen gemauerter Zellen derart aufgestellt, daß zwischen diesen beiden Reihen ein völlig gefahrloser innerer Bedienungsgang bleibt. Die beiden äußeren, hinter den Ölschaltern liegenden Gänge, die nur selten betreten zu werden brauchen, sind durch zahlreiche feuerfeste, nach außen zu öffnende Türen teils mit dem Freien, teils mit dem Maschinenhauskeller verbunden, so daß dem Bedienungspersonal im Notfalle vielfache Auswege in ungefährliche Räume offen sind (Abb. 5).

Die anfangs erwähnte, für den eigenen Bedarf dienende kleine Batterie befindet sich in einem Nebengebäude und hat ferngesteuerte Doppelzellenschalter erhalten; die zugehörige Schalteinrichtung ist mit der neuen Hauptschaltanlage vereinigt worden.

Bezüglich der Schaltung der Anlage ist allgemein bemerkenswert (Abb. 12), daß sämtliche Drehstrom- und Gleichstrom-Maschinenschalter und die Bahnspeisepunktschalter mit elektrischer Fernsteuerung und Meldeein-



richtung versehen sind, überdies aber auch von Hand an ihrem Aufstellungsort selbst bedient werden können. Die Ölschalter für die Speiseleitungen mit 5000 V und die Schalter für die Gleichstrom-Lichtspeisekabel werden von Hand betätigt, da sie nur selten geschaltet werden. Die



1 Ölschalterzellen 2 Notausgänge

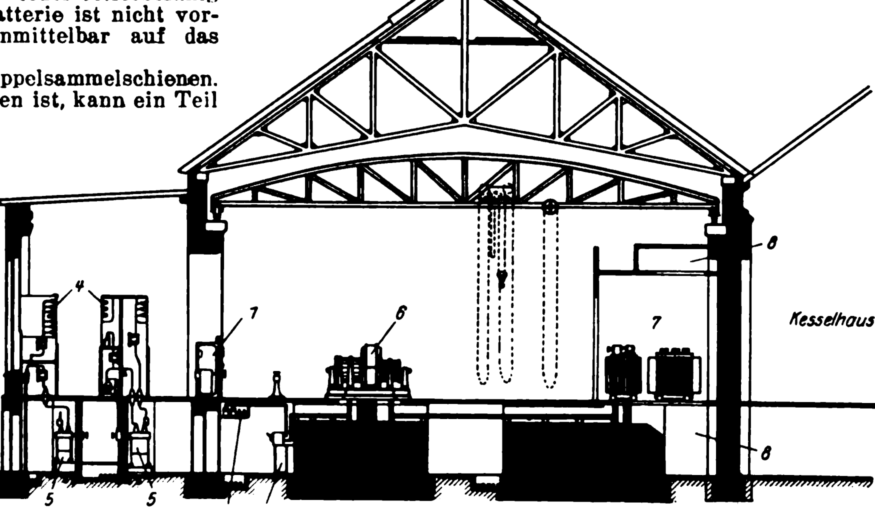
Abb. 5. Kellergeschoß, Ölschalterraum.

Ölschalter für Einankerumformer und Transformatoren besitzen Vorstufen- und Schutzwiderstände.

Bei der Bahnverteilung ist eine Umgehungsleitung mit einem Reserveautomaten vorgesehen, so daß im Falle des Schadhaftwerdens eines Streckenschalters der Reserveautomat sofort mittels Umschaltung einspringen und der schadhafte Schalter ausgebaut und wieder betriebsfähig gemacht werden kann. Eine Pufferbatterie ist nicht vorhanden. Die Maschinen arbeiten unmittelbar auf das Bahnnetz.

Die Lichtverteilung besitzt Doppelsammelschienen. Da das Lichtkabelnetz nicht geschlossen ist, kann ein Teil

Abb. 8. Bedienung-Schaltanlage (Rückseite).



1 Niederspannung-Schalttafeln
2 Gleichstrom-Sammelschienen
3 „ Fernschalter
4 Hochspannungszellen
5 Ölschalterzellen
6 Einankerumformer
7 Transformatorenzellen
8 Luftschächte

Abb. 6. Querschnitt durch die Zentrale.

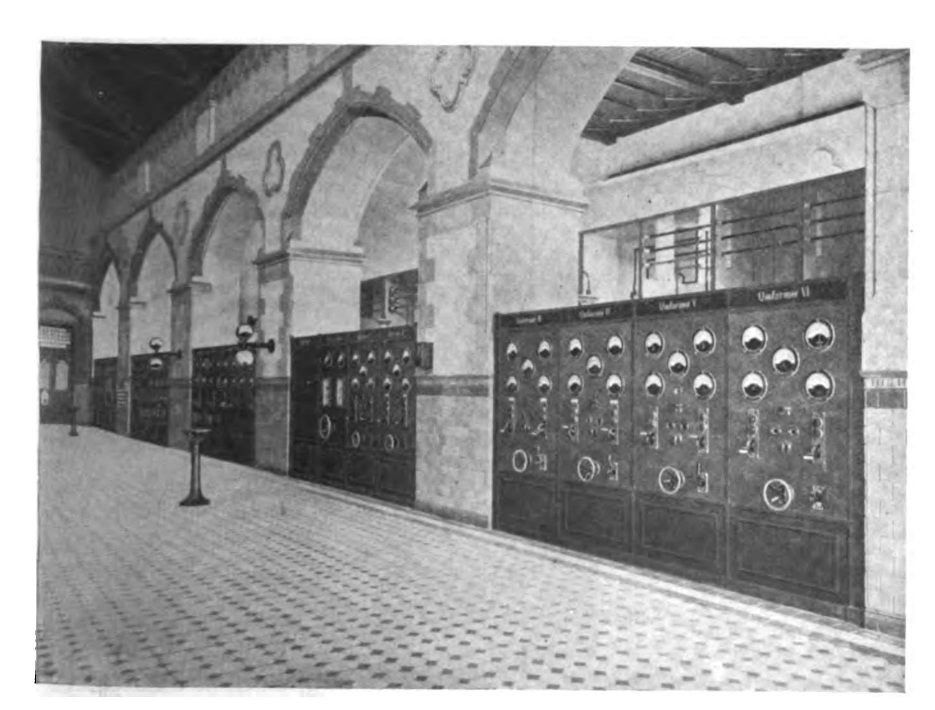


Abb. 7. Bedienung-Schaltanlage.

der Speisekabel auf die Turbogeneratoren, der andere Teil auf die Einankerumformer geschaltet werden, je nach den vorliegenden Betriebsverhältnissen. In ähnlicher Weise ist es ermöglicht, die Drehstromspeisekabel entweder von den Turbogeneratoren oder von den Transformatoren zu versorgen. Alle Einankerumformer, mit Ausnahme der früher aufgestellten 500 kW-Maschine, sind über Drosselspulen an die 10 000 V-Sammelschienen angeschlossen, und die beiden neuen Umformer von je 500 kW können im Bedarfsfalle auch von den 5000 V-Sammelschienen betrieben werden.

Die Bedienungschalttafeln bestehen aus schwarzem Granit auf stabilen Profileisengerüsten. Die Meß- und Betätigungsleitungen sind in übersichtlicher, leicht kontrollierbarer Weise verlegt (Abb. 6 u. 8). Die Meßleitungen zwischen Hochspannungszellen und Bedienungschalttafeln bestehen aus mehradrigem Bleikabel, die Verbindungsleitungen zwischen Einanker und Schaltanlage bzw. Transformatoren aus blanken Kupferschienen auf Porzellanisolatoren, die Hochspannungzuführungen von der Schaltanlage nach den Transformatoren



und Maschinen sowie die Verbindungen für die kleinen Gleichstrommaschinen aus eisenbandarmierten Kabeln.

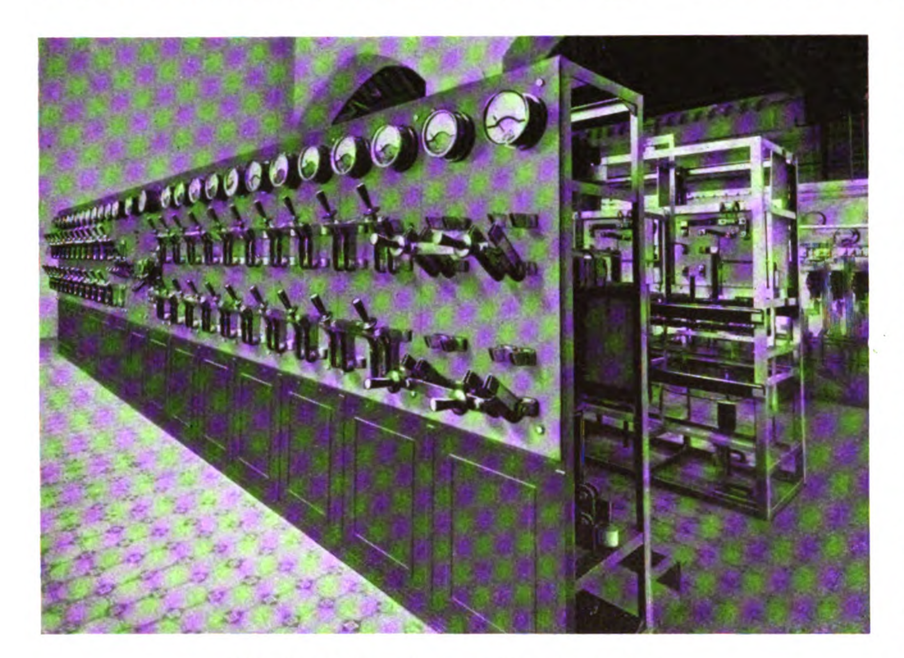


Abb. 9. Licht- und Bahnverteilung-Schaltanlage.

Für Gleichstrom sind Drehspulinstrumente in versenkter Ausführung, für Drehstrom Dreheisen- bzw. Ferrarisinstrumente verwendet worden. Die Gleichstromzähler erhalten bei großen Stromstärken mit Rücksicht auf die schweren Zuleitungen besondere Fernzählwerke. Für Drehstrom sind Induktionszähler verwendet. Zur Synchronisierung der Drehstromgeneratoren mit den Transformatoren dient ein von einem Wandarm getragenes Synchronoskop.

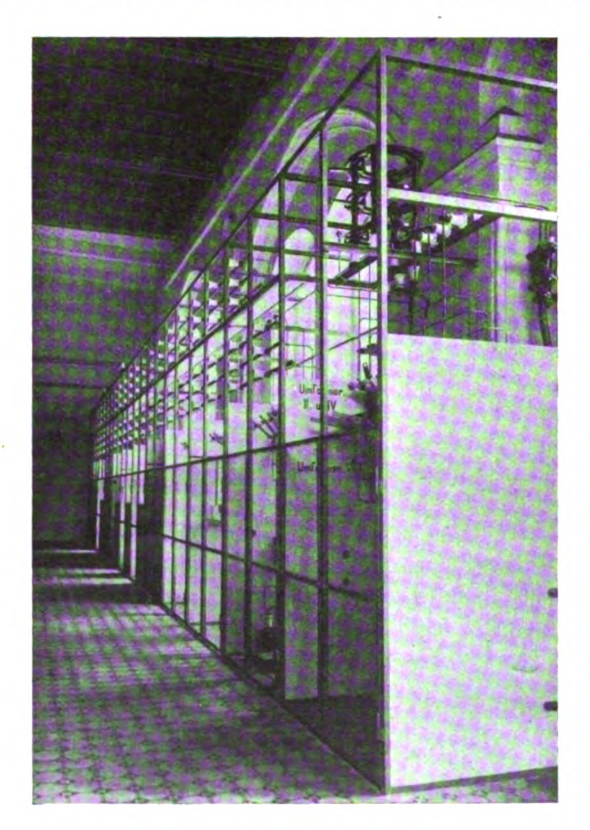


Abb. 10. 5 kV-Verteilungsanlage.

Bei der Verlegung der schweren Gleichstromleitungen und der Sammelschienen wurden die Verbindungsteilen blank geschliffen und nicht verzinnt, die Schienenstöße nicht verbohrt sondern überlappt und mit Drucklaschen verschraubt (Abb. 13). Dadurch ist außer einer einfachen Montage ein überaus guter Stromübergang erreicht. Auf die Ausdehnung der Kupferschienen infolge Erwärmung wurde bei der Verlegung der Sammelschienen und Verbindungsleitungen sorgfältig Bedacht genommen.

Alle Transformatoren- und Ölschalterzellen haben Ölabläufe, die in einen gemeinsamen Behälter außerhalb des Schalthauses einmünden.

Das Anlassen der Umformer erfolgt drehstromseitig mit etwa ⅓ Spannung über Anlaßumschalter, die mit Rücksicht auf die vereinfachte Leitungsführung in den Zellen der Transformatoren und Drehtransformatoren mit montiert sind und entweder elektrisch oder von Hand vom Maschinenhaus aus gesteuert werden. Die Dreh- und Leistungstransformatoren haben Transportrollen mit Spurkränzen. Zur Vornahme von Überholungen und Reparaturarbeiten ist im Maschinenhaus genügend Platz vorhanden. Ein Montagekran steht zur Verfügung.

An Überspannungsableitern ist für das 5000 V-Kabelnetz ein Bendmannschutz eingebaut worden. Die 10 000 V-Anlage erhält vorerst keinen Überspannungschutz.

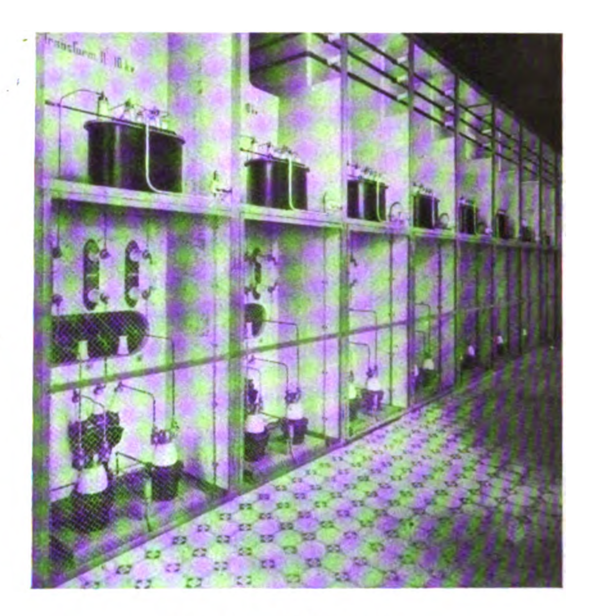


Abb. 11. 10 kV-Schaltanlage.

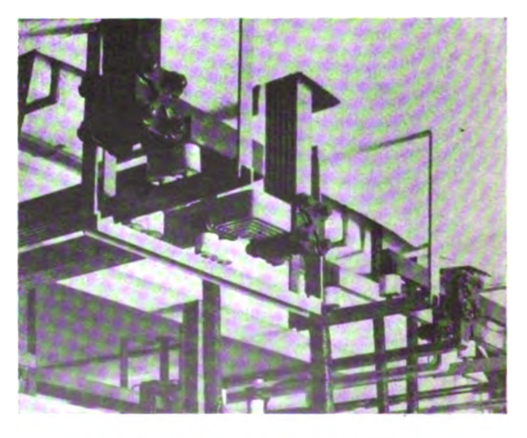


Abb. 13. Sammelschienen für Gleichstrom.



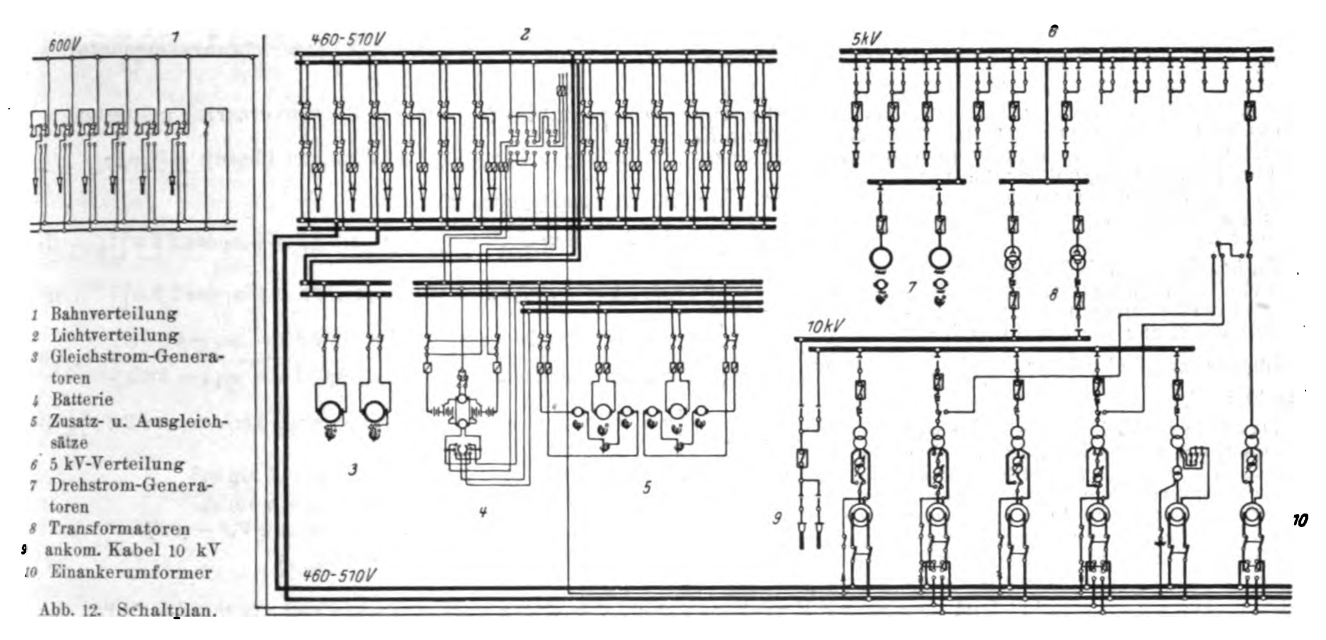


Abb. 12. Schaltplan.

Die gesamte Schaltanlage konnte im Erdgeschoß und im Keller untergebracht werden. Trotz der sehr schwierigen Verhältnisse, die bei der Montage herrschten, wurden die Arbeiten ohne jede Unterbrechung der Stromlieferung durchgeführt.

Betriebsdiagramme für beliebig lange Wechselstromleitungen.

Von Reg.- und Baurat **Rosseck**, Stettin.

Übersicht. Zur Zeichnung des Diagrammes sind nur leicht berechenbare Werte für den Leerlauf- und Kurzschlußzustand sowie ein Wert für $\cos\varphi_e = 1$ erforderlich. Die entsprechenden genauen Formeln der reellen Lösung werden kurz angegeben. Außerdem werden hierfür neue Näherungsformeln durch Auflösung der Hyperbel- und Kreisfunktionen in Reihen entwickelt, die bis rd. 450 km Freileitungslänge und bis rd. 110...170 km Kabellänge genügend genaue Werte ergeben.

Die bevorstehende Kuppelung der Großkraftwerke Deutschlands verlangt gebieterisch die Entwicklung einer Methode, die es ohne komplizierte Rechnungen ermöglicht, die Spannungs- und Leistungsübertragungsverhältnisse einer beliebig langen Leitung für beliebige Belastungsfälle schnell zu überblicken. Für Freileitungen bis etwa 300 km Länge und Kabel bis etwa 50 km Länge liegen bereits Verfahren vor, die hauptsächlich durch Oberingenieur Burger (SSW) auf eine für die Praxis genügend handliche Form gebracht wurden[1]. Bei diesen Grenzen ist es zulässig, die Kapazität je zur Hälfte am Anfang und Ende der Leitung konzentriert anzunehmen. Hierbei können auch die Aufwärts- und Abwärtstransformatoren, bei denen man die Magnetisierungsblindleistung je zur Hälfte am Anfang und Ende des Transformators konzentriert annimmt, in demselben Betriebsdiagramm[1] mit genügender Annäherung mitberücksichtigt werden.

Im folgenden soll nun ein Diagramm veröffentlicht werden, das für beliebig lange Leitungen gilt, allerdings den Nachteil besitzt, daß die Transformatoren nicht mitberücksichtigt werden können.

A. Diagramm für beliebig lange Leitungen.

Gegeben bzw. errechnet sind die Werte (Index *e* Leitungsende, *a* Leitungsanfang, *o* Leerlauf, *k* Kurzschluß): verkettete Spannung E_e = konst.; Winkel α_0 zwischen E_e und der Leerlaufspannung E_{a_0}; E_a bei $J_{e_{max}}$ und $\cos\varphi_e = 1$; Kurzschlußspannung E_{a_k} bei $J_{e_{max}}$; Kurzschlußstromstärke J_{a_k} bei $J_{e_{max}}$; Leerlaufstromstärke J_{a_0} und Winkel — δ_0 zwischen J_{a_0} und E_e $(-\delta_0 = -\varphi_{a_0} - \alpha_0;$ $\varphi_{a_0} =$ Winkel (J_{a_0}, E_{a_0}).

Wir zeichnen die Richtung von E_e, tragen im Punkt *0* nach oben und unten den Winkel α_0 ab, schlagen um *0* einen Kreis mit E_{a_0} und erhalten auf dem freien Schenkel des nach oben abgetragenen Winkels den Punkt *A*. Hierauf schlagen wir im Maßstabe von E_{a_0} Kreise, und zwar um *0* mit E_a bei $J_{e_{max}}$ und $\cos\varphi_e = 1$ und um *A* mit E_{a_k}. Der Schnittpunkt der beiden Kreise ergibt uns den

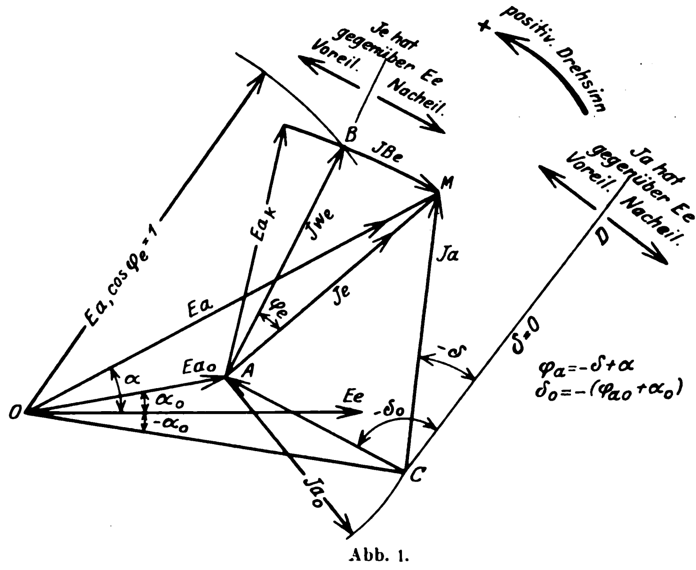


Abb. 1.

Punkt *B*. Die Hauptstrecke *AB* des Diagrammes entspricht $N_{e_{max}}$ [kW bzw. MW] und dem Wirkstrom $J_{w_{e_{max}}}$ [A] und liefert uns für N_e und J_e die Maßstäbe. Außerdem entspricht die Strecke *AB* aber noch der Kurzschlußstromstärke J_{a_k} bei $J_{e_{max}}$*[2], sie liefert uns also auch den Maßstab für J_a [A]. Im so ermittelten J_a-Maßstabe schlagen wir um *A* einen Kreis mit J_{a_0} und erhalten auf dem freien Schenkel des nach unten abgetragenen Winkels α_0 den Punkt *C*. Es ergibt uns die Verbindung jedes beliebigen

---

[1] Vgl. Burger, Berechnung von Drehstrom-Kraftübertragungen, S. 73. Verl. Julius Springer, Berlin 1927. ETZ 1925, S. 1292. — Rosseck, Betriebsdiagramme für Drehstrom für Leitungen einschließlich der Transformatoren. Elektro-Journ. Bd. 7, S. 33.

*[2] Beweis vgl. Schönholzer, Schweiz. Techn. Z. 1922, Nr. 6...9. Um das Diagramm möglichst genau zu erhalten, wählt man zweckmäßig die größte bei $\cos\varphi_e = 1$ in Frage kommende Stromstärke.



Belastungspunktes M mit O den Wert E_a, mit A den Wert J_e, mit C den Wert J_a, natürlich in den betreffenden Maßstäben.

Hierauf tragen wir von AC aus den Winkel δ_0 ab und erhalten die Richtung CD (nicht etwa parallel AB!), für die $\delta = 0$ ist und die im Stromdiagramm der Richtung E_e entspricht. Der gesuchte Winkel φ_a (J_a, E_a) ist bei negativem δ, d. h. bei gegenüber E_e voreilendem Strom J_a (wie meist der Fall): $\varphi_a = -\delta + \alpha$, bei positivem δ: $\varphi_a = \delta + \alpha$.

Zu beachten ist, daß im Diagramm die verketteten Spannungen in der Phasenlage der Phasenspannungen gezeichnet und sämtliche Stromvektoren um den Impedanzwinkel γ $\left(\operatorname{tg}\gamma = \frac{s}{r}\right)$ vorgedreht sind.

Das Diagramm ist das gleiche wie das von Hak in der ETZ 1927, S. 498 gebrachte[3]. Nur werden sämtliche, leider den meisten Fachgenossen unerfreuliche Rechnungen mit komplexen Größen vermieden. Außerdem brauchen gegenüber Schönholzer keine Hilfslinien unter verschiedenen Winkeln gezogen werden, die das Diagramm nur unübersichtlich machen und zu Irrtümern Veranlassung geben können.

Das Diagramm gilt bei genauer Ermittlung der zu seiner Konstruktion erforderlichen Größen für Leitungen beliebiger Länge[4].

B. Formeln für den allgemeinen Belastungsfall bei Drehstromleitungen.

I. Genaue Formeln der reellen Lösung nach Mahlke[5].

φ ist, wie üblich, entgegen Mahlke bei der Spannung nacheilendem Strom positiv gesetzt.

Bezeichnungen für eine Phase:

r [Ω/km] Ohmscher, $s = L\omega$ [Ω/km] induktiver Widerstand (L [H/km]; $\omega = 100\pi$ bei 50 Hz); $b = C\omega$ [Ω^{-1}/km] = Kehrwert des kapazitiven Widerstandes (C [F/km]); g [Ω^{-1}/km] Ableitung. Einschließlich unerheblicher Koronaverluste bei höheren Spannungen beträgt für alle Spannungen der Isolationswiderstand bei Freileitungen etwa $R_n = 20\,000$ kΩ je km, für 3 Phasen:

$N_{\text{Abl.}} = \frac{E^2}{20 \cdot 10^3}$ [kW/km, E = verkettete kV], also $g = \frac{10^{-6}}{20}$ [Ω^{-1}/km]; bei Kabeln tritt an Stelle von $N_{\text{Abl.}}$ der dielektrische Verlust N_{Di});

$$\mu = \sqrt{r^2 + s^2}; \quad \xi = \sqrt{g^2 + b^2};$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2}(\mu\xi + g r - b s)} = \text{Dämpfungskonstante};$$

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2}(\mu\xi - g r + b s)} = \text{Wellenkonstante};$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{2}(\mu\xi + g r - b s)} = \text{Phasenrichtungskonstante};$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{2}(\mu\xi - g r - b s)} = \text{Phasenverzerrungskonstante};$$

V [Phasenvolt]; J [A]; A [Watt in 1 Phase]; x [km].

Werte am Leitungsende gegeben:

$$V_a^2 = \frac{1}{2\xi}\left[\left\{m \operatorname{Sin} 2\alpha x + n \operatorname{Cof} 2\alpha x\right\} + \left\{m_1 \sin 2\beta x + n_1 \cos 2\beta x\right\}\right] \quad . \quad (1)$$

$$J_a^2 = \frac{1}{2\mu}\left[\left\{m \operatorname{Sin} 2\alpha x + n \operatorname{Cof} 2\alpha x\right\} - \left\{m_1 \sin 2\beta x + n_1 \cos 2\beta x\right\}\right] \quad . \quad (2)$$

$$\operatorname{tg}\varphi_a = \frac{-\delta\left\{n \operatorname{Sin} 2\alpha x + m \operatorname{Cof} 2\alpha x\right\} - \gamma\left\{n_1 \sin 2\beta x - m_1 \cos 2\beta x\right\}}{\gamma\left\{n \operatorname{Sin} 2\alpha x + m \operatorname{Cof} 2\alpha x\right\} - \delta\left\{n_1 \sin 2\beta x - m_1 \cos 2\beta x\right\}} \quad . \quad (3)$$

$$A_a = \frac{1}{2\mu\xi}\left[\gamma\left\{n \operatorname{Sin} 2\alpha x + m \operatorname{Cof} 2\alpha x\right\} - \delta\left\{n_1 \sin 2\beta x - m_1 \cos 2\beta x\right\}\right]. \quad (4)$$

Hierin:
$$m = 2\, V_e J_e (\gamma \cos\varphi_e - \delta \sin\varphi_e)$$
$$m_1 = 2\, V_e J_e (\delta \cos\varphi_e + \gamma \sin\varphi_e)$$
$$n = \xi V_e^2 + \mu J_e^2; \quad n_1 = \xi V_e^2 - \mu J_e^2$$
$$\left(\lambda = \frac{2\pi}{\beta} \text{ [km]}\right).$$

Sind die Werte am Leitungsanfang gegeben, so haben wir lediglich zu setzen $-x$ statt x, $-\operatorname{Sin} 2\alpha x$ statt $\operatorname{Sin} 2\alpha x$, $-\sin 2\beta x$ statt $\sin 2\beta x$, A_e statt A_a; außerdem V_a statt V_e, J_a statt J_e, φ_a statt φ_e und umgekehrt.

II. Näherungsformeln für den allgemeinen Belastungsfall.

Vernachlässigen wir nun die Ableitung g, die nur bei sehr langen Leitungen eine gewisse Rolle spielt, so wird für $g = 0$:

$$\alpha = \delta; \quad \beta = \gamma; \quad \alpha\beta = \frac{r b}{2}; \quad \alpha^2 = \frac{b}{2}\left(\sqrt{r^2 + s^2} - s\right);$$
$$\beta^2 = \frac{b}{2}\left(\sqrt{r^2 + s^2} + s\right).$$

Wir ersetzen nun die Hyperbel- und Kreisfunktionen durch die nachfolgenden Reihen:

$$\operatorname{Cof} 2\alpha x \approx 1 + 2\alpha^2 x^2 + \frac{2}{3}\alpha^4 x^4 \Big| + \frac{4}{45}\alpha^6 x^6 + \ldots.$$

$$\operatorname{Sin} 2\alpha x \approx \alpha x\left(1 + \frac{2}{3}\alpha^2 x^2 \Big| + \frac{2}{15}\alpha^4 x^4 + \ldots.\right)$$

$$\cos 2\beta x \approx 1 - 2\beta^2 x^2 + \frac{2}{3}\beta^4 x^4 \Big| - \frac{4}{45}\beta^6 x^6 + \ldots.$$

$$\sin 2\beta x \approx 2\beta x\left(1 - \frac{2}{3}\beta^2 x^2 \Big| + \frac{2}{15}\beta^4 x^4 - \ldots.\right);$$

die Reichweite der Reihenglieder bis einschließlich x^4 berücksichtigende Formeln werden wir später ermitteln. Wir erhalten dann, wenn wir noch $r x = R$ [Ω]; $s x = S$ [Ω] und $\frac{1}{b x} = \frac{k}{x} = K$ [Ω] (kapazitiver Widerstand) setzen sowie statt der Phasenvolt die verketteten Drehstromspannungen E_e und E_a in kV und statt der Phasenwatt N [kW] für 3 Phasen einführen:

a) Werte am Leitungsende gegeben[6]:

$$E_a^2 \approx E_e^2 + \frac{2\sqrt{3}\,E_e J_e}{10^3}(R \cos\varphi_e + S \sin\varphi_e) + \frac{3 J_e^2 (R^2 + S^2)}{10^6} - \frac{S}{K} E_e^2$$
$$- \frac{2\sqrt{3}\,E_e J_e}{10^3} \frac{1}{3K}\left[R S \cos\varphi_e + (R^2 + 2S^2)\sin\varphi_e\right] + \frac{E_e^2}{6K^2}(R^2 + 2S^2) - \frac{S J_e^2}{K \cdot 10^6}(R^2 + S^2) \text{ [kV}^2] \quad . \; . \; . \quad (1a)$$

$$J_a^2 \approx J_e^2 - \frac{2 \cdot 10^3 E_e J_e}{\sqrt{3}} \frac{\sin\varphi_e}{K} + \frac{E_e^2 \cdot 10^6}{3K^2} - \frac{S J_e^2}{K} + \frac{2 \cdot 10^3 E_e J_e}{\sqrt{3}} \frac{1}{3K^2}(R \cos\varphi_e + 2S \sin\varphi_e)$$
$$- \frac{S E_e^2 \cdot 10^6}{9K^3} + \frac{J_e^2}{6K^2}(R^2 + 2S^2) \text{ [A}^2] \quad . \; . \; . \quad (2a)$$

$$\operatorname{tg}\varphi_a \approx \frac{\sin\varphi_e\left(K - 2S + \frac{R^2 + 4S^2}{6K}\right) - \cos\varphi_e\left(R - \frac{R S}{3K}\right) + \frac{\sqrt{3}\,J_e}{10^3 E_e}\left(S K - \frac{R^2 + 2S^2}{3}\right) - \frac{10^3 E_e}{\sqrt{3}\,J_e}\left(1 - \frac{2S}{3K}\right)}{\cos\varphi_e\left(K + \frac{R^2}{6K}\right) - \sin\varphi_e\left(R - \frac{R S}{3K}\right) + \frac{\sqrt{3}\,J_e}{10^3 E_e} R (K - S) + \frac{10^3 E_e}{\sqrt{3}\,J_e} \frac{R}{3K}} \quad (3a)$$

[3] Von Hak wurde dort auch ein Verfahren angegeben, welches es ermöglicht, direkt φ_a zu bestimmen. Um das Diagramm nicht unübersichtlich zu machen, wurde hier von der Einzeichnung der dazu erforderlichen Hilfslinien und Kreise abgesehen.

[4] Die Bemerkung von Oberdorfer in ETZ 1927, S. 1691, daß es sich bei Hak um eine Näherungsmethode handelt, bezieht sich nur auf die Ausrechnung der Werte.

[5] Mahlke, Vollständige Auflösung des Wechselstrom-Fernleitungsproblems. Verl. W. Möser, Berlin 1919. ETZ 1919, S. 241.

[6] Die Formeln unter a) wurden teilweise unter Mitwirkung von Dr. Mahlke aufgestellt. Die für einfachen Wechselstrom gültigen lassen sich daraus leicht ableiten.

$$N_a \approx \frac{3\,R\,J_e^2}{10^3} + \frac{6\,E_e\,J_e}{\sqrt{3}}\left(\frac{\cos\varphi_e}{2} - \frac{R\sin\varphi_e}{2\,K}\right) - \frac{R\,S\,J_e^2}{K\,.\,10^3} + \frac{R\,.\,10^3}{3\,K^2}\,E_e^2 + \frac{6\,E_e\,J_e}{\sqrt{3}}\,\frac{R}{12\,K^2}\,(R\cos\varphi_e + 2\,S\sin\varphi_e)\ [\mathrm{kW}] \quad (4a)$$

$$\left(\lambda = \frac{2\,\pi\,x}{\sqrt{\frac{1}{2\,K}\left(\sqrt{R^2+S^2}+S\right)}}\ [\mathrm{km}]\right).$$

b) Werte am Leitungsanfang gegeben:

$$E_e^2 \approx E_a^2 - \frac{2\sqrt{3}\,E_a\,J_a}{10^3}(R\cos\varphi_a + S\sin\varphi_a) + \frac{3\,J_a^2\,(R^2+S^2)}{10^6} - \frac{S}{K}\,E_a^2 + \frac{2\sqrt{3}\,E_a\,J_a}{10^3}\,\frac{1}{3\,K}$$
$$\times\,[R\,S\cos\varphi_a + (R^2+2\,S^2)\sin\varphi_a] + \frac{E_a}{6\,K^2}\,(R^2+2\,S^2) - \frac{S\,J_a^2}{K\,.\,10^6}\,(R^2+S^2)\ [\mathrm{kV}^2]\ .\ . \quad (1b)$$

$$J_e^2 \approx J_a^2 + \frac{2\,.\,10^3\,.\,E_a\,J_a}{\sqrt{3}}\,\frac{\sin\varphi_a}{K} - \frac{S}{K}\,J_a^2 + \frac{E_a^2\,.\,10^6}{3\,K^2} - \frac{2\,.\,10^3\,.\,E_a\,J_a}{\sqrt{3}}\,\frac{1}{3\,K^2}\,(R\cos\varphi_a + 2\,S\sin\varphi_a)$$
$$- \frac{S\,E_a^2\,.\,10^6}{9\,K^3} + \frac{J_a^2}{6\,K^2}\,(R^2+2\,S^2)\ [\mathrm{A}^2]\ . \quad (2b)$$

$$\operatorname{tg}\varphi_e \approx \frac{\sin\varphi_a\left(K - 2\,S + \frac{R^2+4\,S^2}{6\,K}\right) - \cos\varphi_a\left(R - \frac{R\,S}{3\,K}\right) - \frac{\sqrt{3}\,J_a}{10^3\,.\,E_a}\left(S\,K - \frac{R^2+2\,S^2}{3}\right) + \frac{10^3\,.\,E_a}{\sqrt{3}\,J_a}\left(1 - \frac{2\,S}{3\,K}\right)}{\cos\varphi_a\left(K + \frac{R^2}{6\,K}\right) - \sin\varphi_a\,R\left(1 - \frac{S}{3\,K}\right) - \frac{\sqrt{3}\,J_a}{10^3\,E_a}\,R\,(K-S) - \frac{10^3\,.\,E_a}{\sqrt{3}\,J_a}\,\frac{R}{3\,K}} \quad (3b)$$

$$N_e \approx -\frac{3\,R\,J_a^2}{10^3} + \frac{6\,E_a\,J_a}{\sqrt{3}}\left(\frac{\cos\varphi_a}{2} - \frac{R}{2\,K}\sin\varphi_a\right) + \frac{R\,S}{K\,.\,10^3}\,J_a^2 - \frac{R\,10^3\,E_a^2}{3\,K^2} + \frac{6\,E_a\,J_a}{\sqrt{3}}\,\frac{R}{12\,K^2}\,(R\cos\varphi_a + 2\,S\sin\varphi_a)\ [\mathrm{kW}] \quad (4b)$$

III. Reichweite der Reihenglieder bis einschließlich x^4 berücksichtigenden Näherungsformeln.

Die Reichweite läßt sich natürlich nur angenähert bestimmen, da, wie die Gleichungen (1) bis (4) zeigen, die Hyperbelfunktionen mit den verschiedenen Werten m und n, die Kreisfunktionen mit den Werten m_1 und n_1 vervielfacht werden müssen. Bei Freileitungen und Kabeln ist stets $\beta > \alpha$. Setzt man aber angenähert $2\,\alpha\,x \approx 2\,\beta\,x$ und läßt hierfür einen Höchstwert von 0,99 (also $\beta\,x = 0{,}495$) zu, so beträgt der Näherungsfehler gegenüber dem tatsächlichen Wert für:

$\mathrm{Cof}\ 2\,\beta\,x$ bei $\mathrm{Cof}\ 2\,\beta\,x \approx 1 + 2\,\beta^2 x^2 + \frac{2}{3}\,\beta^4 x^4$: $-\ 0{,}088\,\%$

$\mathrm{Sin}\ 2\,\beta\,x$ bei $\mathrm{Sin}\ 2\,\beta\,x \approx 2\,\beta\,x\left(1 + \frac{2}{3}\,\beta^2 x^2\right)$: $-\ 0{,}7\,\%$

$\cos 2\,\beta\,x$ bei $\cos 2\,\beta\,x \approx 1 - 2\,\beta^2 x^2 + \frac{2}{3}\,\beta^4 x^4$: $+\ 0{,}226\,\%$

$\sin 2\,\beta\,x$ bei $\sin 2\,\beta\,x \approx 2\,\beta\,x\left(1 - \frac{2}{3}\,\beta^2 x^2\right)$: $-\ 0{,}92\,\%$.

Der Fehler beträgt also hierbei höchstens etwa 1 %.

Bei Drehstromfreileitungen, die natürlich durch verschiedene Leiterquerschnitte und den durch die Betriebspannung sowie die gewählte Anordnung der Leiter bedingten Leiterabstand im Mittel der 3 Phasen verschiedene Werte β besitzen, beträgt einschließlich der Hohlseile nach meinen Ermittlungen der Höchstwert von β etwa $1{,}1 \cdot 10^{-3}$ ohne Berücksichtigung der Ableitung. Die vorstehenden Formeln ergeben also allgemein bei Freileitungslängen bis etwa $x = \frac{495}{1{,}1} \approx 450$ km genügend genaue Werte.

Bei Drehstromkabeln (einschl. Höchstädter-Kabeln) liegt bei Vernachlässigung der dielektrischen Verluste der Wert β etwa zwischen $4{,}5 \cdot 10^{-3}$ und $2{,}9 \cdot 10^{-3}$. Und zwar gelten die höheren Werte für Kabel kleineren Querschnitts, wobei von Kabeln gleichen Querschnitts, aber verschiedener Betriebspannung, die Kabel für höhere Betriebspannung, also stärkerer Isolation, einen etwas kleineren Wert β haben. Die Formeln sind daher bei Kabeln je nach der Größe des Wertes β anwendbar etwa bei Kabellängen x zwischen $\frac{495}{4{,}5} = 110$ km und $\frac{495}{2{,}9} \approx 170$ km. Die untere Grenze dürfte bei höheren Spannungen in vielen Fällen genügen, da andernfalls der Ladestrom des Kabels unter Umständen größer wird als die zulässige Maximalstromstärke, und die Spannungsregelung zwischen Vollast und geringster Last ohne besondere Hilfsmittel (Querdrosseln, voreilenden Strom liefernde Phasenschieber) Schwierigkeiten macht.

IV. Diagrammbeispiel mit Näherungsformeln.

Gegeben: 2 Kupferhohlseile für jede Phase von je 240 mm² (Außenhalbmesser $\varrho = 1{,}5$ cm, Innenhalbmesser $a = 1{,}219$ cm, $p = \frac{a}{\varrho} = 0{,}813$, mittlerer geometrischer Abstand ϱ_0 *7 $\approx \varrho\,\frac{1+p}{2} = 1{,}36$ cm) bei einem mittleren Seilabstand von 580 cm. Es sind höchstens 200 000 kW bei $E_e (= E_{e_0}) = 200$ kV über $x = 450$ km zu übertragen.

$$\left(J\,w_{e_{\max}} = \frac{200\,000}{\sqrt{3}\,.\,200\,.\,1} \approx 577\ \mathrm{A} = J_{e_k}\right).$$

$$R = \frac{18{,}2}{480}\,.\,450 \approx 17{,}1\ \Omega$$

$$S = (0{,}1447\ \lg 580\ -\ 0{,}1447\ \lg 1{,}36)\,\frac{450}{2} = 85{,}6\ \Omega$$

$$K = (132\ \lg 580 - 132\ \lg 1{,}5)\,\frac{1000}{900} = 379{,}5\ \Omega$$

$$\operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{Q_2}{Q_1}\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ . \quad (5a)$$

$$Q_2{}^{*8} \approx \frac{R}{2\,K} - \frac{R\,S}{12\,K^2} - \frac{R^3}{288\,K^3} \approx 0{,}02\,245$$

$$Q_1 \approx 1 - \frac{S}{2\,K} + \frac{S^2 - R^2}{24\,K^2} + \frac{R^2\,S}{384\,K^3}\ \Big|+ \frac{R^4}{9216\,K^4} \approx 0{,}8892.$$

$$\operatorname{tg}\alpha_0 \approx 0{,}02525;\quad \alpha_0 = 1^\circ\,24'$$

$$\left.\begin{aligned} E_{a_0}^2 &\approx E_{e_0}^2\left(1 - \frac{S}{K} + \frac{R^2+2\,S^2}{6\,K^2}\right) \approx 200^2\,.\,0{,}7917 \\ &\approx 31\,668;\quad E_{a_0} \approx 178\ \mathrm{kV} \end{aligned}\right\} \quad (6a)$$

$$\left.\begin{aligned} E_{a_k}^2 &\approx J_{e_k}^2\,\frac{(R^2+S^2)\,.\,(3\,K-S)}{K\,.\,10^6} \approx 7040 \\ E_{a_k} &\approx 83{,}9\ \mathrm{kV}. \end{aligned}\right\} \quad (7a)$$

Bei $J\,w_{e_{\max}}$:

$$\left.\begin{aligned} E_a^2 \approx E_e^2 &+ \frac{2\,.\sqrt{3}\,E_e\,J_{w_e}\,R}{10^3} + \frac{3\,J_{w_e}^2\,(R^2+S^2)}{10^6} - \frac{S}{K}\,E_e^2 \\ &- \frac{2\,.\sqrt{3}\,E_e\,J_{w_e}}{10^3}\,\frac{R\,S}{3\,K} + \frac{E_e^2}{6\,K^2}\,(R^2+2\,S^2) \\ &- \frac{S\,J_{w_e}^2}{K\,.\,10^6}\,R^2+S^2) \approx 44\,977 \\ E_a \approx 212{,}1\ \mathrm{kV}. \end{aligned}\right| \quad (8a)$$

*7 Vgl. Burger, Berechnung von Drehstrom-Kraftübertragungen, S. 20, Formel 27 f. Die elektrischen Daten kann man auch aus den in den AEG-Mitt. 1927, H. 11 gebrachten Kurven und Angaben für die einzelnen Mastbilder noch etwas genauer bestimmen. Die vernachlässigte Ableitung beträgt nach vorstehendem insgesamt etwa $\frac{200^2}{10^4}\,.\,450 = 1800$ kW.

*8 Genau: $Q_2 = \mathrm{Sin}\ \alpha\,x\,\sin\beta\,x$; $Q_1 = \mathrm{Cof}\ \alpha\,x\,\cos\beta\,x$. Die übrigen genauen Formeln (vgl. Mahlke) lassen sich leicht aus den unter B I gebrachten aufstellen.

$$\left.\begin{aligned} &J_{a\,k}^2 \approx J_{e\,k}^2 \left(1 - \frac{S}{K} + \frac{R^2 + 2\,S^2}{6\,K^2}\right) \approx 577^2 \,.\, 0{,}7917 \\ &\quad \approx 263\,800 \\ &J_{a_k} \approx 513{,}5\ \text{A.}\ \text{(Bei 1 kV = 1 mm ist der Maßstab} \\ &\text{für } J_a\text{: } 1\ \text{mm} = \frac{513{,}5}{83{,}9} = 6{,}12\ \text{A).} \end{aligned}\right\} \quad (9\text{a})$$

$$\left.\begin{aligned} &J_{a_0}^2 \approx E_{e_0}^2 \,.\, 10^6 \left(\frac{1}{3\,K^2} - \frac{S}{9\,K^3}\right) \approx 85\,640 \\ &J_{a0} \approx 292{,}7\ \text{A} \end{aligned}\right\} . \quad (10\text{a})$$

$$\left.\begin{aligned} &\operatorname{tg} \varphi_{a_0} \approx \frac{2\,S - 3\,K}{R} \approx -56{,}6;\ \varphi_{a_0} \approx -88^\circ\,59' \\ &-\delta_0 = -(\varphi_{a_0} + \alpha_0) = -88^\circ\,59' - 1^\circ\,24' = -90^\circ\,23'. \end{aligned}\right\} \quad (11\text{a})$$

Mit diesen Werten ergibt sich das nachfolgende, vorher beschriebene Diagramm (Abb. 2).

Bei Abb. 2 wird für

$E_e = 200$ kV, $N_e = 200\,000$ kW: $\operatorname{tg} \varphi_e \approx 0{,}264$, $\cos \varphi_e \approx 0{,}967$

Abb. 2.

Zur Kontrolle[9] können wir natürlich an Hand der unter B II gebrachten Formeln noch weitere Werte errechnen, z. B. J_a und φ_a, $-\delta$ für $\cos \varphi_e = 1$ und $J_{w_{e\,max}}$ (vgl. Abb. 2). Der zugehörige Wirkungsgrad beträgt dann

$$\eta = \frac{200\,000}{\sqrt{3} \,.\, 232 \,.\, 538 \,.\, 0{,}998} = 0{,}927,$$

während er sich bei

$N_e = 200\,000$ kW, $\cos \varphi_e = 1$ sowie $\cos \varphi_e = 0{,}9$ auf rd. 0,92, bei $\cos \varphi_e = 0{,}8$ jedoch nur auf rd. 0,91 beläuft. Der Leistungsfaktor 0,8 kommt bei $N_e = 200\,000$ kW auch wegen der Spannungsregelung kaum in Frage.

V. Einige Näherungsformeln für besondere Fälle.

Plötzlicher Leerlauf[10].

Tritt dieser z. B. bei Punkt M (Abb. 2), d. h. bei $E_a = 247{,}4$ kV $= E_{a_0}$ auf, so wird nach Gl. (6 a)

$$E_{e_0}^2 \approx \frac{247{,}4^2}{0{,}7917} \approx 77\,300;\ E_{e_0} \approx 278\ \text{kV}.$$

Wirtschaftlichste Phasenverschiebung bei gegebener Endspannung und Endleistung.

$$\operatorname{tg} \varphi_e{}^{*11} \approx \frac{E_e^2}{N_e} \cdot \frac{10^3}{2\,K} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12\text{a})$$

Aus Gl. (12 a) ergibt sich die bekannte Tatsache, daß bei festliegender Leitung und Endspannung der Strom am Leitungsende mit abnehmender Last immer nacheilender werden muß, wenn man wirtschaftlich fahren will.

Maximaler Wirkungsgrad[12].

Zum Schluß seien noch der Vollständigkeit halber die Näherungsformeln für den maximalen Wirkungsgrad angegeben, wenn er auch bei den heutigen verzerrenden Leitungen keinerlei Bedeutung hat, weil dabei das Material zu wenig ausgenutzt wird.

$$\frac{J_e}{E_e} \approx \frac{10^3}{\sqrt{3}} \sqrt{\frac{1}{K\,(3\,K - S)}} \quad \ldots\ldots \quad (13\text{a})$$

$$\sin \varphi_e \approx \frac{1 - \dfrac{S}{3\,K}}{\dfrac{\sqrt{3}}{10^3}\,\dfrac{J_e}{E_e}\left(K - \dfrac{S}{3}\right) + \dfrac{1}{3\,K}\,\dfrac{10^3}{\sqrt{3}}\,\dfrac{E_e}{J_e}} \approx \sin \varphi_a \quad (14\text{a})$$

Die Transformatoren[13] müssen natürlich, wie bereits eingangs erwähnt, außerdem gesondert berücksichtigt werden.

Erfahrungsgemäß bleibt bei großen Entwürfen sehr wenig Zeit zu einer derartigen Nachprüfung der Übertragungsverhältnisse. Das vorstehende Verfahren erfordert aber auch verhältnismäßig geringe Zeit. Sollte es zur Vermeidung unangenehmer Überraschungen angewendet werden, so ist der Zweck dieser Zeilen erfüllt.

---

[9] Die nach den Näherungsformeln errechneten Werte stimmten, wie nach Abschnitt II zu erwarten war, praktisch vollkommen mit den Ergebnissen der genauen Formeln überein.

[10] Unter der Voraussetzung, daß die Spannung hochspannungseitig am Kraftwerkstransformator konstant gehalten wird. Andernfalls tritt in diesem durch den voreilenden Strom noch eine sehr erhebliche Spannungserhöhung auf. Unter Umständen beeinflussen auch starke Koronaverluste besonders am Leitungsende die Spannungsverhältnisse.

*[11] Genau:

$$\operatorname{tg} \varphi_e = \frac{V_e^2}{\mu\,A_e} \cdot \frac{\mathfrak{Cof}\,2\,\alpha\,x - \cos 2\,\beta\,x}{\frac{1}{\delta}\,\mathfrak{Sin}\,2\,\alpha\,x + \frac{1}{\gamma}\,\sin 2\,\beta x}.$$

[12] Genaue Formeln vgl. Mahlke (Fußnote 5), S. 30 u. 31. Es ist zu beachten, daß M. entgegen den vorstehenden Formeln φ bei voreilendem Strom positiv setzt.

[13] Vgl. Rosseck, ETZ 1924, S. 1374 u. 1375.

Über die von Leitergebilden in der Umgebung eines Funkpeilers rückgestrahlten Störfelder und die Verfahren zu ihrer Kompensierung.

(Zusammenfassender Bericht.)

Von Dr. **F. A. Fischer,** Berlin.

Übersicht. Es wird eine vollständige Theorie der Wirkung der Rückstrahlfelder auf den mit Hilfsantenne arbeitenden Rahmenpeiler gegeben. Die praktisch gebräuchlichen Kompensationsmethoden werden beschrieben und diskutiert.

Die Störerscheinungen, die bei einer Anlage zur Bestimmung der Richtung einer elektromagnetischen Welle vorkommen können, lassen sich in 4 Klassen einteilen. Sie können verursacht sein

1. durch unsymmetrische Ausstrahlung des Senders,
2. durch anormale Ausbreitung der Wellen,
3. durch die Empfangsapparatur selbst,
4. durch den Einfluß der unmittelbaren Umgebung des Peilers.

Die unter 1 genannten Störungen machen sich nur im Induktionsfeld einer Antenne mit nichtkreisförmiger Richtcharakteristik bemerkbar. Eine Schleife peilt man z. B. in Richtung der Normalen ihrer Windungsebene mit einem Rahmen in unmittelbarer Nähe um 90° falsch, wie aus dem bekannten Kraftlinienverlauf des Induktionsfeldes ohne weiteres ersichtlich ist. Entfernt man sich aber um mehr als eine Wellenlänge von der Schleifenantenne, so nimmt der maximale Peilfehler sehr schnell ab und ist in einer Entfernung von etwa 4 Wellenlängen kleiner als 1°. So kompliziert eine Sendeantenne auch gebaut sein mag, im reinen Strahlungsfeld stehen die elektrischen und magnetischen Vektoren normal (wie bei einer symmetrisch strahlenden Antenne). Die Oberflächenwelle einer Antenne beliebiger Richtcharakteristik wird im reinen Strahlungsfeld immer richtig gepeilt. Im Zwischengebiet, wo Induktions- und Strahlungsfeld von gleicher Größenordnung sind, entstehen nicht nur Peilfehler sondern auch Drehfehler. Die hier erwähnten Störerscheinungen, die von der Richtung und der Entfernung vom Sender abhängen, lassen sich durch symmetrischen Aufbau der Sendeantenne vermeiden.

Die unter 2 erwähnten Störungen sind dagegen zeitlich variabel. Sie entstehen, wie Versuche von R. L. Smith-Rose und Barfield[1] gezeigt haben, in der Hauptsache nicht etwa dadurch, daß der Funkstrahl seitlich ausbiegt, sondern durch Interferenz der als Oberflächenwelle fortgepflanzten Welle mit einer oder mehreren von oben herab kommenden Raumwellen. Soweit diese Raumwellen in der Großkreisebene Sender-Empfänger verlaufen, verursachen nur ihre Komponenten mit horizontal verlaufendem elektrischen Vektor Peilfehler. Baut man daher eine Peilantenne, die auf horizontal polarisierte Wellen nicht anspricht, so lassen sich diese Fehler vermeiden. Derartige Antennengebilde lassen sich aus Horizontalantennen zusammenstellen, z. B. eine Drehbasis aus 2 Hochantennen oder ein Goniometer aus 4 Hochantennen. Diesen Gebilden haften nur noch diejenigen Fehler an, die durch seitliches Ausbiegen der Wellen bedingt sind. Ein von R. L. Smith-Rose gebautes Vertikaldrahtgoniometer zeigte beim Empfang der Welle 386 m nur 7° maximalen Fehler, während ein Rahmen 175° maximalen Fehler zeigte.

Die unter 3 genannten Störerscheinungen, die ihre Ursache im Bau der Apparatur selbst haben, lassen sich meist leicht kompensieren. Eines der für die folgenden Betrachtungen wichtigsten Beispiele hierfür ist der Antenneneffekt des Rahmens. Beim Empfang senkrecht polarisierter Wellen (elektrischer Vektor vertikal stehend) kann man einen Rahmen auffassen als aus zwei benachbarten, untereinander gleichen Hochantennen bestehend, die gegeneinander geschaltet sind. Obwohl die in den beiden Hochantennen von der Welle erregten elektromotorischen Kräfte einander entgegenwirken, ist doch die resultierende elektromotorische Kraft des Rahmens nicht Null, da die beiden Hochantennen zwar mit gleicher Stärke, aber nicht in gleicher Phase erregt werden. Die eine steht ja dem Sender näher, es sei denn, daß die Windungsebene des Rahmens senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der Welle steht. Dies ist aber gerade die Minimumstellung des Rahmens. Der Rahmenempfang kommt aber nur dann ungestört zustande, wenn die elektromotorischen Kräfte der beiden Hochantennen, in die man sich den Rahmen zerlegt denken kann, in gleicher Weise zur Wirkung gelangen. Man muß daher den Rahmen so symmetrisch wie möglich bauen und schalten. Praktisch läßt sich diese Symmetrie nicht streng durchführen. Es kommt daher die elektromotorische Kraft einer der beiden Hochantennen etwas stärker zur Wirkung, wodurch zu der eigentlichen Rahmen-EMK eine Antennen-EMK, der sog. „Antenneneffekt" des Rahmens, störend hinzukommt. Da die Rahmen-EMK auf der Differenzwirkung zweier Hochantennen beruht, die Stör-EMK aber von einer Hochantenne herrührt, so ist die EMK des Antenneneffekts um 90° gegen die Rahmen-EMK in der Phase verschoben.

Ist A der Radius des Kreisdiagramms, das den Antenneneffekt darstellt, und $R \cos \varphi$ das Doppelkreisdiagramm des reinen Rahmenempfangs, so erhält man für den Radiusvektor der resultierenden Richtkennlinie den Ausdruck $\sqrt{A^2 + R^2 \cos^2\varphi}$. In Abb. 1 sind die entsprechenden Kurven gezeichnet.

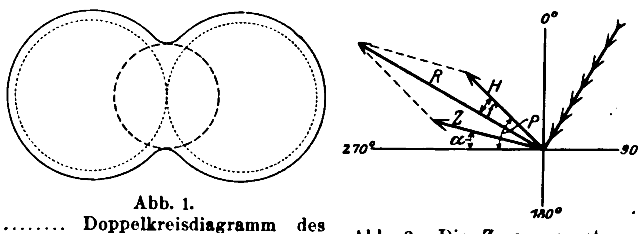


Abb. 1.
.... Doppelkreisdiagramm des reinen Rahmenempfanges
— — — Antenneneffekt
——— Rahmenempfang mit Antenneneffekt.

Abb. 2. Die Zusammensetzung der magnetischen Vektoren aus Rückstrahlfeld und ankommender Welle.

Der Antenneneffekt ist als Wirkung einer Hochantenne ungerichtet. Er kann daher durch eine ungerichtete Hilfsantenne kompensiert werden. Da diese in den Rahmen eine EMK liefern soll, die um 90° gegen die von der ankommenden Welle in den Rahmen induzierte in Phase verschoben ist, so muß der Hilfsantennenstrom 90° Phasenverschiebung gegen die ankommende Welle haben. Da aber die EMK der Hilfsantenne mit der ankommenden Welle in Phase ist, so hat ihr Strom nur dann 90° Phasenverschiebung gegen die Welle, wenn sie stark verstimmt ist.

Während die inneren Fehler der Peilapparatur meist sehr klein sind und sich leicht kompensieren lassen, nehmen die unter 4 genannten Fehler unter Umständen so beträchtliche Werte an, daß ein einwandfreies Peilen unmöglich erscheint. Es sei den folgenden Betrachtungen stets der Rahmenpeiler mit Hilfsantenne zugrunde gelegt. In den Fällen, in denen die Fehler 20° nicht überschreiten, was sich durch entsprechende Wahl des Peilplatzes meist erreichen läßt, ist es aber in letzter Zeit gelungen, die Störfelder zu kompensieren. Über die Anfänge und Grundlagen dieser Untersuchungen, die Kompensation der von einem Schiff hervorgerufenen Funkfehlweisung, ist bereits in dieser Zeitschrift berichtet worden[2]. Da über den weiteren Ausbau der Theorie und Praxis der Kompensation störender Rückstrahlfelder meist nur in nautischen Zeitschriften[3] mit besonderer Berücksichtigung des Bord-Funkpeilers geschrieben wurde, soll hier ein zusamenfassender Bericht in allgemeiner Form gegeben werden.

A. Theorie der Rückstrahlfelder und ihrer Wirkung.

Es werde zunächst ein rückstrahlendes Leitergebilde betrachtet. Den Betrachtungen werde ein Polarkoordinatensystem (r, $\sphericalangle p$) mit dem Peilerort als Pol zugrunde

[1] R. L. Smith-Rose u. Barfield, The cause and elimination of night errors in radio direction finding. J. Inst. El. Engs. London, Bd. 64, S. 831.

[2] H. Maurer u. F. A. Fischer, ETZ 1925, S. 1901; 1926, S. 1475. F. A. Fischer, ETZ 1927, S. 396.

[3] F. A. Fischer, Ann. d. Hydrographie 1926, S. 114. 168, 340; 1927, S. 155 u. 229. H. Maurer u. F. A. Fischer, Ann. d. Hydrographie 1927, S. 116.

gelegt. Die Nullrichtung ist willkürlich. An Bord läßt man sie zweckmäßig mit der Richtung Rechtvoraus zusammenfallen. Der Peiler steht nun unter dem gleichzeitigen Einfluß der unter dem Winkel p einfallenden elektromagnetischen Welle und des Rückstrahlfeldes. Auf den Peiler wirkt also der magnetische Vektor $H = H_0 \sin \omega t$ der ankommenden Welle und der Rückstrahlvektor $Z = Z_0 \sin(\omega t + \varphi)$ (Abb. 2). Es werde der Einfachheit halber angenommen, daß Z im Raume feststeht, also ein lineares Wechselfeld darstellt. Da sich ein Drehfeld bekanntlich durch zwei aufeinander senkrechte Vektoren mit einer Phasendifferenz von 90° darstellen läßt, so ist dieser Fall in der Betrachtung mehrerer linearer Rückstrahlfelder mit beliebiger Phasendifferenz, die später angestellt werden soll, enthalten. In praxi ist ein rückstrahlendes Gebilde, wenn es nicht sehr große Dimensionen hat und auf die Peilwelle abgestimmt ist, nur in seinem Induktionsfeld, wo es keine Drehfelder gibt, merklich wirksam.

Z_0 ist der Richtkennlinie $\Phi(p)$ des rückstrahlenden Gebildes proportional. Man setze

$$Z_0 = k H_0 \Phi(p);$$

k heißt die „Rückwirkungskonstante" des Rückstrahlers an der betrachteten Stelle. Z zerfällt in zwei zeitliche Komponenten,

$$Z_1 = Z_0 \cos\varphi \sin\omega t \text{ und } Z_2 = Z_0 \sin\varphi \cos\omega t,$$

deren Wirkung gesondert betrachtet werden soll. Z_1 ist mit der ankommenden Welle in Phase. Bildet Z mit der 270°-Richtung den Winkel α, so hat man als Komponenten der aus dem Feld der ankommenden Welle und dem Rückstrahlfeld resultierenden Kraft R_1 in der 0°-Richtung

$$V_1 = R_1 \sin(p - f) = H \sin p + Z_1 \sin\alpha$$

und in der Richtung 270°

$$S_1 = R_1 \cos(p - f) = H \cos p + Z_1 \cos\alpha,$$

wobei f der Winkel ist, den die Resultierende R_1 mit H bildet. Nun ist

$$R_1 \cos f = S_1 \cos p + V_1 \sin p$$
$$R_1 \sin f = S_1 \sin p - V_1 \cos p$$

oder, die obigen Werte für S_1 und V_1 eingesetzt,

$$\frac{R_1}{H}\cos f = \cos^2 p + k \cos p\, \Phi(p) \cos\varphi \cos\alpha + \sin^2 p + k \sin p\, \Phi(p) \cos\varphi \sin\alpha$$

$$\frac{R_1}{H}\sin f = \cos p \sin p + k \sin p\, \Phi(p) \cos\varphi \cos\alpha - \sin p \cos p - k \cos p\, \Phi(p) \cos\varphi \sin\alpha,$$

oder

$$\frac{R_1}{H}\cos f = f + k \cos\varphi\, \Phi(p) \cos(p - \alpha)$$

$$\frac{R_1}{H}\sin f = k \cos\varphi\, \Phi(p) \sin(p - \alpha),$$

woraus durch Division folgt

$$\operatorname{tg} f = \frac{k \cos\varphi\, \Phi(p) \sin(p - \alpha)}{1 + k \cos\varphi\, \Phi(p) \cos(p - \alpha)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Dies ist die allgemeine Formel für die Funkstrahlablenkung eines Gebildes. Nach $\Phi(p)$ aufgelöst, lautet diese Formel

$$\Phi(p) = \frac{1}{k \cos\varphi} \cdot \frac{\operatorname{tg} f}{\sin(p - \alpha) - \operatorname{tg} f \cos(p - \alpha)}.$$

In dieser Form kann diese Beziehung dazu dienen, die Richtkennlinie eines Gebildes aus seiner Funkfehlweisung zu berechnen. Dieses Verfahren[4] hat vor den bekannten anderen den Vorzug, unabhängig von der Intensität zu sein.

Die der Formel (1) entsprechende Formel für mehrere (n) rückstrahlende Gebilde lautet

$$\operatorname{tg} f = \frac{\sum_{v=1}^{n} k_v \cos\varphi_v\, \Phi_v(p) \sin(p - \alpha_v)}{1 + \sum_{v=1}^{n} k_v \cos\varphi_v\, \Phi_v(p) \cos(p - \alpha_v)} \quad . \; . \; . \quad (2)$$

Die um 90° gegen die ankommende Welle in Phase verschobene Komponente $Z_2 = kH\,\Phi(p) \sin\varphi \cos\omega t$ erzeugt in dem Rahmen eine EMK, die ebenfalls 90° Phasenverschiebung gegen die von der Welle erzeugte Rahmen-EMK hat. Sie ist also mit der EMK des Antenneneffektes des Rahmens in Phase und wird daher durch die der Kompensation des Antenneneffekts dienende Hilfsantenne mitkompensiert. Z_2 erzeugt also erhöhten Hilfsantennenbedarf.

Es war im vorstehenden stillschweigend vorausgesetzt, daß die Hilfsantenne nicht mit dem Rückstrahlfeld gekoppelt ist oder wenigstens nur solche Komponenten empfängt, die mit der Welle in Phase sind. Diese Voraussetzung ist in vielen praktischen Fällen erfüllt. Bei einem Schiff z. B. wirkt der Rumpf wie eine induktive Längsschleife und beeinflußt das elektrische Feld nicht merklich, die Maste und beim Peilen abgeschaltete Hochantennen strahlen ein elektrisches Feld zurück, das mit dem der ankommenden Welle in Phase ist. Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, so liefert zwar der Rahmen mit Hilfsantenne unter allen Umständen ein scharfes Minimum[5], aber es tritt noch eine zusätzliche Fehlweisung auf. Auch wenn die Hilfsantenne der Peilwelle zu nahe kommt, tritt eine zusätzliche Fehlweisung auf. Die Untersuchung dieser komplizierten Fälle bietet keine prinzipiellen Schwierigkeiten. Ihr Gang soll später kurz angedeutet werden. Zunächst soll der Hilfsantennenbedarf unter der Voraussetzung, daß die Hilfsantenne nur in der Phase der Welle erregt wird und hinreichend verstimmt ist, berechnet werden. Es soll aber gleich der Fall mehrerer rückstrahlender Gebilde betrachtet werden.

Trifft die Welle unter dem Winkel p ein, so stellt sich der Rahmen im Minimum in die Stellung $q = p - f$, wo f durch Gl. (2) als Funktion von p gegeben ist. Die beiden Komponenten des Hilfsantennenbedarf erzeugenden Rückstrahlfeldes nach der 0°-Richtung und der 270°-Richtung werden entsprechend mit V_2 und S_2 bezeichnet. Es ist

$$V_2 = \sum_{v=1}^{n} Z_{v_2} \sin\alpha_v, \; S_2 = \sum_{v=1}^{n} Z_{v2} \cos\alpha_v$$

oder

$$V_2 = \sum_{v=1}^{n} k_v \sin\varphi_v\, \Phi_v(p) \sin\alpha_v \; H_0 \cos\omega t$$

$$S_2 = \sum_{v=1}^{n} k_v \sin\varphi_v\, \Phi_v(p) \cos\alpha_v \; H_0 \cos\omega t.$$

Der Hilfsantennenbedarf h bei der Seitenpeilung q ist also gegeben durch

$$h H_0 \cos\omega t = h_0 H_0 \cos\omega t + S_2 \sin q - V_2 \cos q,$$

wo h_0 der durch den „Antenneneffekt" des Rahmens verursachte, von q unabhängige Hilfsantennenbedarf ist.

Es ist also

$$h = h_0 + \sum_{v=1}^{n} k_v \sin\varphi_v\, \Phi_v(p) \sin(q - \alpha_v) \quad . \; . \; . \; . \quad (3)$$

Jetzt soll zu dem etwas komplizierteren Fall, daß die Hilfsantenne nicht genügend verstimmt ist, übergegangen werden. Die Verstimmung wird dadurch zum Ausdruck gebracht, daß der durch sie bestimmte Phasenwinkel ψ eingeführt wird. Die von der Hilfsantenne in den Rahmenkreis induzierte EMK ist jetzt $-h H \sin(\omega t - \psi)$. ψ berechnet sich aus der Verstimmung $z = \frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{\omega}{\omega_0}$ (wo λ_0 die Eigenwelle der Antenne ist) und dem logarithmischen Dekrement Θ der Antenne nach der bekannten Formel

$$\psi = \operatorname{arc\,tg} \frac{z^2 - 1}{2z} \cdot \frac{\sqrt{4\pi^2 + \Theta^2}}{\Theta}.$$

Es lassen sich jetzt nicht mehr Funkbeschickung und Hilfsantennenbedarf getrennt berechnen, sondern es ist die gesamte EMK aufzustellen und gleich Null zu setzen. Dies gibt

$$h H_0 \sin(\omega t - \psi) + h_0 H_0 \cos\omega t + S_2 \sin q - V_2 \cos q + S_1 \sin q - V_1 \cos q = 0, \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

wo jetzt

$$S_1 = H \sin p + \sum_{v=1}^{n} Z_{v_1} \sin\alpha_v$$

$$V_2 = H \cos p + \sum_{v=1}^{n} Z_{v_2} \cos\alpha_v$$

ist oder

$$S_1 = H_0 \sin p \sin\omega t + \sum_{v=1}^{n} k_v \cos\varphi_v\, \Phi_v(p) \sin\alpha_v\, H_0 \sin\omega t$$

$$V_1 = H_0 \cos p \sin\omega t + \sum_{v=1}^{n} k_v \cos\varphi_v\, \Phi_v(p) \cos\alpha_v\, H_0 \sin\omega t.$$

[4] F. A. Fischer, Jahrb. drahtl. Telegr. Bd. 31, S. 121.

[5] F. A. Fischer, Jahrb. drahtl. Telegr. Bd. 30, S. 23.

Da Gl. (4) für jedes t gültig sein soll, so müssen die Faktoren von $\sin \omega t$ und $\cos \omega t$ Null sein. Dies liefert zwei Gleichungen für die beiden Unbekannten h und f. Ist schließlich die Antenne noch mit den Rückstrahlern elektrisch gekoppelt, so muß man unter Einführung elektrischer Rückwirkungskonstanten l_v und entsprechender Phasen χ_v ansetzen

$$h H_0 \sin(\omega t - \psi) + h \sum_{v=1}^{n} l_v \Phi_v(p) H_0 \sin(\omega t - \chi_v - \psi)$$

$$+ h_0 H_0 \cos \omega t + h_0 \sum_{v=1}^{n} l_v \Phi_v(p) H_0 \sin(\omega t - \chi_v) + S_2 \sin q$$

$$- V_2 \cos q + S_1 \sin q - V_1 \cos q = 0.$$

B. Kompensierung der Rückstrahlfelder.

Bei den folgenden Betrachtungen soll die in weitaus den meisten praktischen Fällen erfüllte Voraussetzung gemacht werden, daß die Hilfsantenne entweder nicht mit den Rückstrahlfeldern gekoppelt ist oder nur solche elektrische Komponenten empfängt, die mit der Welle in Phase sind. Es liegt nahe, die Funkbeschickung dadurch zu eliminieren, daß man die Ablesung am Funkpeilkreis mechanisch um den Funkbeschickungswinkel f ändert. Maurer hat bereits 1924 eine derartige Einrichtung zur Kompensation der Funkbeschickung von Schiffen angegeben[6]. Derartige Methoden stellen natürlich nur eine Art Rechenmaschine dar, die dem Beobachter die Ablesung der Funkbeschickungskurve oder Tabelle erspart. Das natürlichste Verfahren der Kompensierung eines Rückstrahlers besteht in der Gegenschaltung eines zweiten rückstrahlenden Gebildes, dessen Feld am Peilerort das des störenden Rückstrahlers gerade aufhebt. Die Kompensation gilt für alle Einfallwinkel p, wenn, wie aus den oben abgeleiteten Formeln ohne weiteres ersichtlich, die Richtcharakteristik der Kompensationsantenne gleich der des Störers ist. Soll auch der von dem betreffenden Störer hervorgerufene Hilfsantennenbedarf gleichzeitig mitkompensiert werden, so muß auch die Verstimmung der Kompensationsantenne gleich der des Störers sein. Soll schließlich die Kompensation noch frequenzunabhängig sein, so müssen auch die Dämpfungen übereinstimmen.

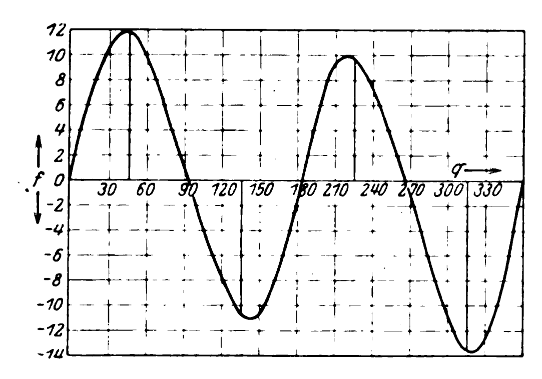


Abb. 3. Funkbeschickung des Linienschiffes „Braunschweig" für die 1000 m-Welle.

Die Funkbeschickung eines Schiffes wird z. B. mit großer Genauigkeit durch Formel (2) dargestellt, wenn man darin $n = 1$, $\Phi(p) = \cos p$, $\alpha = 0$ setzt und $k \cos \varphi$ positiv nimmt, d. h. die Funkbeschickung sieht aus wie die einer induktiven, in der Längsschiffebene liegenden Schleife, in deren Außenfeld der Peiler steht. In Abb. 3 ist die Funkbeschickung des Linienschiffes „Braunschweig" für die 1000 m-Welle als Funktion der Funkseitenpeilung q aufgetragen. Zur Kompensation baut man um den Peiler eine Längsschiffschleife induktiven Widerstandes. Diese Methode ist mit gutem Erfolg praktisch erprobt worden. In Abb. 4 ist der Bau einer derartigen Schleife schematisch dargestellt. Es gelang, die Funkbeschickung eines Linienschiffes vom maximalen Betrag von 14° bis auf Restbeträge von ± 2° zu kompensieren. Bei der Gegenschaltung einer Kompensationsantenne braucht aber nicht unbedingt deren Richtcharakteristik mit der des Störers übereinzustimmen. Es wird der Ausdruck (2) auch zu Null, wenn die entsprechenden Produkte $\Phi_v(p) \sin(p - \alpha_v)$ von Kompensationsantenne und Störer übereinstimmen. So kann man z. B. auch die Funkbeschickung eines Schiffes durch eine Querschiffsschleife $\Phi(p) = \sin p$, $\alpha_v = 90°$ kompensieren.

Ein weiteres Beispiel für die Gegenschaltung eines Rückstrahlers ist die Kompensation des Hilfsantennenbedarfs eines Schiffes. Dieser wird mit großer Genauigkeit durch die Formel (3) dargestellt, wenn man darin $n = 1$, $\Phi(p) = 1$, $\alpha = 0$ setzt und $k \sin \varphi$ positiv nimmt, d. h., der Hilfsantennenbedarf sieht aus wie von einer (verstimmten) Vertikaldrahtantenne herrührend. Als Rückstrahler kommt hier vor allem der dem Peiler benachbarte Mast in Frage. Zur Kompensation kann daher eine (verstimmte) Vertikaldrahtantenne dienen, die das Störfeld am Peilerort gerade aufhebt.

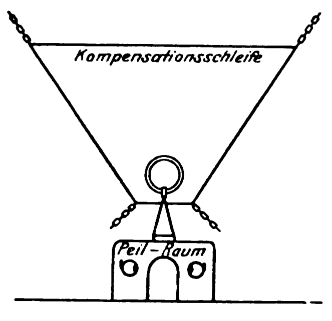


Abb. 4. Bau einer Kompensationsschleife.

Die beiden vorgenannten Methoden verändern die Feldverteilung. Es wird entweder wie bei der Längsschleifenmethode das gesamte Rückstrahlfeld zu Null gemacht oder es wird wie bei der Querschleifenmethode in die Richtung des magnetischen Vektors der ankommenden Welle gedreht. Will man an der Feldverteilung nichts ändern, so liegt der Gedanke nahe, zu versuchen, den Peiler und das Rückstrahlgebilde zu entkoppeln. Dies gelingt auf Grund der Tatsache, daß die Intensität des Störfeldes mit der Entfernung von dem rückstrahlenden Gebilde stark abnimmt, während das Feld des ankommenden Funkstrahls praktisch homogen ist. Schaltet man zwei Rahmen mit parallelen Windungsflächen, die sich im selben Sinne drehen, gegeneinander, deren Aufnahmefähigkeiten A_1 bzw. A_2 sich umgekehrt wie die Stärken des Rückstrahlfeldes k_1 bzw. k_2 an ihren Plätzen verhalten, so ist die vom Störfeld herrührende EMK

$$(A_1 k_1 - A_2 k_2) \Phi(p) \sin \varphi H = 0.$$

Der von der ankommenden Welle herrührende Empfang ist

$$(A_1 - A_2) H = A_1 H \left(1 - \frac{k_2}{k_1}\right).$$

Der Empfang wird bei dieser Methode also auf das $\left(1 - \frac{k_2}{k_1}\right)$-fache geschwächt, so daß sie nur für Peilplätze mit starker räumlicher Verschiedenheit des Störfeldes brauchbar bleibt. Auch diese Methode ist praktisch mit Erfolg erprobt worden[7].

Zum Schluß sei noch die Frage nach dem Nutzen einer Kompensation beantwortet. Dieser besteht vor allem in der Herstellung einer gleichmäßigen Ablesegenauigkeit. An steilen Stellen der Funkbeschickungskurve ist die Ablesegenauigkeit wesentlich geringer als an den flachen Stellen, und es bedingt der gleiche Fehler in der Funkseitenpeilung (q) an den steilen Stellen der Funkbeschickungskurve größere Fehler in der Funkbeschickung (f) als an den flachen. Ohne elektrische Kompensation ist die Peilschärfe für verschiedene Seitenpeilungen verschieden, da das Strahlungsfeld des Senders durch das Rückstrahlfeld des Schiffes für manche Seitenpeilungen verstärkt, für manche geschwächt wird. Der Intensität des Gesamtfeldes ist aber die Peilgenauigkeit (Breite des Minimums) proportional. Durch die elektrische Kompensation (Gegenschaltung eines zweiten Rückstrahlers) wird nun die Intensität des Gesamtfeldes für alle Richtungen gleichgemacht, die Peilgenauigkeit ist also für alle Einfallsrichtungen dieselbe. Die Methode, die das resultierende Rückstrahlfeld in die Richtung des magnetischen Vektors der ankommenden Welle verlegt, führt zu höheren Feldintensitäten als die Methode, bei der das Rückstrahlfeld zu Null gemacht wird.

---

[6] H. Maurer, Ann. d. Hydrographie 1924, S. 210.

[7] F. A. Fischer, Ann. d. Hydrographie 1927, S. 338.



Über die zulässige Erhöhung der Baukosten zur Verkürzung der Bauzeit werbender Anlagen.

Von Reg.-Baum. **K. Köbler,** Waldshut a. Rh.

Übersicht. Der folgende Vorschlag zu einer neuen Berechnungsmethode soll es ermöglichen, für die bisher oft nur gefühlsmäßig beantworteten Fragen nach dem Zusammenhang zwischen Baukosten und Bauzeit werbender Anlagen genauere Anhaltspunkte zu geben. Die mitgeteilte graphische Darstellung erleichtert die Anwendung des Verfahrens. Die maßgebenden, von Fall zu Fall veränderlichen Faktoren sind berücksichtigt. Das Verfahren wurde vom Verfasser schon verschiedentlich angewendet. Weitere Nachprüfung auf seine Verwendbarkeit und Mitteilung der Ergebnisse wären wünschenswert.

Die Frage, um wieviel der Bauaufwand gesteigert werden darf, um eine Verkürzung der Bauzeit und damit eine raschere Inbetriebsetzung einer Anlage zu erreichen, wird fast bei jedem Bau in irgendeiner Weise brennend; sei es daß vor Baubeginn bei Erörterungen der zu wählenden Baumethoden und des zugrunde zu legenden Bauprogramms zu überlegen ist, was eine durch eine gewisse Steigerung des Bauaufwandes mögliche Verkürzung der Bauzeit für das Unternehmen wirtschaftlich bedeutet, sei es daß während des Baues, z. B. infolge unvorhergesehener Ereignisse, das Bauprogramm oder die Bauweisen geändert oder Verzögerungen eingeholt werden müssen. Bei wichtigen und verantwortungsvollen Arbeiten gehören zu diesem Fragenkomplex auch die Prämiengewährung an Unternehmer für rascheres Arbeiten und Vertragstrafen für verspätete Fertigstellung von Bauwerken oder Bauwerksteilen.

Voraussetzung für die folgenden Überlegungen ist, daß es sich um Unternehmungen handelt, die w e r b e n d e r Art sind, die also mittelbar oder unmittelbar sofort oder bald nach Inbetriebnahme Einnahmen bringen, die einen geordneten Kapitaldienst für das ganze investierte Kapital mindestens ermöglichen oder darüber hinaus noch eine Überverzinsung bringen. Die folgenden Ausführungen beziehen sich ferner nicht auf eine bautechnische oder wirtschaftliche Wertung verschiedener Lösungsmöglichkeiten. Die Frage der sogen. „Anlaufzeit", die in manchen Fällen u. U. einen langsameren Baufortschritt rechtfertigen kann, soll hier ausgeschaltet werden. Sie kann in der Praxis durch Einsetzen entsprechender Zahlen für die in den ersten Jahren zu erwartenden Einnahmen berücksichtigt werden.

Sehr wesentlich ist die Frage der Kapitalbereitstellung während der Bauzeit, die Art der Zahlungsleistungen an Unternehmer, kurz die Höhe des mittleren zu verzinsenden Baukapitals. Sie hängt in erster Linie ab von der Kapitalaufbringung, der Lage des Kapitalmarktes, den Zahlungsbestimmungen in den Lieferungsverträgen, dem Aufbau des Bauprogramms und nicht zuletzt von der Geschicklichkeit des technisch-wirtschaftlichen Leiters des Unternehmens. Eng im Zusammenhang damit steht weiter die Frage der Arbeitsvergebung in dem Sinne, daß abzuwägen ist, wieviel mehr an eine mehr fordernde gute Firma gezahlt werden kann, bei der aber absolutes Vertrauen auf Einhaltung der Fertigstellungsfristen vorhanden ist infolge der Höhe ihrer technischen Leistungsfähigkeit und finanziellen Stärke gegenüber Firmen, welche diese Sicherheiten nicht bieten, u. U. größere Voraus- und Zwischenzahlungen zur Finanzierung nötig haben.

Von ausschlaggebendem Einfluß ist schließlich noch die absolute Länge der Bauzeit.

Als Faktoren, die zueinander in Beziehung zu setzen sind, ergeben sich daher: die Höhe des Zinssatzes, das Verhältnis des im Mittel zu verzinsenden Baukapitals zum gesamten investierten Kapital ohne Bauzinsen, das Verhältnis der zu erwartenden Einnahmen zu den jährlichen Ausgaben samt Kapitaldienst, die Länge der Bauzeit und das Maß ihrer Verkürzung.

Es wird bezeichnet mit:

ζ der mittlere Zinssatz für Leihkapital in Prozent,
ε die Jahresziffer der zu erwartenden Einnahmen in Prozent,
v die Jahresziffer der Betriebsausgaben samt Kapitaldienst in Prozent,
$\frac{\varepsilon}{v} = e$ die Gewinnzahl des Unternehmens,
β das Verhältnis des im Mittel zu verzinsenden Baukapitals zur absoluten Höhe des investierten Kapitals ohne Bauzinsen,
t die Bauzeit in Jahren,
η das Verhältnis der verkürzten zur normalen Bauzeit,
α das Maß der zulässigen Verteuerung.

Bei einer Verkürzung der Bauzeit durch höhere Bauaufwendungen ist als Grenzbedingung zu erfüllen, daß der kapitalisierte Gewinn des Unternehmens nach Ablauf der normal einzuhaltenden Bauzeit zuzüglich des Mehrgewinns bei verkürzter Bauzeit mindestens gleich sein muß dem kapitalisierten Gewinn bei normaler Bauzeit und normalen Baukosten.

Wenn also

E = Jahreseinnahmen (für beide Fälle gleich und unabhängig von Bauzeit und Baukosten),
A = Jahresausgaben bei normaler Bauzeit,
A' = Jahresausgaben bei verkürzter Bauzeit, wobei $A' > A$ oder $E - A > E - A'$,
$\eta \cdot t$ = verkürzte Bauzeit in Jahren

bedeuten, dann muß mindestens sein:

$$\frac{E-A}{\zeta} = \frac{E-A'}{\zeta} + (E-A')\,t\,(1-\eta) \quad \dots \quad (1)$$

Es ist nun:

K = Höhe des investierten Kapitals ohne Bauzinsen bei normaler Bauzeit, somit:

$$E = (K + \beta K \zeta t) \,.\, \varepsilon$$
$$A = (K + \beta K \zeta t) \,.\, v$$
$$A' = (\alpha K + \alpha \beta K t \eta)\, v$$

Dies in Gl. (1) eingesetzt, ergibt:

$$(1 + \beta \zeta t)(\varepsilon - v) = [(1 + \beta \zeta t)\,\varepsilon - \alpha(1 + \beta \zeta \eta t)\, v] \text{ mal } [1 + \zeta t (1 - \eta)]$$

oder, für $\frac{\varepsilon}{v} = e$ und $\zeta t = z$ gesetzt, schließlich die einfache Form:

$$\alpha = \frac{1 + \beta z}{1 + \beta \eta z} \cdot \frac{1 + z(1-\eta)\, e}{1 + z(1-\eta)} \quad \dots \quad (2)$$

Die Darstellung dieser Beziehungen erfolgt zweckmäßig in rechtwinkligen Koordinaten, da die nomographische Auswertung ein umständlicheres Ablesen bedingt (Abb. 1).

Für die Darstellung kommen folgende praktische Grenzwerte für die einzelnen Variabeln in Betracht:

ζ von 0 bis etwa 0,10,
β etwa von 0,4 bis 1,0,
$\frac{\varepsilon}{v} = e$ von 1,0 bis etwa 2,5,
t von 0 bis etwa 10 Jahre,
η von 0 bis 1,0.

Die Gleichung stellt ein Strahlenbündel dar, das durch einen Punkt mit der Ordinate $\eta = 1$ und der Abszisse $\alpha = 1$ geht und auf der Abszissenachse verschiedene Werte für α abschneidet, je nach Annahme der einzelnen Veränderlichen. Man verschiebt nun entsprechend der praktischen Grenze nach unten für $\alpha = 1$ den Koordinatenanfangspunkt in den Punkt $\alpha = 1$, setzt zunächst $\eta = 0$ und schaltet durch bestimmte mittlere oder runde Zahlen der einzelnen Veränderlichen diese nacheinander aus. Man erhält auf diese Weise:

für $\eta = 0$ (in Gl. (2) eingesetzt)

$$\alpha_1 = \frac{1 + \beta z}{1 + z} \,.\, (1 + z e) \quad \dots \quad (3)$$

für $t = 10$ Jahre (in Gl. (3) eingesetzt, wobei $z = \zeta \cdot t$)

$$\alpha_2 = \frac{1 + 10\beta\zeta}{1 + 10\zeta} \,.\, (1 + 10\zeta e) \quad \dots \quad (4)$$

für $\zeta = 0{,}05$ (in Gl. (4) eingesetzt)

$$\alpha_3 = \frac{1 + 0{,}5\beta}{1 + 0{,}5} \,.\, (1 + 0{,}5 e) \quad \dots \quad (5)$$

Die Gl. (3) und (4) stellen Strahlenbündel dar durch α_1 bzw. $\alpha_2 = 1$ und t bzw. $\zeta = 0$; die Gl. (5) stellt ebenfalls ein Strahlenbündel dar durch $\alpha_3 = 0$ und $\frac{\varepsilon}{v} = e = -2$.



Die Auswertung der Darstellung ist an einem Beispiel für:

$$\frac{\varepsilon}{v} = 1{,}25, \quad \beta = 0{,}60, \quad \zeta = 0{,}08, \quad t = 6 \text{ Jahre}, \quad = 0{,}5$$

gezeigt.

Aus den Annahmen für $\frac{\varepsilon}{v}$ und β wird zunächst α_3 ermittelt. Dann wird im Schnitt von α_3 und $\zeta = 0{,}05$ ein Strahl nach $\alpha_3 = 1$ und $\zeta = 0$ gezogen und im Schnittpunkt dieser Geraden mit $\zeta = 0{,}08$ α_2 ermittelt. Weiter wird im Schnitt von α_2 und $t = 10$ ein Strahl nach $\alpha_2 = 1$ und $t = 0$ gezogen; im Schnittpunkt mit $t = 6$ findet man α_1 und im Schnittpunkt eines weiteren Strahles von α_1 nach $\eta = 1{,}0$ und $\alpha_1 = 0$ mit $\eta = 0{,}5$ das gesuchte α mit 1,2.

Die Verwendungsmöglichkeit des Diagramms ist groß; es kann ohne weiteres in ähnlicher Weise die mögliche oder

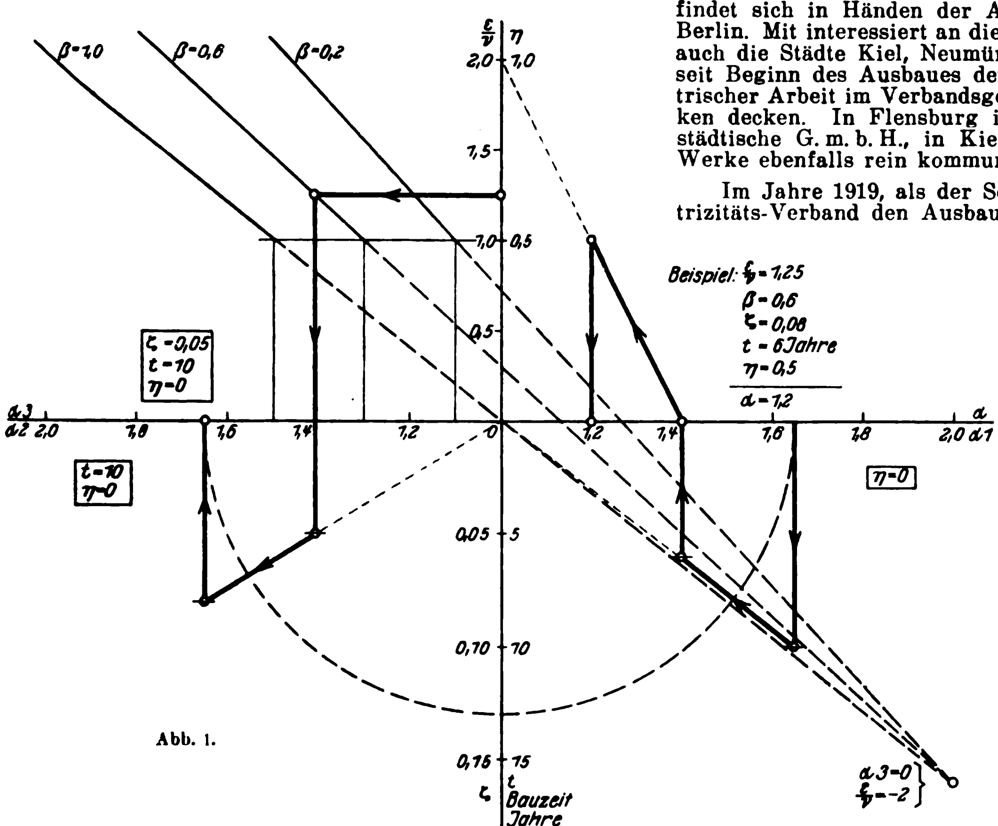


Abb. 1.

gesuchte Veränderung irgendeiner anderen Veränderlichen abgeleitet werden. In der Praxis wird es sich in der Hauptsache darum handeln, bei gegebenen Werten für ζ, t und β die zulässigen oder notwendigen Größen für α, η oder $\frac{\varepsilon}{v}$ zu bestimmen.

Wenn auch die Ermittelung aus dem hier gegebenen Diagramm in manchen Fällen nur bedingte Bedeutung haben mag, hauptsächlich wegen verschiedener weniger genau erfaßbarer Größen (Anlaufzeit, Einnahmen, Teuerung während der Bauzeit, β und t usw.), so bietet die leicht benutzbare Darstellung für viele Fälle doch genügend genaue Anhaltspunkte zur Beurteilung der eingangs genannten Fragen.

Die für Überschlagsrechnungen übliche Bedingung, daß der etwaige Mehraufwand durch die Mehreinnahmen infolge rascherer Inbetriebsetzung gedeckt werden muß, liefert wesentliche Unterschiede gegenüber den hier gemachten Annahmen, u. zw. gibt sie zu kleine Werte für die zulässige Verteuerung. Die Bedingungsgleichung dafür lautet:

$$K(\alpha - 1) = (E - A')\, t\, (1 - \eta).$$

Die danach zulässige Erhöhung des Bauaufwandes würde sich aus der Gleichung

$$\alpha' = \frac{1 + (1 + \beta z)\, t\, (1 - \eta)}{1 + (1 + \beta \eta z)\, t\, (1 - \eta)}$$

errechnen. Es ergeben sich also Unterschiede von $\alpha - \alpha'$.

Betriebsgemeinschaft in der Elektrizitätswirtschaft Schleswig-Holsteins[1].

Von Direktor H. G. **Schweppenhäuser**, Rendsburg.

Übersicht. Die Grundlagen einer in Schleswig-Holstein neu gegründeten Betriebsgemeinschaft zwischen den Elektrizitätserzeugern und den Verteilungsunternehmungen werden beschrieben, ihre Entstehung aus der Entwicklungsgeschichte der daran beteiligten Unternehmungen erläutert.

In der Provinz Schleswig-Holstein hat der Schleswig-Holsteinische Elektrizitäts-Verband, Rendsburg, die Versorgung der ihm gehörenden 11 Landkreise mit Elektrizität seiner Betriebsführerin, der „Schleswig-Holsteinischen Elektrizitäts-Versorgung G. m. b. H., Rendsburg", an der er selbst überwiegend beteiligt ist, übertragen. Der Rest der Anteile an dieser Gesellschaft befindet sich in Händen der A. G. für Energiewirtschaft, Berlin. Mit interessiert an diesem Liefergeschäft sind auch die Städte Kiel, Neumünster und Flensburg, da sie seit Beginn des Ausbaues den gesamten Bedarf an elektrischer Arbeit im Verbandsgebiet aus ihren eigenen Werken decken. In Flensburg ist das Kraftwerk eine rein städtische G. m. b. H., in Kiel und Neumünster sind die Werke ebenfalls rein kommunal.

Im Jahre 1919, als der Schleswig-Holsteinische Elektrizitäts-Verband den Ausbau seines Gebietes in Angriff nahm, schloß er mit den beiden Städten Kiel, Neumünster und der Kraftwerk Flensburg G. m. b. H. Stromlieferungsverträge. Diese hatten eine verhältnismäßig kurze Laufzeit (6 Jahre) und mußten 1924, da sie doch bereits unter abnormen Wirtschaftsverhältnissen abgeschlossen waren, neu vereinbart werden. Inzwischen hatte sich auch der Verkauf elektrischer Arbeit in dem Gebiet des Schleswig-Holsteinischen Elektrizitäts-Verbandes besser entwickelt, als man ursprünglich glaubte erwarten zu können. So kamen denn 1924 auf neuer Basis neue Stromlieferungsverträge zwischen dem Schleswig-Holsteinischen Elektrizitäts-Verband, den Städten Kiel, Neumünster und der Kraftwerk Flensburg G. m. b. H. zustande, die bis zum Jahre 1933 laufen sollten.

Im Jahre 1925 war die Möglichkeit gegeben, die Zementindustrie in Itzehoe anzuschließen; außerdem befand sich die Eisenhütte Holstein bei Rendsburg — die allerdings inzwischen wieder stillgelegt worden ist — in starkem Ausbau. Diese beiden Großabnehmer allein hatten bei günstiger Entwicklung einen Bedarf von ungefähr 20 Mill. kWh. Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Sicherheit in der Stromlieferung mußten, wollte man diese Industrien versorgen, rund 200 km 60 kV-Leitungen mit Umspannwerken neu gebaut werden. Um diesen Ausbau eines 60 kV-Netzes, der immerhin ziemliche Kapitalaufwendungen verlangte, zu ermöglichen, schloß sich der Verband mit seinen bisherigen Stromlieferanten zu einer Dachgesellschaft — Vereinigte Großkraftwerke Schleswig-Holstein G. m. b. H. — zusammen, wie dies auch andernorts wiederholt geschehen war.

Außer dieser Aufgabe, die Stromlieferung in das Verbandsgebiet zu sichern, neue Großabnehmer zu versorgen, übernahm die Dachgesellschaft auch die Verpflichtung zur Aushilfe bei Störungsfällen in den einzelnen Kraftwerken. Dadurch konnten immerhin bereits erhebliche Kapitalien für Erweiterungen der Kraftwerke Kiel, Neumünster und Flensburg erspart werden.

In dieser zweiten Entwicklungsphase trat also die Vereinigte Großkraftwerke Schleswig-Holstein G. m. b. H als Zwischenhändler in die bisher direkt zwischen den Städten und dem Schleswig-Holsteinischen Elektrizitäts-Verband abgeschlossenen Verträge ein und verteilte die im Verbandsgebiet notwendige elektrische Arbeit in der Lieferung auf die einzelnen Kraftwerke nach bestimmter

[1] Vgl. auch ETZ 1924, S. 771.



Quoten, wobei auf Kiel 42 %, auf Flensburg und Neumünster je 29 % entfielen. Zur Sicherstellung der Stromlieferung im südlichen Teil des Versorgungsgebietes (Itzehoe) schlossen die Großkraftwerke einen Vertrag mit der Elektrizitätswerk Unterelbe A. G. in Altona zwecks gegenseitiger Aushilfe. Die Stromlieferung zu dem Umspannwerke Itzehoe der Großkraftwerke, das bisher nur eine Zuleitung hatte, wird damit durch eine neue Doppelleitung zwischen Itzehoe und Altona sichergestellt.

Die Verteilung der Lieferung ins Verbandsgebiet nach einzelnen Anteilen auf die drei Kraftwerke verpflichtete nach wie vor die einzelnen Kraftwerke zu entsprechender Reservestellung für ihren Anteil und war unwirtschaftlich, weil der Leistungstarif mit den Werken eine ganz genaue Innehaltung der Lieferungsanteile verlangte, so daß ein Kraftwerk bisweilen eine neue Maschine einsetzen mußte zur Aufnahme einer geringen Leistungssteigerung, die das Nachbarwerk leicht hätte aufnehmen können. Diese Gründe, dazu die Notwendigkeit einer größeren Beweglichkeit in der Strompreisgestaltung seitens der Großkraftwerke und der allgemeine Wunsch, die Verhältnisse in Schleswig-Holstein auf eine längere Vertragszeit zu stabilisieren, führten dann nach längeren Verhandlungen zur Gründung einer Betriebsgemeinschaft, die am 1. VII. 1928 ihre Tätigkeit aufgenommen hat.

Diese Betriebsgemeinschaft — die dritte Etappe einer raschen Entwicklung — ist insofern neuartig, als sie den gemeinsamen Betrieb der drei Kraftwerke Kiel, Neumünster und Flensburg nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten ohne Änderung der Eigentumsverhältnisse zum Zweck hat. Dies bedeutet also zunächst eine Rationalisierung der Krafterzeugung. Zukünftig beziehen nämlich auch die drei Städte ihren Bedarf an elektrischer Arbeit von der Betriebsgemeinschaft. Es ist dadurch möglich, die gesamte elektrische Arbeit für den Bedarf im Verbandsgebiet und in den Städten Kiel, Flensburg und Neumünster nach rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten in den drei Kraftwerken zu erzeugen, d. h. die Lieferung der Werke nach Grund- und Spitzenlast, nicht nach Anteilen zu verteilen. Umfaßte bisher die Lieferung ins Verbandsgebiet und an die Großabnehmer der Großkraftwerke ungefähr 40 Mill. kWh, so kann nunmehr die Erzeugung in den Werken auf den gesamten Bedarf im Verbandsgebiet und in den drei Städten, d. h. voraussichtlich im ersten Betriebsjahr auf rd. 120 Mill. kWh abgestellt werden. Der Wegfall der Lieferungsanteile der einzelnen Kraftwerke entbindet letztere auch von der Notwendigkeit einer vollen Reservehaltung für diese Lieferungsanteile, so daß wieder Kapital für Erweiterungen in den Kraftwerken erspart werden kann.

Ermöglicht wird eine derartige Regelung dadurch, daß die Großkraftwerke als Träger der Betriebsgemeinschaft verpflichtet sind, den Städten, die also nach wie vor Eigentümer ihrer Werke bleiben, den Kapitaldienst der Werke und die gesamten Betriebskosten zu bezahlen. Die Städte selbst sowie die Großkraftwerke beziehen nun für ihre Weiterlieferung — nämlich die Städte für den Verkauf im Stadt- und Vorbehaltsgebiet, die Großkraftwerke für die Lieferung an die Schleswig-Holsteinische Elektrizitäts-Versorgung (Verband) und an Großabnehmer — zu Selbstkosten der Betriebsgemeinschaft, die natürlich diese Kapital- und Betriebskosten der drei Kraftwerke enthalten. Durch diese Methode der Berechnung der Selbstkosten kommt das Interesse des einzelnen Werkes an einem möglichst großen Lieferungsanteil und entsprechendem Weiterausbau in Wegfall. Der Vorteil der Verbilligung in der Herstellung der elektrischen Arbeit kommt allen Gesellschaftern im Umfange der eigenen Abnahme zugute. Die Betriebsgemeinschaft ist künftig auch zuständig für Erweiterungen und Fremdbezug.

Im Zusammenhang mit den neuen Aufgaben der Großkraftwerke G. m. b. H., die also gleichzeitig Betriebsgemeinschaft ist, ist die Verteilung des Gesellschaftskapitals geändert worden. Die Geschäftsanteile verteilen sich nunmehr nahezu gleichmäßig auf die Städte Kiel, Neumünster, die Kraftwerk Flensburg G. m. b. H. und den Schleswig-Holsteinischen Elektrizitäts-Verband. Mit der Betriebsführerin des Verbandes, der Schleswig-Holsteinischen Elektrizitäts-Versorgung, wurde gleichzeitig ein neuer Stromlieferungsvertrag bis 1945 geschlossen. Die Betriebsgemeinschaft liefert also an diese, an die Städte Kiel, Neumünster und Flensburg und an die bisher von ihr direkt versorgten Großabnehmer im Verbandsgebiet.

Im Zusammenhang mit dieser Gründung der Betriebsgemeinschaft, die auf 25 Jahre abgeschlossen wurde, ist auch der Gesellschaftsvertrag der Vereinigte Großkraftwerke Schleswig-Holstein G. m. b. H. bis zum Jahre 1953 verlängert worden.

Die Betriebsgemeinschaft setzt ein Vertrauensverhältnis zwischen den Beteiligten voraus, weil diese in vielen Dingen, die nicht vertraglich geregelt werden können, sich stets einigen müssen. Da das Ziel der Neuregelung nur die Wirtschaftlichkeit ist und Überschüsse durch die Art des Aufbaues nicht entstehen, sind die Voraussetzungen dazu wohl gegeben. Jedenfalls ermöglicht diese Betriebsgemeinschaft durch weitestgehende Bewegungsfreiheit in der Krafterzeugung und Strompreisgestaltung eine Verbilligung der elektrischen Arbeit und eine intensivere Werbung, als sie bei den bisherigen Stromlieferungsverträgen mit ihren doch sehr starren Tarifen möglich war. Der weitere Zusammenschluß in der Elektrizitätswirtschaft ist eine gebieterische Forderung der Gegenwart, wenn das Ziel größter Wirtschaftlichkeit und größter Verbreitung der Elektrizität erreicht werden soll. Hierzu stellt die in Schleswig-Holstein neu gegründete Betriebsgemeinschaft einen gangbaren Weg dar.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 258.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Formen von Elektrizitätszählern zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihnen die beigesetzten Systemzeichen zuerteilt worden.

I. System 150, die Form W 3 k, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom,

II. Zusatz zu System 150, die Form W 3 k *, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom,

beide hergestellt von der **Deutschen Zähler-Gesellschaft m. b. H.** in Hamburg.

Berlin-Charlottenburg, den 26. III. 1928.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

I. System 150,

die Form W 3 k, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Deutschen Zähler-Gesellschaft m. b. H. in Hamburg.

1. Meßbereiche.

Die Zähler der Form W 3 k sind zur Messung des Verbrauches in einphasigen Wechselstrom-Zweileiteranlagen bestimmt. Sie können für Stromstärken von 3 bis 20 A, für Spannungen bis 250 V und für Frequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden.

Abb. 1.

2. Wirkungsweise.

Die Zähler (Abb. 1) stimmen in ihrem Aufbau und in ihrer Wirkungsweise mit den durch die Bekanntmachung Nr. 170 vom 23. XI. 1923 (ETZ 1924, S. 64) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszählern der Form W 3 des Systems 113 im wesentlichen überein. Sie unterscheiden sich von diesen vornehmlich durch verkleinerte Abmessungen aller Teile. Die Regelung des zur Feineinstellung der 90°-Verschiebung dienenden Kurzschlußringes *P* ist etwas geändert, indem er mittels eines geschlitzten Blechwinkels *P'*, an dem er befestigt ist, verschiebbar angeordnet ist. Die Regelung der Leerlaufhemmung erfolgt durch Biegen des Streubleches *h* oder durch Verschiebung der auf der Zählerachse sitzenden Hemmfahne. Der Stellarm *d'*, mittels dessen die das Hilfsdreh-

[1] Reichsministerialblatt 1928, S. 220.



moment erzeugende Eisenzunge *d* gedreht wird, hat eine etwas andere Form als bei den Zählern der Form W 3.

3. Schaltung.

Die Schaltung der Zähler ist aus der Abb. 1 ersichtlich.

4. Eichung.

Die Eichung der Zähler erfolgt ebenso wie die der Zähler der Form W 3.

5. Eigenschaften.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 5,0 ... 5,2 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,2 ... 0,3 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 23 g, die Drehzahl der Zähler zu durchschnittlich 33 U/min festgestellt. Der Eigenverbrauch der Spannungspule betrug etwa 0,51 W bei 110 und 220 V Nennspannung und der Frequenz 50 Hz. Der Eigenverbrauch des Hauptstromspulenpaares belief sich auf etwa 0,91 W bei einem Zähler für 5 A Nennstromstärke bei der Frequenz 50 Hz und auf etwa 1,06 W bei einem Zähler für 20 A Nennstromstärke bei der Frequenz 40 Hz.

II. Zusatz zu System 150,

die Form W 3 k *, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Deutschen Zähler-Gesellschaft m. b. H. in Hamburg.

Die unter I dieser Bekanntmachung zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom der Form W 3 k werden für die Nennstromstärke 5 A auch in einer Sonderausführung unter der Formbezeichnung W 3 k * hergestellt und können in dieser Ausführung für die gleichen Spannungs- und Frequenzmeßbereiche wie die Zähler der Form W 3 k beglaubigt werden. Die Zähler der Form W 3 k * unterscheiden sich von den Zählern der Form W 3 k für 5 A Nennstromstärke dadurch, daß die Stromspulenwicklung verstärkt ist und die Windungszahlen der Strom- und Spannungspulen etwas vermindert sind.

Anlauf, Drehmoment, Ankergewicht und Drehzahl der untersuchten Zähler waren die gleichen wie bei den Zählern der Form W 3 k. Der Eigenverbrauch im Hauptstromkreis betrug bei der Frequenz 50 Hz etwa 0,50 W, der Eigenverbrauch im Spannungskreis bei 220 V Nennspannung und der Frequenz 50 Hz etwa 0,58 W.

RUNDSCHAU.

Beleuchtung.

Elektrische Zugbeleuchtung. — Zwei neue Zugbeleuchtungssysteme der Almänna Svenska Elektriska Aktiebolaget (ASEA) sind im Asea-Journ. beschrieben. Das erste System (von L. Dreyfus) benutzt einen neuartigen Querfeldgenerator mit Differenzerregung. Das Prinzip der letzteren zeigt Abb. 1, auf einen gewöhnlichen (nicht

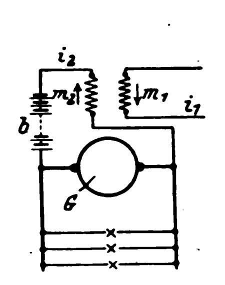


Abb. 1. Schaltbild der Differenzerregung bei einem gewöhnlichen Generator.

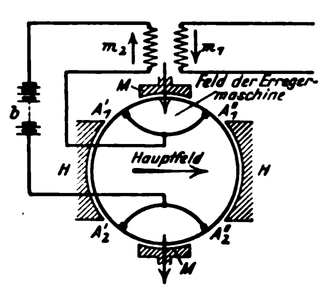


Abb. 2. Schaltbild der Differenzerregung bei einem Querfeldgenerator.

auf einen Querfeld-) Generator bezogen. m_1 ist eine fremderregte positive und m_2 eine negativ wirkende Erregerspule, deren Stromfluß durch die Differenz zwischen der Generatorspannung und der Spannung einer kleinen Hilfsbatterie *b* erzeugt wird. Bei der geringsten verwendeten Geschwindigkeit wirkt nur die Erregung m_1. Die Generatorspannung ist dann gleich der Batteriespannung, und der Stromfluß in m_2 ist gleich Null. Bei zunehmender Drehzahl und überschießender Generatorspannung nimmt die Batterie rasch einen großen Ladestrom auf, dessen negative Erregerwirkung die Spannungsteigerung begrenzt. Bei dem großen Erregerstrom- und Polkupferbedarf einer gewöhnlichen Maschine wäre diese Regelung unwirtschaftlich. Sie wird deshalb auf eine gleichsam im Generator eingeschachtelte Erregermaschine angewendet (Abb. 2). Zwischen den unbewickelten Hauptpolen *H* des Generators sitzen zwei Hilfspole *M* mit den oben erwähnten, einander entgegenwirkenden Erregerspulen m_1 und m_2. Zwischen den Haupt- und den Hilspolen sitzt je eine Bürste, von denen je die einem Hilfspol benachbarten kurzgeschlossen sind und die von den Hilfspolen induzierte Ankerwicklungszone kurz schließen. Der dadurch bewirkte Ankerstromfluß erzeugt in der Richtung der Hauptpole *H* das Haupt-Magnetfeld, das in dem nicht kurzgeschlossenen Ankerwicklungsteil die Nutzspannung erzeugt. Durch die Differenz zwischen dieser und der Spannung der Hilfsbatterie *b* wird der in m_2 wirkende negative Erregerstrom hervorgebracht. — Die Einordnung dieses Regelungsverfahrens in das Schaltbild und die gleichzeitige Erzeugung einer erhöhten Batterieladespannung zeigt Abb. 3. Außer den bisher genannten 4 Bürsten sind, unter der Mitte der Hilfspole angeordnet, noch zwei weitere Bürsten vorhanden. Die eine von ihnen, A_3, dient an Stelle der benachbarten Kurzschlußbürsten dem den Lampen, der Batterie und der Maschine gemeinsamen Pol als Stromabnahme. Die andere, A_4, stellt den anderen Pol der erhöhten Batterieladespannung dar, während der gleichnamige Pol des Lichtnetzes seinen Strom vom Kurzschlußbürstenpaar

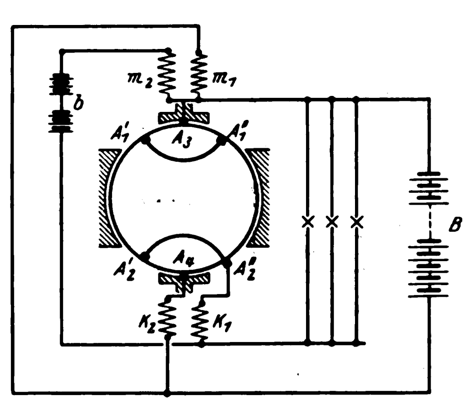


Abb. 3. Grundsätzliches Schaltbild des Systems Dreyfus.

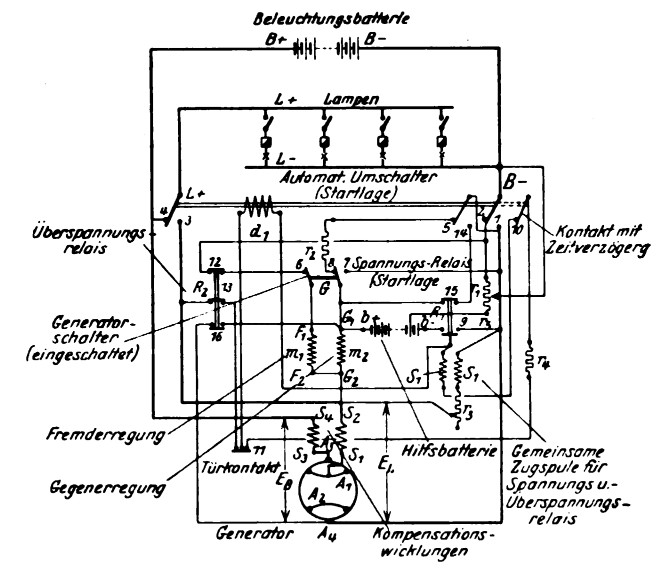


Abb. 4. Vollständiger Schaltplan des Systems Dreyfus.

$A'_2A''_2$ erhält. Ein Teil des durch die kurzgeschlossene Ankerzone $A'_1A''_1$—$A'_2A''_2$ erzeugten Hauptfeldes entwickelt sich, mit den Punkten A_3 und A_4 als Nullpunkten, bereits unter den Hilfspolen. Infolgedessen ist die Zahl der induzierten Ankerleiter zwischen den Bürsten A_3 und



A_4 größer als zwischen der Bürste A_3 und dem Bürstenpaar $A'_2A''_2$. Die Abmessungen sind so gewählt, daß die damit zusammenhängende Spannungsdifferenz die zur Batterieladung notwendige Überspannung liefert. Das Anker-Reaktionsfeld des Licht- und des Ladestromes wird durch die zusätzlichen Hilfspolwicklungen k_1 und k_2 aufgehoben, mit einem gewissen Überschuß zur Unterstützung der Stromwendung. Wie bei den gewöhnlichen Querfeldmaschinen sind auch hier die Bürsten unbeweglich und geben in beiden Drehrichtungen Strom von derselben Polarität.

Die noch weiter notwendigen Organe sind aus dem vollständigen Schaltplan (Abb. 4) ersichtlich. Der positive Erregerstrom wird von der Batterie geliefert und muß deshalb jeweils nach beendeter Fahrt durch einen besonderen Generatorschalter unterbrochen werden, der gleichzeitig die negative Erregerwicklung m_2 unmittelbar an den Generator legt. Dadurch wird bei dieser Schalterstellung auch bei sich drehender Maschine eine Spannungserzeugung verhindert. Die Hilfsbatterie hat weniger Zellen als die Hauptbatterie. Damit nicht durch Selbstentladung ihre Gegenspannung sinkt, erhält sie während der Ruhezeit des Wagens ständig einen kleinen Ladestrom von der Hauptbatterie. Die Umstellung von der Stillstand- zur Fahrtschaltung geschieht durch einen Magnetschalter, der seinerseits den Arbeitstrom durch ein Spannungsrelais erhält. Das letztere schaltet gleichzeitig in den negativen Erregerkreis, in welchem während des Anlaufes die Wicklung m_2 über den Vorschaltwiderstand r_2 am Generator lag, die Hilfsbatterie ein. Wenn die negative Erregung infolge Leitungsunterbrechung einmal ausbleibt, steigt die Spannung sehr hoch. Um dies zu vermeiden, ist ein Überspannungsrelais vorgesehen, das beim Ansprechen die negative Erregerwicklung unmittelbar an die Maschine legt und die positive Erregung unterbricht.

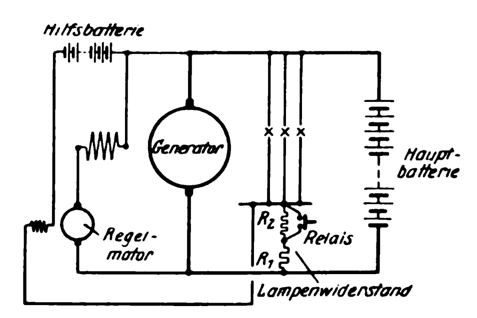


Abb. 5. Grundsätzliches Schaltbild des Systems Akerman.

Der Ausschaltvorgang bei sinkender Drehzahl wird nicht, wie sonst üblich, durch einen nach der Maschine fließenden Rückstrom ausgelöst, sondern das Spannungsrelais hat auf Unterschreitung einer gewissen Spannung zu reagieren und muß deshalb sehr empfindlich sein. Dadurch wird es auch durch die Spannungsenkungen in Tätigkeit gesetzt, die beim plötzlichen Einschalten des Lichtes oder bei der Umschaltung der Last auf die Maschine entstehen. Dann wird durch den Kontakt *9* die negative Erregung unterbrochen und eine augenblickliche Spannungsteigerung herbeigeführt. Um dies zu verhindern, schließt das Spannungsrelais im Falle seines Loslassens, solange der Umschalter in Betriebstellung ist, die negative Erregerwicklung m_2 über die Kontakte *15* und *14* unmittelbar an die Maschine, wodurch die Spannung sofort wieder heruntergedrückt wird. Ein Loslassen des Relais durch die Spannungsenkung beim Einschalten des Umschalters wird durch einen Umschalterkontakt mit Zeitverzögerung verhindert, der eine verstärkende Relaisspule S_1 so lange eingeschaltet läßt, bis die Spannungsregelung den Voltabfall wieder ausgeglichen hat. Wenn der Generatorschalter bei noch laufender Maschine ausgeschaltet wird, so wird damit auch die Fremderregung der Maschine unterbrochen, und die Generatorspannung verschwindet augenblicklich. Dann hat der Umschalter beim nachherigen Loslassen einen starken Batterierückstrom nach der toten Maschine zu unterbrechen, der für die Kontakte schädlich wäre. Um diesen Fall auszuschließen, besitzt die Schaltschranktüre einen Kontakt, der beim Öffnen sowohl die Umschaltmagnetspule unterbricht und dadurch die Umschaltung noch bei erregter Maschine herbeiführt, als auch die verstärkende Relaisspule S_1 am Eingeschaltetwerden verhindert.

Die Grundlage des zweiten, von Akerman stammenden Zugbeleuchtungssystems erhellt aus Abb. 5. In Reihe zur Generatorerregerwicklung ist der Anker eines kleinen freilaufenden Motors geschaltet, dessen Erregerstrom, gleich wie im vorigen System die negative Erregung in m_2, durch die Differenz zwischen der zu regelnden Lichtspannung und der Spannung einer kleinen Hilfsbatterie erzeugt wird. Die regelnde Wirkung dieser Anordnung läßt sich auf folgende Art einsehen. Bei der geringsten noch verwendeten Drehzahl ist die Lichtspannung gleich der Spannung der Hilfsbatterie, und der kleine Motor ist nicht erregt. Er steht also still, trotz des durch ihn fließenden Erregerstromes des Generators. Sobald die Drehzahl steigt, steigt auch die Generatorspannung, und der kleine Motor wird durch die Überschußspannung erregt und fängt an zu laufen. Dadurch erzeugt er aber im Generatorerregerkreis eine Gegenspannung, die eine Verminderung des Erregerstromes und dadurch der Lampenspannung und mithin auch der den Motor erregenden Spannungsdifferenz bewirkt. Wenn aber die Motorerregung sinkt, so nimmt auch die im Generatorerregerkreis induzierte Gegenspannung wieder ab, und der ganze Vorgang steuert einem Gleichgewichtszustand zu, bei welchem die Lampenspannung um so viel höher als die Hilfsbatterie-Gegenspannung sich einstellt, als die Motorerregerwicklung Spannung verbraucht. Die hierbei sich entwickelnde Motordrehzahl bestimmt sich aus dem Zusammenhang, daß die Überwindung der Motoreigenverluste ein gewisses Drehmoment erfordert, das durch das Produkt Ankerstrom × Motorerregung geliefert wird. Der Anker- bzw. Generatorerregerstrom ist, vollzogene Regelung vorausgesetzt, bis auf eine kleine Korrektur eine feste Funktion der Generatordrehzahl, also für eine gegebene Zuggeschwindigkeit von der Motordrehzahl praktisch unabhängig. Je schneller nun der Motor läuft, um so mehr steigt das zur Überwindung der Eisen- und Reibungsverluste benötigte Drehmoment, um so mehr sinken aber gleichzeitig (aus den oben angegebenen Gründen) die Motorerregung und -kraft, so daß bald ein Gleichgewichtszustand eintritt. Bei zunehmender Generatorgeschwindigkeit geht die Motordrehzahl durch einen Höchstwert hindurch, der bei Gleichheit von induzierter Motorspannung und Ohmschem Spannungsverbrauch im Generatorerregerkreis eintritt. Die Motorleistung wird auch ausgedrückt durch das Produkt: zu induzierende Motorspannung × Ankerstrom. Soll wegen Generatordrehzahlsteigerung der Generatorerregerstrom abnehmen, und ist die Generatordrehzahl noch klein, d. h. der Generatorerregerstrom und sein Spannungsverbrauch noch groß und die Motorspannung gering, so muß die letztere prozentual mehr zunehmen, als der Strom abnimmt, und das Leistungsprodukt steigt und damit die Motorendrehzahl. Ist hingegen der Generatorerregerstrom bereits so klein, daß sein Ohmscher Spannungsverbrauch kleiner als die halbe Generatorspannung ist, so bewirkt eine weitere Stromabnahme eine Verkleinerung des Leistungsproduktes Ankerstrom × Motorspannung, und die Motordrehzahl fällt wieder. — Die geregelte Spannung wird um so unabhängiger von der Generatordrehzahl, je geringer der Erregungsenergiebedarf des kleinen Motors ist, d. h. je weniger der Spannungsverbrauch seiner Erregerwicklung bei den verschiedenen Generatorgeschwindigkeiten sich ändert. Die Motorverluste werden also zweckmäßig so gewählt, daß im Maximum die mechanisch höchst zulässige Drehzahl entsteht. In der beschriebenen Anlage beträgt sie 2900 U/min (bei 1000 Generatorumdrehungen) und fällt auf 1900 U/min bei einer Generatorendrehzahl von 2400. Im gesamten Drehzahlbereich von 500 ... 2400 U/min schwankt die Lampenspannung nur um 1 V.

Die zur Batterieladung notwendige Überspannung wird durch die Widerstände R_1 und R_2 hervorgerufen, die der Lichtstrom, vom Generator herkommend, erst durchlaufen muß. Da die Lichtspannung erst hinter diesem Spannungsabfall geregelt wird, so ist also der Generator genötigt, eine um so viel höhere Spannung als die Lichtspannung zu erzeugen, als in den Widerständen R_1 und R_2 durch den Lichtstrom Spannung vernichtet wird. Damit bei kleinem Lichtstrom die Ladespannung nicht zu niedrig wird, ist ein Relais vorhanden, das den Widerstand R_2, der bei größeren Lichtströmen kurzgeschlossen ist, bei Unterschreitung eines gewissen Lichtstrombedarfes freigibt. Die Ladespannung nimmt also bei den verschiedenen Netzbelastungen verschiedene Werte an, im allgemeinen um so höhere, je mehr Lampen eingeschaltet sind. Bei Tagesfahrt würde die Ladespannung gleich der Lichtspannung sein, wenn nicht, wie man aus dem vollständigen Schaltbild, Abb. 6, schließen kann, in Reihe zur Motorerregerwicklung ein Widerstand (bezeichnet mit 8 Ω; 1 A) in Reihe geschaltet wäre, der eine Spannungserhöhung bedingt; deren Betrag ist jedoch von der Drehzahl abhängig.

Gemäß Abb. 6 benötigt das System noch folgende zusätzliche Organe. Bei Stillstand erhält der Generator Fremderregung von der Hauptbatterie aus. Damit

sich diese im Reservewagen nicht erschöpft, ist, wie beim erstbeschriebenen System, ein von Hand zu bedienender Generatorschalter nach Schluß der Fahrt auszuschalten. — Die Hilfsbatterie wird erst nach Erreichung einer gewissen Spannung an die Maschine gelegt, und zwar vermittels eines besonderen Einschaltungsrelais. — Die Zuschaltung des Generators erfolgt durch einen selbsttätigen Umschaltmagneten. Da auch hier kein von der Batterie nach der Maschine fließender Rückstrom bei sinkender Drehzahl als Ausschaltkriterium dienen kann und ein Ein- und Ausschalten bei nahe aneinander liegenden Spannungen ohne Pendelungsgefahr nur schwer zu erreichen ist, wird das Ausschalten der Maschine durch einen auf der Motorwelle sitzenden Fliehkraftschalter bewirkt. Durch ein Ausschalten des Generatorschalters bei noch laufender Maschine würde die Spannungsregelung außer Tätigkeit gesetzt. Um die Folgen zu vermeiden, sind auch hier Türkontakte am Schaltschrank vorgesehen, die beim Öffnen den Umschaltmagnet zum Loslassen bringen und ferner durch Einschalten eines Widerstandes in den Motorerregerkreis eine vorzeitige Spannungsenkung vermeiden und gleichzeitig das Wiederanziehen des Einschaltungsrelais veranlassen, damit die Hilfsbatterie nicht durch den Umschaltmagnet zu früh abgetrennt wird. — Das in Abb. 5 angedeutete Kurzschlußrelais des Widerstandes R_2 scheint nicht immer angewendet zu werden, weil es in Abb. 6 nur mit punktierten Linien und ohne Widerstandsanschluß gezeichnet ist. (El. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 121. — Asea-Journ. Bd. 4, S. 154.) *D. J.*

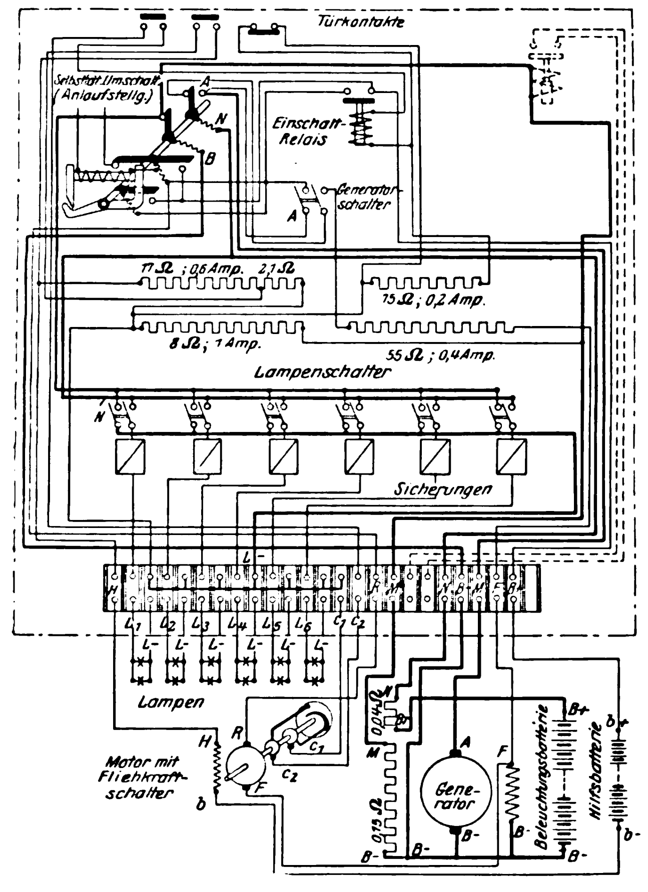


Abb. 6. Vollständiger Schaltplan des Systems Akerman.

Elektromaschinenbau.

Verbesserung des Parallellaufes von Maschinen, die durch Gasmaschinen oder Dieselmotoren angetrieben werden. — F. Punga schlägt vor, den Parallellauf von Maschinen, die durch Gasmaschinen oder Dieselmotoren angetrieben werden, dadurch zu verbessern, daß ein besonderes Schwungrad und zwischen Schwungrad und Generator eine flexible Kuppelung vorgesehen werden. Bisher hat man von dieser Anordnung nur die ungünstigen Seiten berücksichtigt. Der Verfasser zeigt aber, daß bei richtiger Bemessung der flexiblen Kuppelung sich Resultate ergeben, die wesentlich günstiger sind als diejenigen, die beim normalen Parallellauf zu erreichen sind. Als Kriterion führt er den Übertragungsfaktor ein, welcher angibt, ein wie großer Teil einer im Tangentialdruckdiagramm befindlichen Harmonischen auf das Netz übertragen wird. Für eine Zentrale mit Viertaktgasmaschinen von 94 U/min (Leistung der Drehstrommaschine 6000 kVA), in welcher der Parallellauf bisher als relativ günstig bezeichnet werden mußte, ergaben sich folgende Werte von g: Für die Harmonische von der Periodenzahl 188 Per./min

$$g_{\lambda=2} = 0{,}27,$$

für die Harmonische von der Periodenzahl 94 Per./min

$$g_{\lambda=1} = 0{,}9,$$

für die Harmonische von der Periodenzahl 47 Per./min

$$g_{\lambda=1/2} = 1{,}7.$$

Diese Zahlen lassen sich bei richtiger Dimensionierung nach dem neuen Vorschlage auf einen kleinen Bruchteil reduzieren, so daß der Parallellauf einer solchen Anordnung praktisch ebenso gut ist wie der Parallellauf von Turbogeneratoren. Damit wird der große Vorteil erreicht, daß solche Zentralen in bezug auf das Parallellaufen mit entfernteren Zentralen keinen Beschränkungen mehr unterworfen sind, während es heute noch viele von Gasmaschinen angetriebene Zentralen gibt, die in dieser Beziehung unangenehmen Beschränkungen unterliegen. Der Verfasser zeigt ferner, daß es jetzt wegen des vollständig ruhigen Laufes des Generators möglich ist, auch ein Zahnradgetriebe zwischen Generator und Schwungrad einzuschalten und daß damit gelegentlich noch zusätzliche Vorteile erreicht werden können.

Freilich sind bei der neuen Anordnung bestimmte Gefahrquellen sorgfältig zu vermeiden. Die erste Bedingung lautet, daß die erste kritische Drehzahl möglichst niedrig gewählt wird, etwa ¼ ... ⅓ der normalen Drehzahl. Ferner muß darauf geachtet werden, daß der Generator, wenn er vom Netz abgeschaltet ist, in keiner kritischen Drehzahl zu laufen hat. Es müssen also für diesen Fall Vorkehrungen getroffen werden, daß z. B. beim Anlauf des Satzes die elastische Kuppelung durch Fernsteuerung in eine feste Kuppelung umgewandelt oder zum mindesten für diese Zeit mit starker Dämpfung ausgeführt wird. Im allgemeinen wird für den normalen Lauf die elastische Kuppelung keine Dämpfung besitzen, wohl aber kann die Dämpfung des Generators so hoch wie nur möglich gewählt werden. Im Gegensatz zu der normalen Anordnung ergibt die Berechnung, daß eine Vergrößerung der Dämpfung im Induktor des Generators nur günstig wirkt und niemals ungünstig wirken kann, während bekanntlich bei der normalen Ausführung ein günstigster Wert der Dämpfung vorhanden ist, über den hinaus die Verhältnisse sich wieder ungünstiger gestalten. Die Berechnung der günstigsten Verhältnisse wird unter Benutzung der symbolischen Methode gezeigt (F. Punga, Arch. El. Bd. 19, H. 4, S. 513).

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrisierung der Bahn Moskau—Mytischtschi. — Es ist geplant, den Personenverkehr auf den Moskauer Vorortstrecken mit elektrischen Triebwagen zu bewältigen aus den Gründen, die stets für die Elektrisierung der Vorortbahnen einer Großstadt maßgebend sind. Der Anfang wurde nun auf der Strecke Moskau—Mytischtschi gemacht. Später soll der elektrische Betrieb bis nach Schtschelkowo—Puschkino ausgedehnt werden. Die Bahn ist zweigleisig und wird in Moskau und in Mytischtschi mit Gleichstrom von 1650 V Betriebspannung gespeist. Der Fernverkehr wird auf den Nachbargleisen mit Dampflokomotiven betrieben.

Die zugeführte Drehstromspannung beträgt in Moskau 6,5 kV, in Mytischtschi 30 kV. Die Schaltanlagen für beide Unterwerke sind in Hallenbauweise mit versenkten Ölschaltern ausgeführt. Die Gleichrichter-Unterwerke arbeiten völlig selbsttätig. Das Unterwerk Moskau ist ausgerüstet mit drei zwölfanodigen Gleichrichtern für eine Dauerleistung von je 1000 kW bei 1650 V Gleichstrom-Volllastspannung. Das Unterwerk Mytischtschi hat zwei Gleichrichter derselben Type und Leistung. Bei der für später vorgesehenen Ausdehnung des elektrischen Betriebes kommen dort weitere Gleichrichter zur Aufstellung. Die Gleichrichter (Abb. 7) zeichnen sich durch hohen Wirkungsgrad und große Überlastungsfähigkeit aus. Der Wirkungsgrad z. B. erreicht für die ganze Station 95,8 %. Die zulässige Maximalbelastung beträgt 300 % der Vollast während 1 min. Die Unterwerke können, wenn

erforderlich, auch von Hand bedient werden. Der Handbetrieb unterscheidet sich in keiner Weise von dem Betrieb einer gewöhnlichen Großgleichrichteranlage. Bei selbsttätigem Betrieb erfolgt die Inbetriebsetzung jedes Unterwerkes durch eine Schaltuhr, die zunächst im U. W. Mytischtschi eine Gleichrichtergruppe bzw. im U.W. Moskau zwei Gruppen einschaltet. Tritt an einer Gruppe eine Störung auf, so wird selbsttätig eine andere in Betrieb genommen, während die gestörte Gruppe ausgeschaltet wird. Die Überwachung des Kühlwassers sowie der Temperatur der Gleichrichter erfolgt selbsttätig durch Spezialapparate. Ebenso geschieht die Überwachung des Vakuums, jedoch dauernd und unabhängig vom Betrieb des einzelnen Gleichrichters. Auf diese Weise wird eine stete Betriebsbereitschaft sämtlicher Gruppen erreicht. Im Falle einer Störung wird diese durch besondere Einrichtungen dem nächstliegenden Stationsgebäude gemeldet.

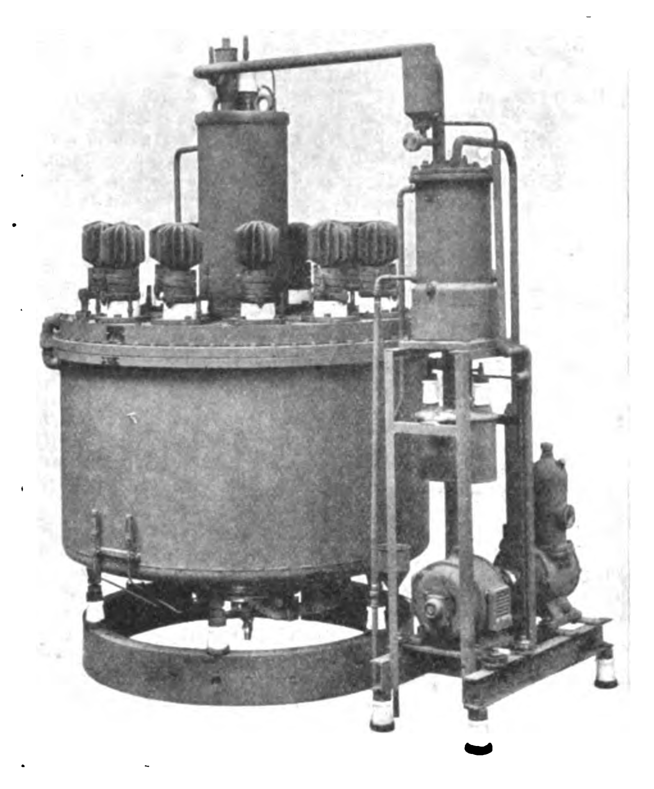


Abb. 7. 1000 kW-Gleichrichter für 1650 V Gleichspannung.

Die abgehenden Bahnleitungen sind mit einer selbsttätigen Wiedereinschaltung versehen. Diese Wiedereinschaltung erfolgt nach einer etwaigen Störung dreimal in kurzen Zeitabständen. Ist die Störung auch dann noch vorhanden, so wird der betreffende Bahnabzweig blockiert und dies der Überwachungsstelle gemeldet.

Die großen Stromstärken, welche bei 1800 kW Maximalleistung der Motoren eines Doppeltriebwagenzuges in dichter Zugfolge auftreten, erfordern sehr große Leitungsquerschnitte. Vorgesehen sind je Gleis 1 bzw. 2 Fahrdrähte aus Kupfer von 100 mm² Querschnitt, 1 Tragseil aus Bronze von 120 mm² Querschnitt und 2 bzw. 1 Verstärkungsleitung aus Kupfer von 95 mm² Querschnitt. Als Fahrleitungssystem ist Vielfachaufhängung mit beweglicher Nachspannung des Fahrdrahtes gewählt — an einzelnen Stellen in windschiefer Anordnung nach BBC-Patent — für eine maximale Fahrgeschwindigkeit von über 100 km. Als einheitliche Isolatortype für alle Bedarfsfälle der Fahrleitung und der Verstärkungsleitungen, auch für Schalter, Streckentrenner, Stützpunkte usw., ist ein Motor-Stabisolator mit großer Überschlagsicherheit vorgesehen, da sich immer wieder zeigt, daß die im Bahnbetrieb unvermeidliche Beschmutzung den Isolationswert jedes Isolators herabsetzt. Die Fahrleitungen der Hauptgleise sind elektrisch voneinander getrennt; die beiden ziemlich an den Enden der Strecke gelegenen Unterwerke arbeiten parallel auf die Leitungen. Mehrfache Unterteilung der Längsstrecken durch elektrische Trennstellen und die Anordnung von Verbindungsschaltern zwischen den Hauptfahrleitungen ermöglichen eine Lokalisierung von Störungsstellen und Aufrechterhaltung des Notbetriebes bei Beschädigungen der Fahrleitungsanlage. Besonderer Wert wird bei der Ausbildung des Tragwerkes darauf gelegt, daß sich die Fahrleitungsanlage möglichst unauffällig und passend in den Rahmen der landschaftlich schönen Strecke mit ihren neuen sauberen Bahnhofsanlagen einfügt. Weiterhin war besondere Rücksichtnahme auf die sehr großen Temperaturunterschiede im Sommer und Winter und auf die zu erwartenden großen Schneemengen erforderlich.

Die vorstehend beschriebenen elektrischen Anlagen, Gleichrichter-Unterwerke und Fahrleitungsanlage werden von der Brown, Boveri & Cie. A.-G. Mannheim geliefert. Als Betriebsmittel sind vorläufig 9 Triebwagen und 16 Steuerwagen vorgesehen. Diese Wagen werden in Rußland auf den Kolomnawerken hergestellt. Jeder Triebwagen erhält vier Motoren, je zwei dauernd in Reihe geschaltet und jeder mit einer Stundenleistung von rd. 150 kW. Die Wagen erhalten Vielfachsteuerung und können von den mit Führerstand versehenen Anhängewagen aus gesteuert werden. Die normale Zugeinheit besteht aus Steuerwagen am Anfang und Ende, Triebwagen in der Mitte. Bei starkem Verkehr werden Züge aus mehreren Einheiten gebildet. *Grü.*

Eine neue elektrische Seilbahn in Österreich. — Die österreichischen Alpen besitzen eine große Anzahl herrlicher Aussichtspunkte, die bisher nur den Hochtouristen zugänglich waren, die aber jetzt durch Errichtung von Schwebebahnen der Allgemeinheit erschlossen werden. In der letzten Zeit sind mehrere derartige Seilschwebebahnen gebaut worden, so die Kreuzeckbahn, die Rax-, Zugspitz-, Pfänderbahn, die Bahnen auf den Kranabethsattel, die Kanzel bei Villach, die Schmittenhöhe bei Zell am See und andere, zu denen soeben die Bahn auf die Bürgeralpe bei Mariazell hinzugekommen ist, die am 5. II. d. J. feierlich dem Betrieb übergeben wurde. Ein großer Teil dieser Anlagen wurde nach dem System Bleichert-Zuegg ausgeführt, das sich hauptsächlich durch die geringere Anzahl von Stützen und eine straffe Führung der Seile von den früheren Bauarten unterscheidet. Als weitere Vorzüge werden Veränderungen bei der Auflagerung der Tragseile und ihre Verankerung, die Möglichkeit, sie nachzulassen, die Einführung von Signal- und Telephonanlagen u. dgl. hervorgehoben. Hauptsächlich wird die Verbreitung dieses Systems aber durch die Verringerung der Baukosten und die Erhöhung der Leistung gefördert. Die neue Bahn auf die Bürgeralpe wurde indes nach einen anderen System, dem Bremsseilsystem der Förderanlagen Bau- und Betriebs-A. G. Fabbag in Wien, gebaut, bei dem neben Trag- und Zugseil noch ein eigenes Bremsseil geführt wird, das im Notfalle den Wagen, ohne Umsteigen der Personen nötig zu machen, in die nächste Station ziehen kann. Die Fahrwerke laufen auf zwei Tragseilen von 52 mm Dmr. und einem Gewicht von je 20 t über 6 Stahltürme. Sie sind in der Bergstation fest verankert und in der Talstation durch ein Gewicht dauernd gespannt. Das Zugseil hat 24 mm Dmr. Die Seilbahnstrecke von rund 1½ km Länge beginnt am Hauptplatze Mariazell 894 m hoch und befördert in 7 min die je 24 Personen fassenden Wagen auf das 1255 m hohe Plateau. Den Antriebstrom liefert ein Gleichstromgenerator, der von einem 70 PS-Drehstrommotor in unmittelbarer Kuppelung angetrieben wird. Letzterer erhält den Strom von der NEWAG (30 kV): aus einem Schalthaus im Tale führt eine 3 km lange Leitung zur Bergstation, wo sie 2 Öltransformatoren speist, einen für Kraftlieferung von 380 V, einen kleineren für Beleuchtungzwecke von 116 V. Als Reserve ist neben dem Maschinensatz ein mit diesem kuppelbarer Benzinmotor von 35 PS aufgestellt, der im Falle einer Störung die Steuerdynamo antreiben kann. Eine weitere Kraftreserve gewährt eine Akkumulatorenbatterie von 56 Elementen mit 370 Ah Leistung, die gleichzeitig als Pufferbatterie dient. Die beiden Gleichstromantriebsmotoren von je 50 PS können nach Bedarf das Zug- oder Bremsseil antreiben, anderseits nach Wahl von der Steuerdynamo oder der Batterie getrieben werden. Eine weitere Sicherheit bietet die Möglichkeit, die Motoren jederzeit sofort von der Stromquelle abzutrennen sowie die Möglichkeit der Auslösung einer elektromagnetischen Bremse bei übermäßiger Geschwindigkeit der Maschinen oder Überfahren der Endlage durch den Wagen u. dgl. An mehreren Stellen der Bergstation sind Druckknöpfe angebracht, die einen augenblicklichen Stillstand der Wagen ermöglichen. In den Wagen befinden sich Fernsprecher, welche mittels Rollenkontakten und Telephonseilen die Verständigung des Bahn- und Maschinenhauspersonals, abgesehen von Klingelsignalen, ermöglichen. Der elektrische Teil der Anlage ist von der „Elin" A. G. für elektrische Industrie ausgeführt worden. *Hgn.*

Tunneltür der Berninabahn. — Einen verschließbaren Tunnel hat die Berninabahn neuerdings eingerichtet. Es handelt sich um den etwa 700 m langen Charnadüras-Tunnel in der Innschlucht bei St. Moritz. In diesem Tunnel tritt sehr starke Vereisung ein, die nicht nur den Schienen und ihrem Unterbau gefährlich wird, sondern auch den Stromabnehmern der Fahrzeuge, deren Bügel durch Eisbildung an den Fahrleitungen einer starken Abnutzung unterworfen sind. Diese Erscheinungen machten das fast tägliche Einsetzen einer besonderen Arbeitskolonne notwendig, deren Mitglieder aber infolge der Kälte und des starken Zugwindes eine hohe Krankheitsziffer aufweisen. Die Verwaltung der Berninabahn hat deshalb den Tunnel mit einer Türe versehen lassen, die selbsttätig durch den Stromabnehmer des Triebwagens mittels besonderer Kontaktleitung geöffnet, und nach Durchfahrt des Zuges ebenso wieder geschlossen wird. Signale an den Tunneleinfahrten unterrichten das Personal darüber, ob die Tür geschlossen oder geöffnet ist. Durch diese Einrichtung sinkt die Temperatur im Tunnel nunmehr nicht unter 0 ° C. Diese Türe ist von der Depotwerkstätte der Bahn in Poschiavo hergestellt. Weiterhin sollen noch 2 bis 3 Tunnel mit ähnlichen Wetterverhältnissen mit diesen Türen versehen werden. Auch die Rhätische Bahn interessiert sich für diese neuartige Einrichtung. *A. Ml.*

Werkstatt und Baustoffe.

Elektrische Maschine zur Befestigung von Schienenfußplatten. — Beim Reichsoberbau ist die Unterlagplatte durch vier Schrauben gesondert auf der Schwelle befestigt, so daß die Möglichkeit besteht, sie getrennt von den übrigen Oberbauteilen bereits im Schwellenwerk aufzuschrauben, was gegenüber der Befestigung auf der Strecke manche Vorteile aufweist. Es sind zwar verschiedentlich tragbare Eindrehmaschinen mit elektrischem Antrieb zur Verwendung auf freier Strecke gebaut worden, sie können aber wegen der stets notwendigen Gewichtsbeschränkung nicht so freizügig und zuverlässig durchgebildet werden wie eine ortsfeste Anlage; es kommt noch hinzu das Gebundensein an den Fortgang des Gleisbaues und die Beeinflussung durch Witterungsverhältnisse.

Die von der Firma Robel, München, für das Schwellenwerk Kirchseeon gelieferte Eindrehmaschine arbeitet mit zwei Motoren derart, daß ein Motor unter Vermittlung von Zahnrädergetrieben und Lamellenkuppelungen vier zusammengehörige Eindrehspindeln antreibt. Da jede der Eindrehspindeln unten einen beweglichen Kopf besitzt, der sich so lange unabhängig von den übrigen dreht, bis er den darunter befindlichen Schraubenkopf gefaßt hat, braucht der Arbeiter nur die herankommende Schwelle in ungefähr richtige Lage unter den sich drehenden Eindrehkopf zu bringen und dann einen Hebel nach unten zu drücken. Dadurch kuppelt er die Eindrehvorrichtung mit dem Kopf, und die Schraube wird innerhalb 3 s selbsttätig zugedreht. Dann wird die Vorrichtung ohne Stillsetzung des Motors wieder von den Schraubenköpfen abgehoben. Das ganze Spiel dauert rd. 12 s. Unregelmäßigkeiten in der Beschaffenheit des Holzes, Verschiedenheiten in den Abmessungen der Schrauben, Beschaffenheit des Gewindes können aber zu Verzögerungen des Arbeitsvorganges führen; auch die zum Ausgleich des Zeitunterschiedes eingebauten Lamellenkuppelungen genügen bei erheblichen Unterschieden in der Eindrehkraft und Einschraubzeit nicht, um das gleichmäßige Eindrehen der vier Schrauben innerhalb von 12 s zu bewirken.

Das Maschinenamt 2, München, hat daher gemäß Abb. 8 den Antrieb derart abgeändert, daß auf jede der vier Spindeln ein besonderer Motor arbeitet. Nach eingetretenem Festsitzen der Schraube wird der Motor durch ein besonders konstruiertes Schütz selbsttätig ausgeschaltet. Beim Abheben der Eindrehköpfe wird der Strom durch den Bedienungshebel wieder eingeschaltet. Man bevorzugt vor Drehstrom den Gleichstrom, weil sich die Charakteristik des Gleichstrom-Hauptstrommotors dem Eindrehvorgang besser anpaßt als die des Drehstrommotors. Während nach den Berechnungen des Zentralbauamts, München, das Aufplatten einer Schwelle bei reinem Handbetrieb auf der Strecke 40 Pf und bei Verwendung ortsveränderlicher Eindrehmaschinen 30 Pf kostet, betragen die Kosten nach dem beschriebenen Verfahren nur 14,6 Pf. (Organ Fortschr. Eisenbahnwes. Bd. 83, S. 152.) *Ka.*

Netz

a Maximalschalter
b Schutzwiderstand
c Stillsetzleitung
d Stillsetzknopf für Motorgruppe
e Schwelle
f Motor

Abb. 8. Maschine zur Befestigung von Schienenfußplatten.



Verschiedenes.

VDI-Hauptversammlung in Essen. — Der Verein deutscher Ingenieure hielt vom 9. bis 11. VI. d. J. in Essen seine 67. Hauptversammlung ab, auf der die Grashof-Denkmünze dem Geh. Hofrat Dr. phil., Dr.-Ing. E. h. Richard Mollier, Professor an der T. H. Dresden, in Anerkennung seiner als Forscher und Lehrer gleich hervorragenden Arbeiten auf dem Gebiet der technischen Wärmelehre verliehen wurde. In der Fachsitzung „Dampftechnik" waren die Vorträge dem neuzeitlichen Dampfbetriebe mit hohen Dampfdrücken und Temperaturen gewidmet, insbesondere standen der Einfluß des Speisewassers, des Kesselsteinbelages und der Wärmeverteilung in der Heizfläche auf den Kesselbaustoff zur Erörterung.

Prof. Dr. Berl, Darmstadt, ging in seinem Vortrage „Speisewasser und Kesselbaustoff" von den Arbeiten des Speisewasserausschusses des VDI zu der für den Kesselbetrieb außerordentlich wichtigen Frage der Einwirkung von Laugen und Salzen auf Eisen, namentlich bei hohen Drücken und Temperaturen, aus. Die Versuche haben erwiesen, daß eine zu hohe Alkalität des Wassers gefährlich ist, aber auch ganz reines, destilliertes Wasser das Flußeisen der Kesselwandungen stärker angreift als Natronlaugen geringer Konzentration. Die neuesten Untersuchungen des Vortragenden haben ergeben, daß Natriumsulfat eine ausgezeichnete Schutzwirkung hat, über die auch schon der amerikanische Forscher Parr berichtet hat, so daß es sich empfiehlt, anstatt der früher befürworteten geringen Alkalität Natriumsulfat dem Speisewasser von Hochdruckkesseln zuzusetzen. Als Vorteil des Sulfatschutzes gegenüber der Laugenschutzwirkung wurde angeführt, daß er in weiten Grenzen von der Laugen- und Sulfatstärke unabhängig ist, so daß er störungsunempfindlicher ist und nicht der gleichen Sorgfalt der Betriebskontrolle bedarf und vor allem auch bei hohen Konzentrationen in Kapillarräumen wirksam ist. Die Einhaltung bestimmter Verhältnisse zwischen Laugen- und Sulfatgehalt scheine nicht erforderlich zu sein. Nach Berls Auffassung beruht die Schutzwirkung des Sulfates auf der Ausbildung festhaftender Oxydschichten, die sich bei Anwesenheit von Sulfat ständig erneuern.

In der Aussprache wurde hervorgehoben, daß in einem geordneten Kesselbetriebe nur geringe Zusätze von etwa 2 g/l Natron oder 7 g/l Natriumsulfat erforderlich seien, bei denen die Natron-Schutzwirkung höher als die des Natriumsulfats sei, so daß letzteres vornehmlich für außergewöhnliche Verhältnisse anzuwenden ist. Auch käme Natriumsulfat besonders bei den undichten Kondensatoren in Frage. Die Hauptsache für die Betriebsicherheit und Lebensdauer der Kessel seien gut entlüftetes Speisewasser, dichte Kondensatoren und mindestens alle 3 Monate sich wiederholende Kesselreinigung, um keine höhere Laugenkonzentration als 3 g/l zu erhalten.

Unreines Speisewasser gibt die bekannten Kesselsteinablagerungen an der Kesselwandung, die in ihrer Zusammensetzung sehr verschieden sein können, so daß sie auch verschieden auf die Wärmeleitung einwirken. Eingehenden Aufschluß hierzu haben die auf Veranlassung des Speisewasserausschusses in Darmstadt durchgeführten Versuche gebracht, über welche Prof. Eberle, Darmstadt, in seinem Vortrage „Über die Abhängigkeit der Wärmeleitzahl des Kesselsteins von seiner Zusammensetzung" berichtete. Aus zahlreichen Analysen wurde festgestellt, daß hauptsächlich drei Stoffe oder Stoffgruppen in allen Kesselbelägen auftreten: Gips, Karbonate (von Kalzium und Magnesium) sowie Kieselsäure und Silikate (von Kalzium und Magnesium). Untersucht wurden die Einflüsse, welche Dichte, Porosität und Temperatur auf die Leitfähigkeit haben. Es wurde gefunden, daß die Wärmeleitzahl vornehmlich von der Dichte der Stoffe abhängt und daß bei gleicher Dichte die Unterschiede zwischen den drei Stoffgruppen nur sehr gering sind, sich aber mit der Dichte außerordentlich verschieben. Die Dichte ist von der Zusammensetzung des Steines abhängig. Gips setzt sich stets als Stein von hoher Dichte ab, und ein gipsreicher Belag hat verhältnismäßig gutes Wärmeleitvermögen, so daß er für den Kesselbetrieb am ungefährlichsten ist. Auch die Dichte der kalkreichen Steine ist im allgemeinen groß, doch können kalkreiche Beläge auch sehr porös auftreten, und dann sinkt ihre Leitzahl unter 0,2. Immerhin können auch diese Beläge noch zu den ungefährlicheren rechnen. Bei den siliziumreichen Ablagerungen dagegen hat man es in allen Fällen mit äußerst gefährlichen Stoffen zu tun. Selbst für die größte Dichte, bei der hoher Siliziumgehalt festgestellt wurde, liegt die Leitzahl unterhalb 0,2. Siliziumhaltige Steine lagern sich nur in geringer Dichte auf der Kesselwand ab. Bei diesen besteht die größte Isolierfähigkeit und die geringste Leitfähigkeit. Bei einer Dichte von 0,35 kg/dm³ ist die Leitfähigkeit 0,1 wie bei einem guten Isolationsmittel. So haben die Untersuchungen bestätigt, daß silikathaltige Steine tatsächlich im allgemeinen weit geringere Wärmeleitfähigkeit besitzen, als dies bisher angenommen wurde, woraus sich die in den letzten Jahren häufig gemachte Beobachtung erklärt, daß manche Kesselsteinablagerungen von ganz geringen Stärken bereits zu Überhitzungen, Ausbeulungen und Durchbrennen der belegten Heizfläche führten. Ungeklärt ist noch die Frage der Ablagerung der Silikate und wie diese in ihrer Form zu verhindern oder zu vermindern ist.

In der Aussprache wurde hierzu darauf hingewiesen, die Enthärtung des Rohwassers möglichst weit zu treiben, um keine Möglichkeit zur Bindung der Kieselsäure zu bieten, wenn diese im Kesselwasser vorhanden ist. Es dürfe kein poröser Kesselstein entstehen. Hierzu müsse die Kesselwasserkonzentration niedrig gehalten werden, indem die Kessel öfters abgeblasen werden. Die hiermit in Kauf zu nehmenden Wärmeverluste seien ohne Belang gegenüber der erhöhten Betriebsicherheit. Auch hier wurde über die ständige Undichtigkeit der Kondensatoren geklagt, durch die hartes Wasser in das Kondensat kommt. Undichtigkeiten ergeben sich durch Löcher in den Rohren, indem das Zink ausfällt, und durch mangelhaften Einbau der Rohre in den Rohrwänden, indem die Ausdehnung der Rohre nicht hinreichend berücksichtigt wird. In England sollen sich Kupfer-Nickelrohre mit 70 % *Cu* und 30 % *Ni* oder 80 % *Cu* und 20 % *Ni* gut bewährt haben.

Weiter entwickelte Dipl.-Ing. Seibert, Darmstadt, in seinem Vortrage über „Die Wärmeaufnahme an verschiedenen Stellen der direkt bestrahlten Heizfläche" ein für den Konstrukteur besonders wertvolles Rechnungsverfahren, das es gestattet, auf Grund theoretischer Untersuchungen die Brennstoff- und Wandtemperaturen sowie die Beziehungen zwischen Ein- und Ausstrahlung zahlenmäßig zu erfassen. An neuzeitlichen Kesseln ist die Wärmeaufnahme an einzelnen Stellen der bestrahlten Heizfläche so groß, daß die Festigkeit des Rohrbaustoffes infolge der sich einstellenden hohen Temperatur in unzulässigem Maß vermindert wird, so daß häufig Beulen entstehen. An dem Beispiel eines Steilrohrkessels mit 300 m² Verdampfheizfläche wurde gezeigt, daß bei einer Belastung der gesamten Verdampfheizfläche im Mittel mit 36,2 kg/m²h und der bestrahlten Heizfläche im Mittel mit 234 kg/m²h die Belastung der am stärksten belasteten Stelle der bestrahlten Fläche rd. 400 kg/m²h (216 000 kcal/m²h) ist. Dieser Punkt liegt in der Symmetrieebene der Feuerung etwa ⅙ der Heizflächenlänge von der unteren Kesseltrommel entfernt.

Auf der Fachsitzung „Verbrennungsmotoren" stand im Mittelpunkt der Erörterungen das Problem des schnellaufenden Dieselmotors, dessen Lösung sich in letzter Zeit eine Reihe deutscher Firmen mit gutem Erfolge zugewendet hat. Einen umfassenden Überblick hierzu gab Dr.-Ing. Reinsch, Düsseldorf, in seinem Vortrage: „Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der schnelllaufenden, namentlich der kompressorlosen Dieselmotoren". Dieser mit mindestens 1000 U/min laufende Motor, der die Verwendung billigen Schweröls bei höchster thermischer Ausnutzung ermöglicht, ist nicht nur für den Betrieb von Fahrzeugen jeglicher Art, sondern auch als Antriebsmaschine von Elektromaschinen, Pumpen, Ventilatoren usw. von größter Bedeutung, da mit erhöhter Drehzahl die Materialausnutzung besser, die Gesamtanlage billiger wird.

Beim Schnellauf des Dieselmotors kommt es vornehmlich auf die Gemischbildung von Brennstoff und Luft im Verbrennungsraum des Zylinders zu guter Verbrennung an. Ein Einzelproblem ist hierbei die Durchschlagtiefe des Brennstoffstrahles, die von der Druckeinspritzung, Düsenbohrung, Kurbeldrehzahl usw. abhängt. Geh. Reg.-Rat Prof. Romberg machte hierzu Mitteilungen über die neueren Versuche von Bertsley und der AEG, bei denen die Länge des Strahles bei bestimmtem Einspritz- und Gegendruck in Abhängigkeit von der bei bestimmter Drehzahl zur Einspritzung zur Verfügung stehenden Zeit gemessen worden ist. Hiernach läßt sich der äußerst zulässige Zylinderdurchmesser bestimmen, der noch von dem Strahl beherrscht wird.

Sodann wurden zum erstenmal von Dipl.-Ing. Pawlikowski Mitteilungen über den Kohlenstaubmotor der Firma Kosmos in Görlitz gemacht, der jetzt nach jahrelangen Bemühungen betriebsfähig ist, so daß bereits mehrere Ölmotoren auf Betrieb mit Kohlenstaub umgebaut wurden. Da die Wärmeeinheit in der Form des Treiböls 4 ... 5mal so teuer wie in der der Kohle ist und der Motor bei einer Leistung von 120 PS nur 2000 WE/PSh braucht,



so ist die wirtschaftliche Bedeutung desselben ohne weiteres ersichtlich. Kohlenstaub jeglicher Herkunft in üblicher Feinheit kann verwendet werden. Zu guter Zündung müssen nur die flüchtigen Bestandteile in hinreichender Menge vorhanden sein. Durch geeignete Arbeitsweise ist es erreicht, daß sich keine Asche im Zylinder absetzt. Die Einführung des Kohlenstaubes in den Zylinder erfolgt über eine besondere Vorkammer (Schleuse) mittels Preßluft.

Durch „Experimentelle Untersuchungen über Wärmebeherrschung und Leistungssteigerung in luftgekühlten Flugmotorenzylindern", über welche Dr.-Ing. G o s s l a u berichtete, ist es gelungen, die Leistung des S & H-achtzylindrigen Sternmotors von 420 auf 600 PS zu steigern. Die Untersuchungen führten gleichzeitig zu der Erkenntnis, daß die weitere Entwicklung dieser Motoren, entgegen den bisherigen Fortschrittzielen, voraussichtlich zum Bau langsam laufender Großraummaschinen führen wird, bei denen größerer Hub bei gleichem Zylinderdurchmesser gewählt wird.

Bei der durch Rationalisierungs-Maßnahmen gesteigerten Leistungsfähigkeit der deutschen Industrie macht sich der Aufbau einer planmäßigen Vertriebstechnik erforderlich, um auch zu höherem Absatz zu kommen. Hier dürfte der Ingenieur als Vertreter seiner eigenen Erzeugnisse sehr wertvolle Dienste leisten können, so daß der VDI erstmalig eine F a c h s i t z u n g „V e r t r i e b" vorgesehen hatte, deren Berichte durch Lichtbilder, Schautafeln, Modelle usw. auf der mit der VDI-Tagung wie üblich stattfindenden Ausstellung in einer besonderen Abteilung „Vertriebstechnik" wirkungsvoll ergänzt waren. Ziviling. B a d e r, Berlin, zeigte in seinem Vortrage „Rationelle Absatzgestaltung", wie die einzelbetriebliche Marktbeobachtung die Erzeugnisse, die Werbung und die Verkaufsverfahren ausschlaggebend bestimmt. Daß es zu erfolgreicher Verkaufstätigkeit sehr auf die Ausbildung der Vertreter ankommt, ließen die Vorträge von v. A p p e n, Hamburg, „Vertriebstechnik und Ingenieur", der die praktische Arbeit des Ingenieurs im Überseegeschäft beleuchtete, und von Ob.-Ing. S c h l ü t e r, Düsseldorf, „Die Einführung eines Erzeugnisses auf dem Markte", der die planmäßige Schulung von Verkäufern und Vertretern behandelte, erkennen. Abschließend sprach Werberat E. K u h l e m a n n, Stuttgart, über „Systematik des industriellen Werbefeldzuges" mit den Mitteln planmäßiger Werbung. A. P r z y g o d e.

Hauptversammlung des Verbandes für Autogene Metallbearbeitung. — Vom 27. bis 29. IV. d. J. hielt der Verband für Autogene Metallbearbeitung seine diesjährige Hauptversammlung in Bielefeld ab. Am 27. IV. war eine Vorstandsitzung, am 28. IV., morgens, eine Sitzung der Ortsgruppenvorstände und nachmittags die Hauptmitgliederversammlung, während am 29. IV. eine öffentliche Werbeversammlung stattfand.

Zum 1. Vorsitzenden des Verbandes wurde Herr Akademiedirektor Prof. Dr. S c h i m p k e, Chemnitz, gewählt, während der langjährige bisherige 1. Vorsitzende Prof. R i c h t e r, Hamburg, zum Ehrenvorsitzenden ernannt wurde. Dem Namen „Verband für Autogene Metallbearbeitung" ist die Bezeichnung „Deutscher Verband für Schweißtechnik" hinzugefügt worden, um der in der letzten Zeit stark emporblühenden elektrischen Schweißtechnik auch in dem Namen des Verbandes zu ihrem Recht zu verhelfen. Der Verband hat die Spalten seiner Fachzeitschrift, „Die Schmelzschweißung", schon seit längerer Zeit auch der Elektroschweißtechnik geöffnet. Bemerkenswert ist das außerordentlich starke Emporblühen des Verbandes, der nunmehr 42 Ortsgruppen im Deutschen Reiche hat mit vielen tausend Mitgliedern. Die Belange der Elektroschweißtechnik werden weiterhin dadurch berücksichtigt, daß sowohl in den engeren wie in den erweiterten Vorstand ein Vertreter aus der Industrie der Elektroschweißgeräte gewählt worden ist. Leider war die Versammlung von den maßgebenden Kreisen der Elektroindustrie sehr schlecht besucht. Es steht zu erwarten, daß nunmehr diese Industrie dem Verband in Zukunft größere Aufmerksamkeit schenken wird. Am 29. IV. fanden in der öffentlichen Vortragsveranstaltung zwei Vorträge statt über „Die Gasschmelzschweißung im Handwerk" und über „Die Technik der Gas- und Elektroschmelzschweißung". *Fr.*

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verteilung elektrischer Arbeit im Bezirk Paris. — Als im Jahre 1907 die Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité gebildet wurde, war der Verbrauch an elektrischer Arbeit im ganzen Bezirk nicht höher als etwa 50 Mill. kWh. Dieser Verbrauch hat sich bis zum Jahre 1926 mehr als verzehnfacht. Die Kraftwerke dieser einen Gesellschaft erzeugten damals 532 Mill. kWh. Im ganzen Bezirk der Bannmeile von Paris wurden in demselben Jahre 1560 Mill. kWh erzeugt. Der Anstieg hat sich dabei seit 1924 etwas verlangsamt. Während er in den Jahren 1921/24 jährlich 200 Mill. kWh betrug, ist er gegenwärtig auf 120 bis 150 zurückgefallen. Die Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité hat im Dezember 1926 ein Maximum von 260 000 kW erreicht, während für den ganzen Bezirk innerhalb der Bannmeile von Paris das Maximum 600 000 kW betrug und gegenwärtig jährlich um etwa 60 000 kW steigt. Der Stromversorgung der innerhalb der Bannmeile wohnenden Bevölkerung dienen drei Gesellschaften: das schon erwähnte Unternehmen, das die eigentliche Stadt versorgt, die Union d'Electricité, die den größten Teil der Bannmeile beliefert und die Société d'Electricité de Paris et de la Seine, die in der Hauptsache die Transportunternehmungen speist, daneben noch einem kleinen Teil der Bannmeile und in Notfällen auch der eigentlichen Stadt Strom liefert. Jede dieser Gesellschaften besitzt zwei Kraftwerke, von denen St. Ouen mit 400 000 kW und Issy les Moulineaux mit 150 000 kW der Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, das von Gennevilliers mit 300 000 kW und von Vitry mit 100 000 kW der Union d'Electricité gehören, während von den Kraftwerken der Société d'Electricité de Paris et de la Seine das von St. Denis 175 000 kW leistet und das von Ivry, das gegenwärtig im Bau ist, für eine Ausbauleistung von 200 000 kW vorgesehen ist. Abb. 9

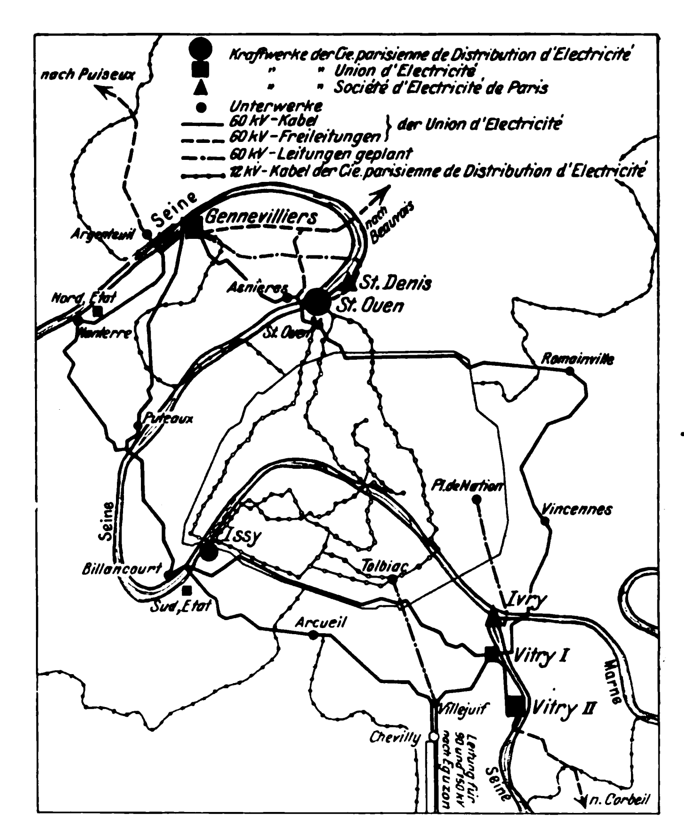


Abb. 9. Die Kraftwerke und Leitungsnetze im Bezirk Paris.

zeigt die Lage der Kraftwerke in dem Gesamtplan der Stadt und der Bannmeile. In eine nördliche und eine südliche Gruppe eingeordnet, ergeben sich für jene nahezu 1 Mill. kW, während im Süden eine Gesamtleistung von annähernd ½ Mill. kW zur Verfügung steht. Ein weiteres großes Kraftwerk für den Süden ist in Vitry vorgesehen (Vitry II) und soll eine Ausbauleistung von 400 000 kW erhalten. Es ist dazu bestimmt, den Bedürfnissen der nächsten Dekade zu entsprechen und auch die Verbindung mit der von Süden herankommenden Wasserkraftenergie herzustellen. Das Wasserkraftwerk Eguzon liefert bereits eine Leistung von 50 000 kW in den Pariser Bezirk, und zwar über die im Süden liegende Station Chevilly.

Die Leitungsnetze der drei Gesellschaften sollen untereinander verbunden werden. Die Union d'Electricité

betreibt ein Kabelnetz mit 60 kV. Bei Chevilly ist die Verbindung mit einer Doppelleitung von 90 kV bereits hergestellt, während eine zweite Doppelleitung für 150 kV sich im Bau befindet. Eine Ringleitung, die ganz Paris umgibt, für 60 kV als Kabel ausgeführt, ist nahezu vollendet. Die Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité hat ihre Kraftwerke durch 12 kV-Kabel verbunden, die einen Energietransport bis zu 25 000 kW zulassen. Die Verbindung mit dem allgemeinen Netz wird in diesem Jahre bei Tolbiac und Nation hergestellt; sie ist dazu bestimmt, Strom mit 60 kV Spannung zu beziehen. Die Verbindung des Netzes der Société d'Electricité de Paris et de la Seine mit dem allgemeinen 60 kV-Netz ist projektiert und wird in allernächster Zeit ausgeführt werden. Die Anlagekosten des gesamten Leitungsnetzes einschließlich der Kraftwerke betragen rd. 500 Mill. GFr, wofür gegenwärtig etwas mehr als 500 000 kW installiert sind, so daß sich ein Anlagekapital von genau 900 GFr/kW einschließlich des Leitungsnetzes ergibt. Hiervon entfallen 250 GFr auf das Kilowatt der Kraftwerke. (Dieses Anlagekapital ist für die Kraftwerke verhältnismäßig niedrig, für das Leitungsnetz dagegen sehr hoch. Das ist um so schwerwiegender, als die Benutzungsdauer, bezogen auf die installierte Leistung, recht niedrig ist, nämlich nur ungefähr 2000 h. Anm. d. Ref.). Von den Kraftwerken ist wärmetechnisch nur Gennevillier einigermaßen auf der Höhe. Es hat mehrere Kohlenstaubkessel, ist aber nur für normalen Druck gebaut. Die neu projektierten Kraftwerke sollen für 44 atü gebaut, auch soll der Dampf stark überhitzt werden. Das Vorbild der Zentrale Langerbrugge bei Gent ist hierbei maßgebend gewesen. Jedoch verhindert die schlechte Benutzungsdauer eine allzu weitgehende Ausnutzung der modernen Errungenschaften, die mit hohem Kapitalaufwand verbunden ist. Gegenwärtig rechnet man noch mit einem Kohlenverbrauch von 1 kg Steinkohle von 7000 WE je erzeugte Kilowattstunde[1]. (Rev. Gén. de l'El. Bd. 21, 1928, S. 867.) *Ha.*

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[2]. — Im April 1928 ist die Stromerzeugung der vom Statistischen Reichsamt erfaßten 122 Elektrizitätswerke gegen den Vormonat infolge teils der Jahreszeit, teils der nur 23 Arbeitstage um 124,3 Mill. kWh zurückgegangen. Arbeitstäglich hat sie dagegen um 2,130 Mill. kWh zugenommen. Die Meßziffer betrug gegen den Monatsdurchschnitt von 1925 134,65, gegen den gleichen Monat des Vorjahres 119,46. Der Anschlußwert der von 103 Werken unmittelbar versorgten industriellen und gewerblichen Abnehmer war im März 1928 um 23 000 kW größer als im Februar; ihr Verbrauch ist um 24,3 Mill. kWh gewachsen, arbeitstäglich aber um 0,455 Mill. kWh gesunken. Je 1 kW Anschlußwert betrug er 4,42 kWh. Als Meßziffern ergeben sich 114,69 bzw. 112,88.

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugt Mill. kWh: insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer: Anschlußwert Mill. kW		Gesamtverbrauch Mill. kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: insgesamt Mill. kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927
I.	26	25	1238,9	1048,1	47,6	41,9	4,0	3,7	476,1	382,4	18,3	15,3	4,6	4,1
II.	25	24	1126,4	944,0	45,1	39,3	4,0	3,6	458,5	363,7	18,3	15,2	4,5	4,2
III.	27	27	1169,9	1022,9	43,3	37,9	4,0	3,6	482,7	389,8	17,9	14,4	4,4	4,0
IV.	23	24	1045,6	922,0	45,5	38,4	—	—	—	—	—	—	—	—

[1] Über die Elektrizitätsversorgung des Pariser Gebiets hat auch J. Hak in El. u. Maschinenb. Bd. 46, 1928, S. 441 ff. eingehende Mitteilungen veröffentlicht. D. S.

[2] Vgl. ETZ 1928, S. 931. Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928, S. 397.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.

Bei dem in ETZ 1928, S. 990 bis 992, veröffentlichten Entwurf[1] zu

Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb zur Herabsetzung der Hochspannungsgefahren bei ärztlichen Röntgenanlagen

ist in § 7c der Errichtungsvorschriften auf S. 991 ein Druckfehler enthalten.

In der ersten Zeile dieser Bestimmung sind die Worte „der Mittelpunkt" zu ersetzen durch „kein Punkt". Die Anfangszeilen dieses Absatzes lauten demnach wie folgt:

„Bei Apparaten, bei denen kein Punkt des Hochspannungserzeugers .... usw. wie bisher."

Kommission für Freileitungen.

Die Kommission hat ihre bereits verschiedentlich an dieser Stelle angekündigte Absicht, die bisherigen „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" einer eingehenden Überarbeitung zu unterziehen und hierbei auch zur Erhöhung der Übersichtlichkeit eine Paragrapheneinteilung zu wählen, nunmehr durchgeführt.

Weiter sind in dem vorliegenden neuen Entwurf zu

„Vorschriften für Starkstrom-Freileitungslinien V.F.L./1929"

die seit der letzten Ausgabe der Vorschriften vom 1. Oktober 1923 vorgenommenen Änderungen hineingearbeitet. Besonders genannt seien die neuen Bestimmungen über die erhöhte Sicherheit, die neuen einheitlichen Bestimmungen über die bei Stahlmasten zulässigen Beanspruchungen (Omega-Verfahren) und die neuen Bestimmungen über Abstände der Freileitungen von Gebäuden. Eine Änderung erfuhren ferner die Bestimmungen für Holzmaste.

Darüber hinaus enthält der neue Entwurf erstmalig Bestimmungen über den Rostschutz, über die Berechnung der Maste auf Verdrehen und für Eisenbetonmaste sowie als Anhang eine „Anleitung für die Prüfung der Verzinkungsgüte bei der Abnahme verzinkter Stahldrähte und verzinkten Stahl- und Eisenzeuges".

Um unzweideutig zu erkennen zu geben, daß die Bestimmungen, soweit nicht das Gegenteil ausdrücklich hervorgehoben ist, sowohl für Drähte als auch für Seile und unabhängig davon gelten, ob diese Spannung führen oder nicht, erschien es zweckmäßig, für sie eine gemeinsame Bezeichnung einzuführen. In Frage kamen die Bezeichnungen „Leiter" oder „Leitung". Folgende Gründe waren dafür maßgebend, daß im Entwurf der Ausdruck „Leitung" vorgeschlagen ist (siehe § 2):

Die Einführung des Begriffes „Leiter" in den Freileitungsvorschriften hätte zur Folge haben müssen, daß das Wort „Leitung" aus allen Vorschriften, Regeln, Leitsätzen, Normen usw. des VDE, in denen es gleiche oder ähnliche Bedeutung hat, hätte verschwinden müssen. Abgesehen von der dadurch verursachten, nicht zu unterschätzenden Umwälzung wäre dieses mit Rücksicht auf den langjährigen Gebrauch ohne Zweifel zu bedauern gewesen. Geradezu bedenklich wäre es aber, den Ausdruck „Leiter" auch in den Bestimmungen zu verwenden, die auf den Laien zugeschnitten sind (z. B. in „Merkblätter für Verhaltungsmaßregeln gegenüber elektrischen Freileitungen"); denn jeder Laie weiß, was eine „Leitung" ist; das Wort „Leiter" in solchen Bestimmungen könnte aber zu schwerwiegenden Mißdeutungen Anlaß geben. Die Bezeichnung „Leiter" hätte außerdem in den Freileitungsvorschriften zur Verwendung mehrerer, recht unschöner Wortzusammensetzungen geführt, z. B. „Leiterschutz", „Leiterträger", „Leitermast", wobei zu bedenken ist, daß ein „Leitermast" aus Eisen oder Eisenbeton in der ursprünglichen physikalischen Bedeutung des Begriffes „Leiter" selbst ein Leiter ist. Das letzte Beispiel zeigt, daß die Einführung des Begriffes „Leiter" geradezu zu einer Sprachverwirrung führen würde.

Zu berücksichtigen war aber weiter, daß sich der Ausdruck „Leitung" mehr oder weniger bereits als Bezeichnung für die gesamte Freileitungsanlage eingebürgert hat. Für diese mußte also ein anderer Ausdruck gefunden werden. Im Entwurf werden die Bezeichnungen „Starkstrom-

[1] Arch. El. 1914, S. 533.

linien", „Hochspannungslinien" und „Niederspannungslinien" (siehe § 2) und als Titel „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungslinien" vorgeschlagen. Nicht verkannt werden soll, daß diese Ausdrücke bei denen, die sich an die Bezeichnung „Leitung" für Freileitungsanlagen gewöhnt haben, zunächst auf Abneigung stoßen werden. Diese wird sich aber überwinden lassen, wenn man bedenkt, daß die „Linie" in übertragener Bedeutung in zahlreichen Wortzusammensetzungen ähnlicher Art bereits volkstümlich ist, z. B. Eisenbahn-, Schiffahrt-, Omnibus-, Straßenbahnlinie. Die Ausdrücke „Telegraphenlinien" und „Fernsprechlinien" sind bei der Deutschen Reichspost schon seit Bestehen des elektrischen Telegraphen gebräuchlich. Im Telegraphenwegegesetz sind sie seit 1899 gesetzlich festgelegt und bisher noch von keiner Seite angefeindet worden. Schließlich findet sich die „Linie" in gleicher Bedeutung auch in mehreren ausländischen, z. B. in den englischen und amerikanischen Vorschriften. Zu erwarten ist, daß sich die „Starkstromlinien" usw. auch bei uns in kurzer Zeit einbürgern werden.

Der neue Wortlaut der „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungslinien V. F. L./1929" ist als Sonderdruck aufgelegt und wird Interessenten kostenlos von der Geschäftsstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Berlin W 57, Potsdamer Straße 68, zur Verfügung gestellt.

Einsprüche gegen diesen Entwurf werden in doppelter Ausfertigung bis zum 15. September 1928 an die vorgenannte Geschäftsstelle erbeten.

Kommission für Fernmeldetechnik.

Die Kommission gibt nachstehend die folgenden von der Unterkommission für Normungsfragen der Fernmeldetechnik aufgestellten Normblattentwürfe bekannt:

DIN VDE 1010 Bl. 1 u. 2 Kontaktfedersätze mit 2 Schrauben in kleinem Abstand,

DIN VDE 1011 Bl. 1 u. 2 Kontaktfedersätze mit 2 Schrauben in großem Abstand,

DIN VDE 1012 Bl. 1 u. 2 Kontaktfedersätze mit 3 Schrauben,

DIN VDE 1050 Feindrahtspulen. Beschriftung,

DIN VDE 1070 Rändelmuttern. Metrisches Gewinde.

Einsprüche gegen diese Normblattentwürfe werden in doppelter Ausfertigung bis zum 15. August 1928 an die Geschäftsstelle des VDE erbeten.

Fernmeldeanlagen

Feindrahtspulen

Beschriftung

Noch nicht endgültig

Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 1050

Bezeichnungen.

Auf den Spulenbezügen sind für jede Wicklung die nachstehend aufgeführten 5 Bezeichnungen in der angegebenen Reihenfolge zu vermerken:

Widerstand in Ω mit Toleranz in %[1])
Windungszahl
Art der Isolierung des Drahtes
Drahtdurchmesser in mm
Werkstoff des Drahtes

Abkürzungen.

Kupfer	Cu	1mal Papier	P
Widerstandsbaustoff	Wd	2mal Papier	PP
1mal Seide	S	Lack	L
2mal Seide	SS	Lack mit 1mal Seide	LS
1mal Baumwolle	B	Lack mit 1mal Baumwolle	LB
2mal Baumwolle	BB	Lack mit 1mal Papier	LP

Anordnung.

1. Die Zahlenwerte sind durch Striche zu trennen. Die Anordnung ist der Breite des Spulenbezuges entsprechend nach Bild 1 oder 2 zu wählen. (Die Zahlenwerte sind Beispiele.)

Bild 1

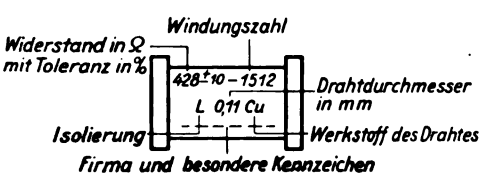
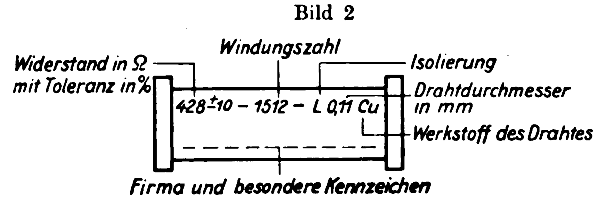


Bild 2



2. Bei mehreren Wicklungen auf einer Spule sind die Wicklungsangaben von der dem Kern nächstliegenden Wicklung ausgehend der Reihe nach aufzuführen und mit I, II, III usw. zu kennzeichnen.

Beispiel: I 12—1600 — L 0,37 Cu
II 600—4100 — L 0,10 Cu
III 400— 100 — SS 0,10 Wd

3. Bei zusammengeschalteten Wicklungen oder Symmetriewicklungen sind der Schaltung entsprechend die Bezeichnungen aufeinanderfolgend aufzuführen und mit einer Klammer zu kennzeichnen.

Beispiel: { I 170—3300 — L 0,22 Cu
III 330—3300 — L 0,10 Cu }
II 500—6600 — L 0,12 Cu

4. Bei bifilaren Wicklungen ist die Bezeichnung bif an die Stelle der Windungzahl zu setzen.

Beispiel: 428 bif SS 0,11 Wd

5. Bei Widerstandswicklungen ohne Eisenkern fällt die Angabe der Windungzahl fort

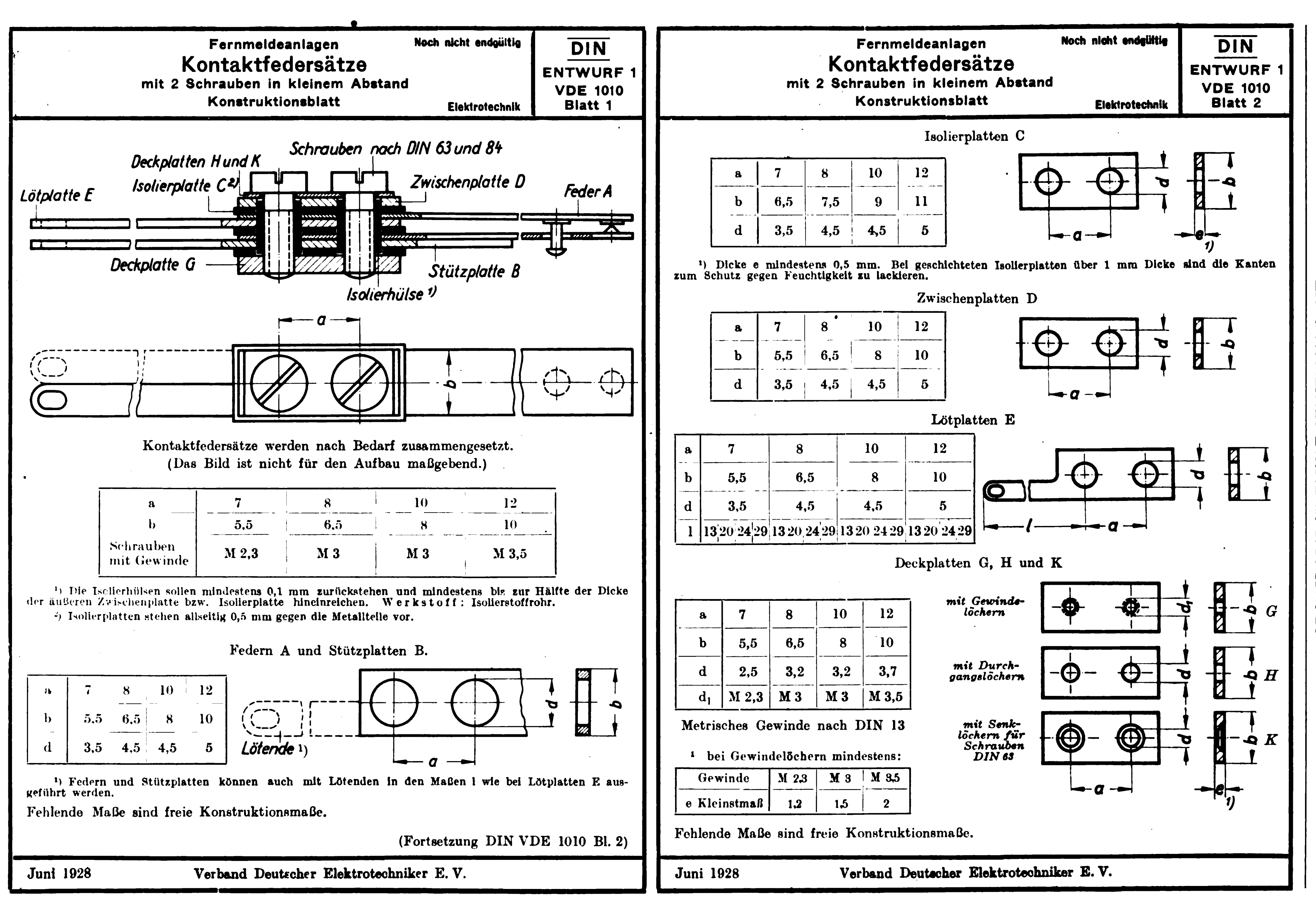
Beispiel: 428 — S 0,11 Wd

6. Bei Buchstabenbezeichnungen der Anschlüsse auf den Spulenköpfen sind die Buchstaben durch die Kennzeichen der Wicklung (I II III usw.) zu ergänzen.

[1]) Toleranzangabe nur wenn notwendig.

Juni 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.





Fernmeldeanlagen — Noch nicht endgültig

Kontaktfedersätze
mit 2 Schrauben in kleinem Abstand
Konstruktionsblatt — Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 1010 Blatt 1

Kontaktfedersätze werden nach Bedarf zusammengesetzt.
(Das Bild ist nicht für den Aufbau maßgebend.)

a	7	8	10	12
b	5,5	6,5	8	10
Schrauben mit Gewinde	M 2,3	M 3	M 3	M 3,5

[1] Die Isolierhülsen sollen mindestens 0,1 mm zurückstehen und mindestens bis zur Hälfte der Dicke der äußeren Zwischenplatte bzw. Isolierplatte hineinreichen. Werkstoff: Isolierstoffrohr.
[2] Isolierplatten stehen allseitig 0,5 mm gegen die Metallteile vor.

Federn A und Stützplatten B.

a	7	8	10	12
b	5,5	6,5	8	10
d	3,5	4,5	4,5	5

[1] Federn und Stützplatten können auch mit Lötenden in den Maßen l wie bei Lötplatten E ausgeführt werden.

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

(Fortsetzung DIN VDE 1010 Bl. 2)

Fernmeldeanlagen — Noch nicht endgültig

Kontaktfedersätze
mit 2 Schrauben in kleinem Abstand
Konstruktionsblatt — Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 1010 Blatt 2

Isolierplatten C

a	7	8	10	12
b	6,5	7,5	9	11
d	3,5	4,5	4,5	5

[1] Dicke e mindestens 0,5 mm. Bei geschichteten Isolierplatten über 1 mm Dicke sind die Kanten zum Schutz gegen Feuchtigkeit zu lackieren.

Zwischenplatten D

a	7	8	10	12
b	5,5	6,5	8	10
d	3,5	4,5	4,5	5

Lötplatten E

a	7	8	10	12
b	5,5	6,5	8	10
d	3,5	4,5	4,5	5
l	13 20 24 29	13 20 24 29	13 20 24 29	13 20 24 29

Deckplatten G, H und K

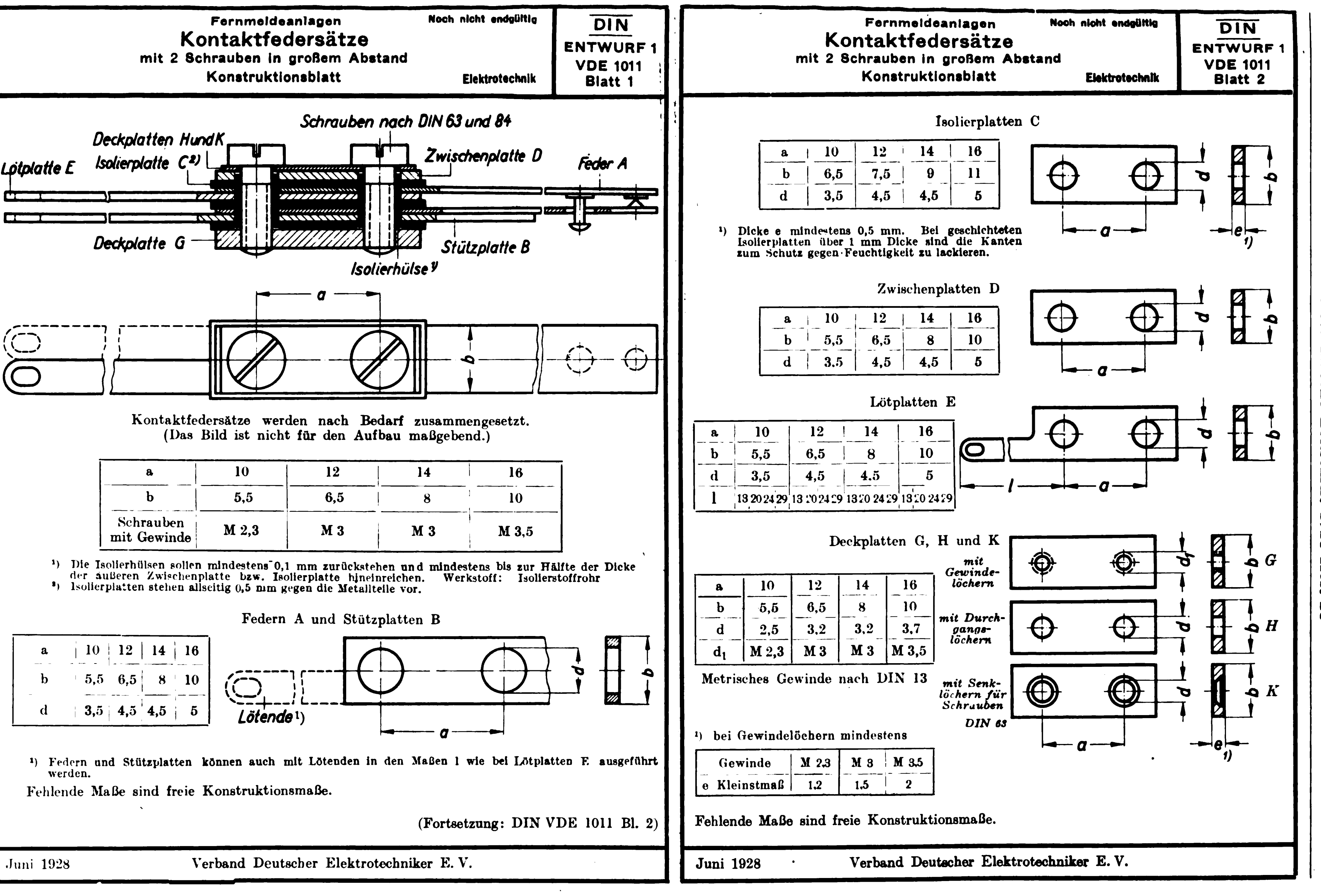
a	7	8	10	12
b	5,5	6,5	8	10
d	2,5	3,2	3,2	3,7
d_1	M 2,3	M 3	M 3	M 3,5

Metrisches Gewinde nach DIN 13

[1] bei Gewindelöchern mindestens:

Gewinde	M 2,3	M 3	M 3,5
e Kleinstmaß	1,2	1,5	2

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.



Fernmeldeanlagen — Noch nicht endgültig

Kontaktfedersätze

mit 2 Schrauben in großem Abstand

Konstruktionsblatt — Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 1011 Blatt 1

Kontaktfedersätze werden nach Bedarf zusammengesetzt. (Das Bild ist nicht für den Aufbau maßgebend.)

a	10	12	14	16
b	5,5	6,5	8	10
Schrauben mit Gewinde	M 2,3	M 3	M 3	M 3,5

¹) Die Isolierhülsen sollen mindestens 0,1 mm zurückstehen und mindestens bis zur Hälfte der Dicke der äußeren Zwischenplatte bzw. Isolierplatte hineinreichen. Werkstoff: Isolierstoffrohr

²) Isolierplatten stehen allseitig 0,5 mm gegen die Metallteile vor.

Federn A und Stützplatten B

a	10	12	14	16
b	5,5	6,5	8	10
d	3,5	4,5	4,5	5

¹) Federn und Stützplatten können auch mit Lötenden in den Maßen l wie bei Lötplatten E ausgeführt werden.

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

(Fortsetzung: DIN VDE 1011 Bl. 2)

Juni 1928 — Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Fernmeldeanlagen — Noch nicht endgültig

Kontaktfedersätze

mit 2 Schrauben in großem Abstand

Konstruktionsblatt — Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 1011 Blatt 2

Isolierplatten C

a	10	12	14	16
b	6,5	7,5	9	11
d	3,5	4,5	4,5	5

¹) Dicke e mindestens 0,5 mm. Bei geschichteten Isolierplatten über 1 mm Dicke sind die Kanten zum Schutz gegen Feuchtigkeit zu lackieren.

Zwischenplatten D

a	10	12	14	16
b	5,5	6,5	8	10
d	3,5	4,5	4,5	5

Lötplatten E

a	10	12	14	16
b	5,5	6,5	8	10
d	3,5	4,5	4,5	5
l	13 20 24 29	13 20 24 29	13 20 24 29	13 20 24 29

Deckplatten G, H und K

a	10	12	14	16
b	5,5	6,5	8	10
d	2,5	3,2	3,2	3,7
d_1	M 2,3	M 3	M 3	M 3,5

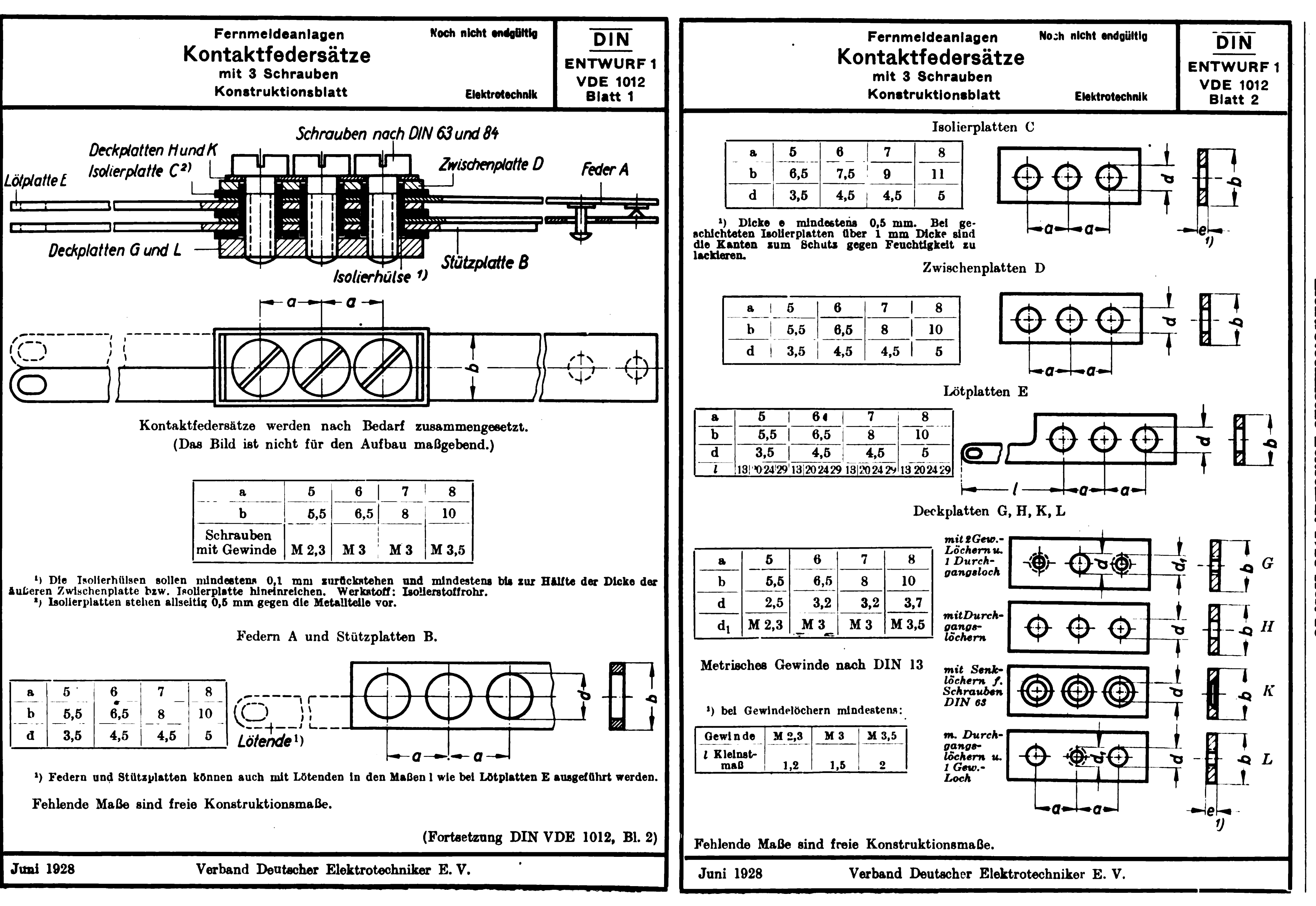
Metrisches Gewinde nach DIN 13

¹) bei Gewindelöchern mindestens

Gewinde	M 2,3	M 3	M 3,5
e Kleinstmaß	1,2	1,5	2

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

Juni 1928 — Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.



Fernmeldeanlagen
Kontaktfedersätze
mit 3 Schrauben
Konstruktionsblatt

Noch nicht endgültig — Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 1012 Blatt 1

Kontaktfedersätze werden nach Bedarf zusammengesetzt.
(Das Bild ist nicht für den Aufbau maßgebend.)

a	5	6	7	8
b	5,5	6,5	8	10
Schrauben mit Gewinde	M 2,3	M 3	M 3	M 3,5

¹) Die Isolierhülsen sollen mindestens 0,1 mm zurückstehen und mindestens bis zur Hälfte der Dicke der äußeren Zwischenplatte bzw. Isolierplatte hineinreichen. Werkstoff: Isolierstoffrohr.
²) Isolierplatten stehen allseitig 0,5 mm gegen die Metallteile vor.

Federn A und Stützplatten B.

a	5	6	7	8
b	5,5	6,5	8	10
d	3,5	4,5	4,5	5

¹) Federn und Stützplatten können auch mit Lötenden in den Maßen l wie bei Lötplatten E ausgeführt werden.

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

(Fortsetzung DIN VDE 1012, Bl. 2)

Juni 1928 — Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Fernmeldeanlagen
Kontaktfedersätze
mit 3 Schrauben
Konstruktionsblatt

Noch nicht endgültig — Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 1012 Blatt 2

Isolierplatten C

a	5	6	7	8
b	6,5	7,5	9	11
d	3,5	4,5	4,5	5

¹) Dicke e mindestens 0,5 mm. Bei geschichteten Isolierplatten über 1 mm Dicke sind die Kanten zum Schutz gegen Feuchtigkeit zu lackieren.

Zwischenplatten D

a	5	6	7	8
b	5,5	6,5	8	10
d	3,5	4,5	4,5	5

Lötplatten E

a	5	6	7	8
b	5,5	6,5	8	10
d	3,5	4,5	4,5	5
l	13 20 24 29	13 20 24 29	13 20 24 29	13 20 24 29

Deckplatten G, H, K, L

a	5	6	7	8
b	5,5	6,5	8	10
d	2,5	3,2	3,2	3,7
d_1	M 2,3	M 3	M 3	M 3,5

Metrisches Gewinde nach DIN 13

¹) bei Gewindelöchern mindestens:

Gewinde	M 2,3	M 3	M 3,5
l Kleinstmaß	1,2	1,5	2

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

Juni 1928 — Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Noch nicht endgültig

Fernmeldeanlagen

Rändelmuttern

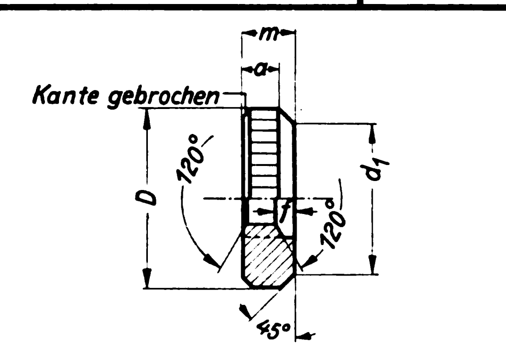
Metrisches Gewinde

Elektrotechnik

DIN

ENTWURF 1

VDE 1070



Bezeichnung einer Rändelmutter mit Gewinde M 4 aus...[1]

Rändelmutter M 4 VDE 1070....[1]

Gewinde[2]	D	d_1	a	m	f	Rändel
M 2,3	9	5	2	4	1	0,5
M 2,6	9	5	2	4	1	0,5
M 3	10	6	2	4	1	0,5
M 3,5	11	7	2,5	4,5	1	0,6
M 4	12	8	2,5	4,5	1,5	0,6
M 5	14	10	3	5	1,5	0,6
M 6	16	12	3,5	5,5	2	0,6
M 8	20	16	4	6	2	0,6
M 10	24	20	5	7	2,5	0,6

[1]) Werkstoff ist bei Bestellung anzugeben.
[2]) Für Gewinde kleiner als M 2,3 sind Rändelmuttern DIN 467 zu verwenden.

Gewinde: Metrisch nach DIN 13.

Juni 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
I. V. Heym.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Bekanntmachung.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Firma Johannes Gerlach, Lispenhausen a. d. Fulda, die Genehmigung zur Führung des VDE-Zeichens für ihre Erzeugnisse bisher nicht erhalten hat. Vor dem Ankauf von Erzeugnissen dieser Firma, die etwa mit dem VDE-Zeichen versehen sind, wird daher gewarnt.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Fachsitzung

für Installationstechnik am 10. I. 1928 in der Technischen Hochschule zu Berlin.

Vorsitz: Herr Ingenieur S. Baumann.

Nach Begrüßung der Erschienenen spricht der Vorsitzende dem früheren Vorsitzenden, Herrn Direktor Dr. Koebke, den herzlichsten Dank aus für seine aufopfernde Tätigkeit im Fachausschuß und für seine vornehme Art in der Leitung der Sitzungen. Hierauf hält Herr Dipl.-Ing. E. Ritter seinen Vortrag über

„Die Elektrizität als Wärmequelle im Klein- und Großküchenbetrieb“ [1].

Besprechung des Vortrags:

Herr **Unbehauen:** Es wird uns als Installationstechniker interessieren, woher es kommt, daß sich die Elektrowärmewirtschaft hier in unserm großen, hastenden Berlin, wo mit allen Zeitersparnissen gerechnet werden muß, so langsam einführt. Einmal liegt das wohl daran, daß der Einführung solcher Wärmegeräte die Tarifpolitik der Elektrizitätswerke entgegensteht. (Sehr richtig!) Das heißt: Für ein Gerät, das immerhin nur kurze Zeit am Tage gebraucht wird, aber doch eine erhebliche Energiemenge verbraucht, ist eine ziemlich hohe Grundgebühr zu zahlen. Diese Tatsache hält viele von der Anschaffung solcher Geräte zurück. Hinzu kommt noch etwas anderes, — ein Vorwurf, den wir uns alle machen müssen, der aber abgeschwächt wird, wenn wir berücksichtigen, daß das ältere Gebiet der Heiztechnik die Gastechnik, die Elektrizität dagegen das jüngere Gebiet ist, das ist die falsche Installation der Elektrizitätsleitungen und die richtige Installation der Gasleitungen. Die Steigeleitungen für Elektrizität verlaufen in den Wohnhäusern meist in den Vordertreppenaufgängen; die Zähler befinden sich in der Nähe des Wohnungseinganges, und das nur, um möglichst kurze Leitungen zu haben. In der Gastechnik dagegen sind die Steigeleitungen in der Nähe des größten Verbrauchs, in der Nähe der Küche. Will jemand eine elektrische Küche einrichten, so muß er eine neue Zuleitung zum Küchenherd legen; diese Zuleitung, die in einem besseren Zimmer nicht gerade schön wirkt, muß vielfach besser aufgemachte Korridore oder Dielen passieren, vielleicht auch noch dieses oder jenes Zimmer, und das schreckt natürlich sehr viele Interessenten ab. Dann sind für den Gasmesser in fast allen Neubauten entsprechende Nischen vorgesehen, für den Elektrizitätszähler aber nicht in demselben Maße und dann an der Stelle, die die kürzesten Leitungswege ergibt. Man sollte daher die Architekten und Bauunternehmer etwas mehr darüber aufklären, daß angesichts der Entwicklung unserer Kochtechnik die Steigeleitungen in die Nähe des größten Bedarfs an Strom, der Küche, verlegt werden müssen, wie das beim Gas schon längst der Fall ist. Im Westfalenlande nimmt man die Kochmaschinen beim Wechsel der Wohnung stets mit. Dies sollte künftig allgemein bei den elektrischen Herden der Fall sein. Elektrische Kücheneinrichtungen werden beim Bau neuer Häuser leider so gut wie nicht vorgesehen. Neu war mir die Mitteilung des Herrn Vortragenden, daß es den Elektrizitätswerken verboten ist, für die Kochtechnik Propaganda zu machen. Wir sollten das, soweit möglich, in die Öffentlichkeit bringen; wenn die Elektrizitätswerke es nicht dürfen, — wir dürfen es; denn wir haben keinen Aufsichtsrat, der uns das verbieten kann. Außerdem würde das erheblich zur Aufklärung der Verbraucher beitragen. (Beifall.)

Herr **Steinhardt:** Wichtig sind nicht nur die Steigeleitungen, sondern überhaupt die Zuleitungen zu solchen Häusern, in denen elektrisch gekocht werden soll. Ich denke hier an die Siedlungsbauten, bei denen eine große Anzahl einzelner Wohnungen zu einem Ganzen zusammengeschlossen sind. Ihr Anschlußwert dürfte ziemlich erheblich sein; es wäre daher wünschenswert, daß das Elektrizitätswerk in Zukunft einen Plan entwickelt, wonach der Anschluß an solche Gruppenhäuser erleichtert und verbilligt wird. Ich halte es für möglich, daß solche Gruppenhäuser eine Transformatorstation bekommen könnten. Es ist klar, daß sich nicht jeder eine vollständige elektrische Küche einrichten kann. Wenn eine Küche — z. B. die Versuchsküche des Herrn Vortragenden — einen Anschlußwert von 25 kW oder mehr hat, dann braucht man ein Kabelnetz, das viel größer sein muß als das heute verlegte. Und wenn sich jemand wirklich für eine elektrische Küche entschieden hat, wird das Elektrizitätswerk sagen, daß die ganze Straße hierfür neu bekabelt werden muß, weil es sonst den elektrischen Strom nicht liefern kann. Das sind keine Phantasieprodukte, sondern der Fall ist in einer bebauten Straße tatsächlich vorgekommen.

Herr **Alvensleben:** Als ich vor einigen Tagen darauf aufmerksam gemacht wurde, daß in der Abendausgabe einer hiesigen Zeitung von jährlich 2780 elektrischen Unfällen in Preußen die Rede war, sah ich mir die Zahlen durch, die mir beruflich über alle Un-

[1] ETZ 1928, S. 1029



fälle in Deutschland zugesandt werden. Ich kann versichern, daß es sich in Wirklichkeit nur um 10 % dieser Zahl handelt; die Zahlen für Preußen sind 260 bis 280. Nun haben die Gaswerke diesen wahrscheinlichen Druckfehler oder dieses Mißverständnis benutzt, um die Elektrizität als besonders gefährlich hinzustellen. Es ist selbstverständlich, daß die großen Zahlen eine Beunruhigung hervorrufen. In dem Bericht des Gaswerkes wird gesagt, man solle nicht die Zahlen von Berlin nehmen, sondern die von ganz Preußen. Da das platte Land nicht mit Gas versorgt ist, sondern mit Elektrizität, können dort auch keine Unfälle durch Gas entstehen. In Berlin dagegen werden 60 % aller Wohnungen mit Gas und 40 % mit Elektrizität versorgt. Und trotzdem stehen laut Angaben des Statistischen Amtes der Stadt Berlin — also des amtlichen Organs — 2 ... 6 elektrischen Todesfällen etwa 600 Gasunfälle gegenüber. (Zustimmung.)

Vorsitzender: Ich möchte selbst eine Frage an den Herrn Vortragenden richten. Man geht teilweise dazu über, um den Bräter vor Anbrennen zu schützen, die Heizplatten nicht direkt zu beheizen sondern indirekt, indem man erst die Platten durch erhitztes Wasser erwärmt. Vielleicht teilt uns der Herr Vortragende aus seinen reichen Erfahrungen über Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit dieser Anordnung etwas mit.

Herr **Alvensleben:** Ich möchte noch einige Zahlen nennen, die in einem amtlichen Blatt, den Medizinal-statistischen Nachrichten — im Auftrage des Ministers für Volkswohlfahrt vom Preuß. Statistischen Landesamt herausgegeben — enthalten sind. In der letzten Ausgabe (vom Jahre 1926) sind die Zahlen für 1922 und 1923 angegeben. Danach haben wir im Jahre 1923 zu verzeichnen Verletzungen durch elektrischen Strom mit tödlichem Ausgang: 286 männliche und 6 weibliche Personen, 1922: 256 männliche und 3 weibliche; also im ganzen 259 bzw. 292 Unfälle. Demgegenüber stehen für 1923 820 Gasvergiftungen: 567 männliche und 253 weibliche, und für 1922 872 Gasvergiftungen: 521 männliche und 351 weibliche. Wir haben also annähernd 900 Gasvergiftungen gegenüber 270 tödlichen Unfällen durch den elektrischen Strom. Bemerkt sei, daß unter den Gasvergifteten auch die durch Rauch Vergifteten enthalten sind. Die Zahlen für Selbstmorde sind noch furchtbarer. Den etwa 5 oder 6 Selbstmorden durch elektrischen Strom stehen Selbstmorde durch Einatmen giftiger Gase gegenüber 1923: 373 männliche und 498 weibliche; 1922: 434 männliche und 550 weibliche.

Herr **Laufer:** Die von Herrn ALVENSLEBEN genannten Zahlen beziehen sich doch auch auf Unfälle in Betriebsräumen!

Herr **Alvensleben:** Die von mir genannten Zahlen umfassen sämtliche tödlichen Unfälle, sowohl in Privathaushaltungen als auch in Betriebsräumen. Die Unfälle in den Privathaushaltungen sind äußerst gering. Etwa 80 % aller Unfälle erfolgen im Beruf, besonders in den elektrischen Betrieben. In den privaten Haushaltungen sind etwa 30 Unfälle im Jahr zu verzeichnen; dabei ist zu bedenken, daß das elektrische Licht bis in den letzten Schweinestall gelegt ist. In Preußen haben wir jährlich mit 270 elektrisch Getöteten zu rechnen, in ganz Deutschland mit 360. Um eine andere Zahl gegenüberzustellen: bei der Berufsarbeit ertrinken im Jahre allein 500 Personen; die tödlichen Unfälle durch Ertrinken allgemein belaufen sich auf 2700 im Jahre, und dort sieht man die Gefahr, während in der Elektrotechnik die Gefahr nicht zu erkennen ist. Die Zahlen liegen für die Elektrizität tatsächlich sehr günstig.

Herr **Krohne:** Die Gründe, aus denen noch nicht ausgiebig elektrische Wärme angewendet wird, sind nicht mangelnde Sicherheit, unzweckmäßige Tarife und ungenügende Kabelstärken, wie einer der Herren Vorredner erwähnte. Sie brauchen nicht Sorge der Installateure zu sein. Unsere Aufgabe ist die Vermehrung des Stromverbrauchs. Daran hindern uns auch nicht etwa Sparsamkeitsüberlegungen in bezug auf die Ausgaben für die Wärmeerzeugung; denn wir haben ja gehört, daß die Stromkosten keine beherrschende Rolle spielen, wohl aber die Materialersparnisse, die uns der Herr Vortragende zeigte. Wir haben das nur überhört, weil sie uns aus Mangel an eigenen Erfahrungen unsicher erscheinen. Darum bin ich der Meinung, man sollte zunächst im eigenen Hause die nötigen Erfahrungen sammeln auch in bezug auf die Überwindung des Widerstandes gegen das unbekannte Neue, dem wir in den Reihen unserer Hausfrauen begegnen. Wenn sich dann bei der nachwachsenden Generation ein verstärkter Stromverbrauch zur Wärmeerzeugung einstellt, werden sich ganz von selbst die Tarife der Elektrizitätswerke dem Bedürfnis anpassen, ebenso die Kabelstärken. Man braucht ja nicht mit Großküchen zu beginnen, elektrische Kleingeräte passenden Umfanges tun es auch. Aber eigne Erfahrungen sind nötig, um mit Erfolg für die unzweifelhaft gute Sache werben zu können. (Zustimmung.)

Herr **Schickhardt:** Ich muß für die Hausfrauen eine Lanze brechen. Die Sorge, mit dem Haushaltgeld auszukommen, lastet auf dem guten Mittelstand. Rechnen wir einmal nach. Den Ausführungen des Herrn Vortragenden folgend, werden günstigsten Falles 1,1 kWh für den Kopf und Tag verbraucht. Das sind, um ein Beispiel zu nennen, bei mir, Mann, Frau und Tochter, also 3 · 1,130 gleich 100 kWh im Monat; oder eine Stromrechnung bei einer Grundgebühr von 3,60 (Zweiloch-Kochherd mit Bratröhre, 10 Brennstellen, Staubsauger, Plätteisen, Heizkissen, Tauchsieder, Strahlofen, Ventilator und Fön) + 100 kWh à 16 Pf, zusammen rd. 20 RM! Diesem Goldstück für Strom stehen an Gasverbrauch für Kochen und Herstellen des gesamten Heißwasserverbrauchs, aber ohne Bäder — weil Kohlenbadeofen vorhanden — 6 ... 8 RM im Durchschnitt gegenüber, das sind nur 12 ... 14 RM Unterschied. Bei unserer gesunkenen Lebenshaltung ist es aber für eine Familie durchaus nicht gleichgültig, ob jährlich auf Küchekonto 240 RM für elektrisches Kochen oder 72 bis 96 RM bei Gasbetrieb verauslagt werden. Sicher ist elektrisches Kochen schöner, vor allem ungefährlicher; aber letzten Endes entscheidet immer die mehr oder weniger gefüllte Börse.

Herr **Schüler:** Für viel wichtiger als einen etwaigen geringen Mehrverbrauch für Stromkosten halte ich den Umstand, daß sich in Norddeutschland in jeder Wohnung schon ein Gasherd befindet. Man steht also nicht vor der Frage, ob man sich einen Gasherd oder einen elektrischen Herd anschaffen soll, sondern der Gasherd ist schon da, und er steht sogar im Wege, wenn er nicht benutzt wird. Herr RITTER wies auf die Ersparnisse an Arbeitskraft hin. Das ist zwar sehr schön, aber ich weiß nicht, wie sich das in einem einfachen Haushalt auswirkt; man hat eine Frau und ein Dienstmädchen; kann man nun eine von beiden abschaffen? (Heiterkeit.)

Herr **Laufer:** Ich möchte noch auf eines aufmerksam machen: Die Belastung, die durch die Kochanschlüsse tatsächlich auftritt, wird zuweilen erheblich überschätzt. Man spricht von Anschlußwerten, von 3 kW, von 10 kW, Herr RITTER hat sogar 25 kW, das ist allerdings eine Ausnahme. Für das Problem sind aber nicht die Anschlußwerte, sondern die tatsächlichen Inanspruchnahmen für die Werksleitung maßgebend. Aus der Literatur Amerikas und der nordischen Länder habe ich entnommen, daß fast unabhängig von der Größe des Kochanschlußwertes der Höchstanteil je Herd ungefähr 0,7 kW beträgt. Das ist also nicht allzu tragisch. Dieser Wert ist zunächst maßgebend für die Leistung der Stromerzeugungszentrale; im Verteilungsnetz ist die Auswirkung des Belastungsausgleiches nicht ganz so günstig wie in der Zentrale. Ein guter Ausgleich wird aber auch hier noch dadurch eintreten, daß die Einzelbelastungen zu sehr verschiedener Zeit entnommen werden.

Herr **Steinhardt:** Die Ausführungen des Herrn LAUFER treffen ungefähr das, was ich bereits andeutete. Eine vollständige Küche hat allerdings einen Anschlußwert von 3 kW; aber nur in den seltensten Fällen werden gleichzeitig 3 kW abgenommen. Für Kochzwecke braucht man ein oder zwei Kochplatten von 600 bis 800 W; ferner benötigt man einen Bratofen, der aber nicht gleichzeitig benutzt wird. Es sind also etwa 40 bis 50 % des Anschlußwertes gleichzeitig in Betrieb und kommen für die Stromabnahme in Frage. Für den Anschlußwert aber war bis vor kurzem der volle Nennwert des Apparates maßgebend, sowohl hinsichtlich der Anschlußkosten wie der Kabel- und Zählerkosten.

Herr **Unbehauen:** Ich möchte den Herrn Vortragenden fragen, warum sich das sogenannte Schwedenmodell bei uns nicht eingeführt hat. Dieser Apparat würde sich angesichts unserer Tarifpolitik doch sehr empfehlen, da er in der Nacht aufgeheizt werden kann; er kann auch dann gebraucht werden, wenn unsere alten, schwachen Leitungen durch Licht usw. nicht belastet sind. Im Verbrauch ist er, soweit mir bekannt, sehr billig.

Herr **Laufer:** Das eine Hindernis für den Speicherherd ist sein Preis, das andere die Tatsache, daß er einen ständigen Wärmeverlust von 50 % hat, der kaum zu vermeiden ist. Man müßte also die Kilowattstunde zum halben Preis erhalten, um mit dem Speicherherd auf dieselben Kosten des elektrischen Kochens zu kommen wie mit Elektroherden ohne Speicherung. In Schweden mag



dies möglich gewesen sein, bei uns dürfte es sich nicht einführen lassen. Es kommt noch hinzu, daß der Speicherherd eine erheblich weitergehende Umstellung des Küchenbetriebes erfordert als der normale Elektroherd. Unsere Hausfrauen sind zu Umstellungen nur zu bewegen, wenn sie dadurch eine Verbesserung erreichen können, sie werden die durch den Speicherherd erforderlichen Umstellungen kaum als berechtigt ansehen.

Herr **Starck:** Von mehreren Vorrednern ist gesagt worden, daß einerseits von klein angefangen werden soll, und daß anderseits die Tarifverhältnisse der Berliner Werke dem Vorwärtskommen der elektrischen Kochtechnik hindernd im Wege ständen. Daß man klein anfangen muß, scheint mir nach dem, was bisher ausgeführt worden ist, richtig zu sein.

Hinsichtlich der Tarifpolitik möchte ich eine Bemerkung nicht unterlassen, die einen Irrtum zerstreuen soll. Der Tarif der Berliner Elekrizitätswerke kann den kleinen Küchenbetrieben nicht hindernd im Wege stehen; denn wir berechnen 1½ kW Anschlußwert bei der Festsetzung der Grundgebühr mit nur 30 W, also nur mit dem fünfzigsten Teil des tatsächlichen Wertes. Die Berechnung der Grundgebühr kann wohl nicht günstiger sein. Daß wir mit dem Tarif nicht allzu hoch stehen, geht auch daraus hervor, daß alle Kleinabnehmer in Berlin — ich glaube nicht, aus der Schule zu plaudern — im Durchschnitt einen Preis zahlen, der nur wenig über 20 Pf liegt. Andere Großstädte haben wesentlich höhere Tarife. Ich will damit nicht sagen, daß der Preis von 20 Pf je kWh das Ideal für die allgemeine Einführung der elektrischen Küche ist. Dennoch kann der jetzige Tarif kein Hindernis sein. In vielen Fällen kann der Tarif III, nach dem die kWh für Speicherzwecke während der Nachtzeit an Arbeitsgebühr nur 8 Pf kostet, nutzbringend angewendet werden. Und was mit 1½ kW alles anzufangen ist, wird Ihnen der Herr Vortragende noch sagen. Ich würde es begrüßen, wenn recht viele Heiz- und Kochgeräte, die 1½ kW gebrauchen, benutzt würden.

Herr **Bloch:** In den Großstädten, in denen Gas bereits zur Verfügung steht, dürfen wir uns, soweit die Strompreise nicht besonders niedrig sind, hinsichtlich des ausschließlich elektrischen Kochbetriebes in der Küche keinen Illusionen hingeben. Denn, wie schon Herr RITTER erwähnte, muß der Strompreis für 1 kWh etwa halb so groß sein wie der Gaspreis für 1 m³, wenn Gleichheit der Kosten für die elektrische und die Gasküche erreicht werden soll. Die Elektrizitätswerke mit dem bei uns allgemein üblichen Strompreise haben aber auch wohl kein so besonders großes Interesse daran, den Gaswerken das Kochen in der Küche abzunehmen. Denn sie befinden sich heute in einem sehr erfreulichen Aufschwung und können den bereits eingetretenen und noch zu erwartenden Zuwachs an Anschlüssen häufig kaum bewältigen. Insbesondere erscheint ein vermehrter Lichtverbrauch für sie entschieden einträglicher, da für die Lichtlieferung der Konkurrenzpreis für 1 kWh gegenüber dem Gas etwa viermal so hoch sein kann, wie für den Kochstrom. (Zuruf: Aber die Spitze!)

Die Spitzenbelastung der Elektrizitätswerke und der Belastungsfaktor sind trotz stark vermehrten Lichtabsatzes seit der Zeit vor dem Kriege nicht ungünstiger geworden.

Anders dagegen liegen die Verhältnisse auf dem Lande. Vielleicht können uns die Herren, die vom Lande kommen, hierüber einige Mitteilungen machen. In den meisten Fällen besteht auf dem Lande keine Konkurrenz durch das Gas, und die Vorteile des elektrischen Kochens treten da in voller Stärke hervor. Dort auf dem Lande muß das elektrische Kochen in erster Reihe eingeführt werden. Das ist insofern sehr wichtig, als die Gaswerke in letzter Zeit bemüht sind, die Gasfernversorgung auch auf das Land auszudehnen. Hierbei dürfte ihnen die Gaslieferung für die Küchen in erster Linie erstrebenswert sein. Es erscheint daher im Interesse der Überlandzentralen sehr erwünscht, das elektrische Kochen in ausgedehntem Maße auf dem Lande einzuführen. Denn wenn auf dem Lande elektrisch gekocht wird, ist es für die Gaswerke nicht mehr lohnend, ihre Leitungen bis in die Dörfer zu legen.

Herr **Laufer:** Zur Beantwortung der von Herrn Dr. BLOCH gestellten Frage bin ich zwar nicht zuständig. Ich möchte mich aber doch dazu äußern. Ich kann den Standpunkt über das elektrische Kochen in den Städten nicht teilen, besonders nicht die Bedenken dagegen. Im Laufe der Zeit werden immer mehr Leute dazu übergehen, elektrisch zu kochen. Es gibt doch sehr viele Familien, die heute noch mit Kohle kochen, und die kommen zunächst in Frage. Dann werden sich viele Leute die Vorteile des elektrischen Kochens zunutze machen wollen, auch wenn der Unterschied zwischen Elektrizität und Gas hinsichtlich Bequemlichkeit nicht so erheblich ist wie der zwischen Elektrizität und Kohle.

Bezüglich der Versorgung des platten Landes bin ich ohne Sorge, sofern die Elektrizitätswerke nur aus der Tatsache, daß das durchschnittliche Herdmaximum eine durchschnittliche Benutzungsdauer von — gelinde gesagt — etwa 2000 h im Jahre hat, die Konsequenz ziehen und das platte Land aufs Korn nehmen. Die Elektrizitätswerke leiden darunter, daß das investierte Kapital nicht verzinst werden kann, weil die Benutzungsdauer so gering ist. Gerade auf dem Lande sind darüber eingehende Untersuchungen vorgenommen worden. Sie erinnern sich wohl daran, daß man vor 1½ Jahren sehr große Hoffnungen auf die Einführung der Futterkocher gesetzt hat, gerade um die Benutzungsdauer des Maximums auf dem Lande zu steigern.

Vortragender: Da ich nicht hoffen konnte, Sie durch meine Ausführungen zu überzeugten Anhängern der elektrischen Küche zu machen, bin ich über den Verlauf der Diskussion nicht enttäuscht, wohl aber darüber, daß niemand die Gaswerke in Schutz genommen hat. Ich hatte mich darauf besonders vorbereitet. (Heiterkeit.)

Herrn SCHICKHARDTS Ausführungen haben mich um so mehr erstaunt, als er ja selbst elektrische Heiz- und Kochgeräte verkauft. Bei seiner Rechnung hat er drei Fehler gemacht:

1. Die Verbrauchsangabe von 1,1 kWh für den Tag und Kopf ist der Tabelle von Landesbaurat SCHÖNBERG entnommen und stellt nicht den günstigsten, sondern den ungünstigsten Durchschnitt dar. Der günstigste Durchschnitt beträgt 0,7 kWh je Tag und Kopf, und zwar für Küche, Heißwasserversorgung und Beleuchtung.

2. Diese Werte stellt Herr SCHICKHARDT irrtümlich den reinen Ausgaben für das Kochen mit Gas ohne Beleuchtungskosten gegenüber.

3. Die Grundgebühr beträgt für die von Herrn SCHICKHARDT angegebenen Geräte, die zum größten Teil nichts mit der Küche zu tun haben, 0,80 RM und nicht 3,60 RM. Der von Herrn SCHICKHARDT angegebene Anschlußwert kostet weiter 0,8 RM. Stellt man hiernach die SCHICKHARDTsche Rechnung richtig, so ergibt sich für die elektrische Küche eine Ausgabe von $(3 \times 0{,}7 \times 30 \times 0{,}16) + 0{,}8$ RM $= 10{,}88$ RM gegenüber 6,80 bzw. 8,80 RM für Gas und Grundgebühr für elektrische Beleuchtung. Hierzu käme noch der Energieverbrauch für die elektrische Beleuchtung. Die Mehrkosten betragen also im Monat 2,08 ... 4,08 RM und nicht 12 ... 14 RM, wie Herr SCHICKHARDT angibt. Dabei ist jedoch die Beleuchtung noch in Abzug zu bringen. Dieser Rechnung ist ein Preis von 0,16 RM nach Berliner Tarif zugrunde gelegt. In Frankfurt a. Main oder Stettin bei 0,10 RM/kWh würde die Küche nur 7,10 RM erfordern. Das elektrische Kochen ist daher nicht nur — wie Herr SCHICKHARDT zugibt — schöner und ungefährlich, sondern auch erschwinglich; es entscheidet nicht die mehr oder weniger gefüllte Börse, sondern der Tarif und die Frage, wie hoch man die ersparte Arbeitszeit und das ersparte Kochgut bewerten will. Die Verkäufer von elektrischen Heiz- und Kochgeräten haben aber viel weniger Schuld an derartig irrigen Auffassungen als die Fabrikanten und Eltwerke selbst. Keiner sagt: Wir sollten bei uns selbst anfangen! Also, beginnen wir mit der Propaganda bei unseren eigenen Angestellten und geben wir ihnen elektrische Geräte in die Hand; der Erfolg nach außen wird dann sicher nicht ausbleiben.

Einige Herren haben auf meinen elektrischen Herd mit 25 kW Anschlußwert hingewiesen; vergessen Sie aber nicht, daß ich vor 21 Jahren auch klein angefangen habe. Als kleiner Beamter mit 250 RM Monatseinkommen habe ich schon elektrisch gekocht. Ich hatte damals 6 bis 7 Einzelgeräte, die an eine Schalttafel mit 4 Steckdosen angeschlossen wurden. Elektrische Leitungen lagen nicht im Hause, ich habe sie mir erst selbst legen lassen müssen, ebenso wie die Leitung für die Beleuchtung. Einige Tage nach Inbetriebnahme der Kochgeräte konnte ich schon feststellen, daß die Ausgaben für Elektrizität nicht so schlimm sind. Man kann nacheinander diesen und jenen Apparat kaufen, um so mehr, als die Elektrizitätswerke heute die Anschaffung elektrischer Geräte sehr begünstigen. Den großen Herd habe ich nicht zu meinem Vergnügen, sondern zu wirtschaftlichen und persönlichen Versuchszwecken. Ebenfalls zu Kochversuchen habe ich eine ansehnliche Gasreserve. Ich habe nur Angst, sie zu benutzen, nachdem mir bereits einmal Teile der Gasabteilung um die Ohren geflogen sind. (Heiterkeit.)



Die Herren UNBEHAUEN und STEINHARDT haben sich mit der Tarifpolitik der Elektrizitätswerke beschäftigt und bei mir einen kleinen Vorstoß gegen die Werke vermißt. Der Grund liegt darin, daß es jetzt dieses Anstoßes nicht mehr bedarf. Herr Dr. STARCK von der BEWAG hat zum Teil auf die Anspielungen erwidert. Aber er hat vergessen, zu sagen, daß der günstige Tarif erst seit dem 1. I. gilt. (Herr Dr. STARCK: Seit dem 12. XII.) Also seit vier Wochen! Wir haben jetzt ebenfalls Tarife, mit denen wir arbeiten können. Ich wehre mich aber dagegen, daß der Preis für die Kilowattstunde allein ausschlaggebend sein soll. Denn ich habe nachgewiesen, daß der Heizmittelverbrauch kaum eine Rolle spielt und daß die ausschlaggebenden Faktoren die Kochgut- und Bedienungskosten sind.

Wenn man die heutige Diskussion oberflächlich verfolgt, könnte man meinen, daß die Elektrowärme am Anfang ihrer Entwicklung steht. Dabei sind in Deutschland 30 Millionen elektrischer Heiz- und Kochgeräte in Gebrauch; das heißt: jeder zweite Deutsche hat ein elektrisches Heiz- oder Kochgerät. Und jedes Jahr kommen 3 Millionen hinzu. Die bezweifelte Fähigkeit unserer Damen, derartige Geräte richtig zu benutzen, ist also schon vorhanden, und wir Herren beteiligen uns ebenfalls gern daran, nur die Anschaffungskosten möchten viele von uns anderen überlassen.

Herrn ALVENSLEBEN danke ich sehr für seine Ausführungen über die Sicherheitsfrage. Seine Zahlen decken sich mit den meinigen.

Herr BAUMANN hat die Frage des indirekten Kochens angeschnitten. Man läßt dabei Wasser unter einer Haube verdampfen, so daß sich ein Dampfmantel bildet, der die Wärme den Obertöpfen zugeführt. Die Bedeutung dieser Kochweise habe ich schon bei Besprechung der Schönbergschen Tabelle angeführt.

Der Wirkungsgrad des Sevesherdes ist mit 50 % zu günstig angegeben. Bei normaler Benutzung liegt er bei 20 ... 30 %. Er hat weiter den Nachteil, daß am Abend, wenn man den Hauptwärmebedarf hat, der Speicher häufig seine Wärme abgegeben hat, der Herd aber nicht mehr betriebsfähig ist.

Herr KROHNE sagt, wir sollten klein anfangen und allmählich zu größeren Geräten übergehen. Sie haben ja schon alle klein angefangen, wie die 30 000 000 elektrischer Heiz- und Kochgeräte in Deutschland beweisen. Nun machen Sie noch einen Schritt weiter und ergänzen Sie Ihre Geräte zunächst zu einer Sommerküche. Ein kleiner Küchenherd kostet 60 RM; Bratöfen 60 ... 80 RM. Diese Preise sind nicht unerschwinglich. Gerade die kleinen Volksherde bringen der Industrie und den Elektrizitätswerken den Massenumsatz.

Herr LAUFER gibt die Durchschnittsbelastung der Kochherde mit 0,7 kW an. Das ist richtig. Ich hatte schon darauf hingewiesen, daß der Anschlußwert im normalen Haushalt etwa 40 ... 50 % des maximalen Anschlußwerts beträgt. Wenn man einen Herd mit einem Anschlußwert von 2 kW hat, kommt man im Durchschnitt mit 1 kW aus. Aus der zeitlichen Verschiebung des Kochens in den verschiedenen Haushaltungen sinkt die Durchschnittsbelastung auf den von Herrn LAUFER angegebenen Wert.

Herr Dr. STARK fragt, welche Geräte man mit 1,5 kW betreiben kann. Ich möchte allgemein erwidern: Ich kann mir für den normalen Haushalt kaum ein Gerät denken, das man nicht mit 1,5 kW betreiben kann.

Herr Dr. BLOCH hat einige neue Momente gebracht. So sagt er, daß die Belastungsspitze der Berliner Elektrizitätswerke nichts zu bedeuten hätte. Ich habe bisher immer das Gegenteil gehört. Der letzte Vortrag des Herrn Direktor REHMER hat gezeigt, zu welchen Hilfsmitteln man greifen will, um diese Schwierigkeit zu überwinden: ich erinnere nur an das kostspielige Projekt eines Wasserkraftwerkes mit Pumpstation an der Havel.

Dann hat uns Herr Dr. BLOCH auf das platte Land verwiesen. Wir machen das nicht mit; wir bleiben in der Stadt; da gibt es sehr viele Menschen, die wirtschaftlich nicht so abhängig von der Ernte sind wie das platte Land. Vor der Ferngasversorgung haben wir keine Angst; lassen Sie nur einige weitere Unfälle eintreten und helfen Sie mit, daß die Ursachen nicht vertuscht werden können. Dann warten Sie, bis sich die Kosten für die Unterhaltung auswirken werden! Es wird sich zeigen, ob die Ferngaswerke das Gas zu einem Preise liefern können, der für uns bei vernünftiger Tarifpolitik unerreichbar ist.

Daß die Elektrizitätswerke künftig eine vernünftige Tarifpolitik treiben, ist ebenso die Voraussetzung für die heutigen Ausführungen gewesen, wie die Forderung an die Industrie, weiterhin zuverlässige und preiswerte Geräte zu schaffen.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

PERSÖNLICHES.

H. Grünholz †. — Am 16. Juni starb der durch seine Arbeit über „Energieschwingungen in Elektromaschinen"[1] und das erst kürzlich erschienene Werk über die „Theorie der Wechselströme" bekannt gewordene Dr.-Ing. Hans Grünholz in Berlin. Im Jahre 1887 geboren, war der Verstorbene Absolvent der Wiener Hochschule, erwarb außerdem das Charlottenburger Diplom und promovierte 1924 in Darmstadt mit Auszeichnung. Ein selten befähigter und vielseitiger Theoretiker, vereinigte er in glücklicher Weise die physikalische Anschauung mit der wissenschaftlichen Erfassung von Problemen. Er begann seine Praxis 1911 an der Bahnabteilung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. Maffei Schwarzkopff und W. Lahmeyer in Frankfurt waren weitere Stationen. Der Übergang in den Hochschulberuf als etatsmäßiger Assistent bei Geheimrat Rößler in Danzig wurde durch die Teilnahme am Kriege unterbrochen. Fachgenossen und Freunde trauern um einen bescheidenen Arbeiter und einen Menschen, der allgemeine Achtung verdiente.

[1] Arch. El. Bd. 2, S. 533.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der „Edel-SKA-Motor".

Herr L. SCHÜLER hat unter obiger Überschrift dem „Edel-SKA-Motor" in der ETZ 1928, S. 573, eine Erörterung gewidmet und begründet seine Auffassung etwa folgendermaßen: Es ist zwar richtig, daß der Heemafmotor bei Vollastanlauf keine höhere Stromspitze hat, als sich aus § 22 der Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern (R.E.A.) für Schleifringmotoren mit verbandsnormalen Anlassern ergibt. Diesen Paragraph darf man aber beim Vergleich des Heemafmotors mit dem Schleifringmotor nicht heranziehen, weil die R.E.A. nicht für Motoren, sondern für Anlasser maßgebend sind. — Soweit der Gedankengang von Herrn SCHÜLER.

Nun wird aber der Schleifringmotor nie ohne Anlasser benutzt. Die obengenannte Behauptung mag also vielleicht juristisch richtig sein, dem Praktiker aber ist es einerlei, ob die Spitze vom verbandsnormalen Motor oder vom verbandsnormalen Anlasser herrührt. Der Vorwurf, daß die Beweisführung der Heemaf spitzfindig sei, ist darum unbegründet; man könnte eher Herrn SCHÜLER vorwerfen, daß er nicht auf den Sinn, sondern nur auf die Buchstaben der Bestimmungen achtet. Man braucht übrigens in der Broschüre nur „Heemafmotor mit Walzenbahnanlasser" statt „Heemafmotor", und „Schleifringmotor mit verbandsnormalem Walzenbahnanlasser" statt „Schleifringmotor" zu lesen, um von selbst auf diesen Gedanken zu kommen. Man darf nicht annehmen, daß die verhältnismäßig hohe Stromspitze nur zufällig in den § 22 hereingekommen sei. Dieser Paragraph ist tatsächlich aus der Praxis hervorgegangen. Der Grund des sich daraus ergebenden relativ hohen Wertes der zulässigen Stromspitze liegt letzten Endes beim Schleifringmotor, dessen Eigenart unter Berücksichtigung aller praktischen und wirtschaftlichen Umstände keine bessere Lösung des Anlaßproblemes ermöglicht.

Die Tatsache, daß beim „Edel-SKA-Motor" (beim normalen SKA-Motor kommt nur eine Umschaltung in Frage) mehrere Umschaltstöße statt nur des einen bei der Sterndreieckschaltung auftreten, gibt Herrn SCHÜLER Veranlassung zu dem Vergleich mit dem Manne, der seinem Hund den Schwanz stückweise abschnitt, weil es ihm auf einmal zu weh tun würde. Das in Abb. 1 dargestellte Oszillogramm[1] zeigt, daß diese Operation hier ziemlich schmerzlos vor sich geht, wie auch verständlich ist, da die

[1] Bezügl. der Versuchsbedingungen bei der Aufnahme des Oszillogramms ist zu bemerken, daß das Belastungsdrehmoment während des ganzen Anlaufs bis auf 1 % konstant gehalten wurde, indem der Ankerstrom der direktgekuppelten fremderregten Belastungsdynamo mittels eines Schnellreglers auf konstanten Wert geregelt wurde.

neu hinzugekommenen Umschaltungen bei kleiner Spannung stattfinden. Das Eisen ist dadurch nicht, wie bei der Sterndreieckschaltung, gesättigt, und infolgedessen entstehen keine gefährlichen Überströme.

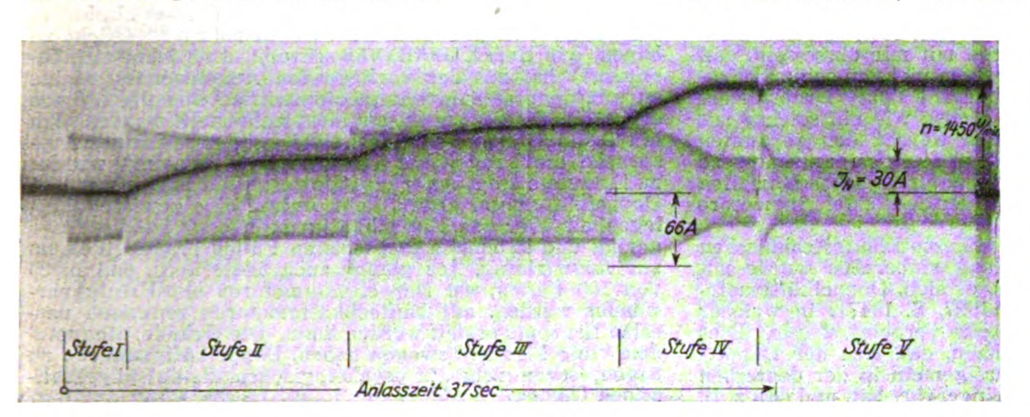


Abb. 1. Strom und Drehzahl bei Vollastanlauf des Edel-SKA-Motors Nr. 607 544, nach Prüfbericht der P. T. R.

Wie könnte es auch sonst sein, daß man z. B. beim Brunckenmotor, der auch mit Ab- und Umschaltung von Wicklungsteilen arbeitet, niemals von diesem Übel gehört hat? Selbst der Schleifringmotor hat beim Einschalten eine höhere Eisensättigung und eine höhere Schaltstromspitze als der Heemafmotor in den neu hinzugekommenen Schaltstufen.

Herr SCHÜLER schließt seine Erörterungen mit einer Betrachtung des Stillstandes, wobei auch die Reibung der Ruhe zu überwinden ist. Hierfür gibt Herr SCHÜLER folgende Zahlen:

1. Beim Heemafmotor 100 % Anzugsmoment bei 220 % Strom.
2. Beim Schleifringmotor 160 % Anzugsmoment bei 160 % Strom.

Diesen Angaben muß natürlich widersprochen werden. Sie entbehren, was den Heemafmotor anbetrifft, jedes Grundes, und in der Broschüre, auf welche Herr SCHÜLER sich bezieht, ist keine einzige Angabe enthalten, auf welche sie sich stützen.

Zu Punkt 1 werden in Abb. 2 die von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Berlin-Charlottenburg, aufgenommenen Strom- und Drehmomentkurven eines 15 kW-Heemafmotors veröffentlicht. Aus diesen Kurven ist klar und deutlich ersichtlich, daß nicht 100 % Drehmoment bei 220% Strom, sondern 120 % Drehmoment bei 190 % Strom entwickelt werden.

Zu Punkt 2 muß ich darauf hinweisen, daß sich die 160 % Anzugsmoment beim Schleifringmotor auf den theoretischen Fall beziehen, wobei die Widerstände der drei Läuferphasen unter sich gleich groß sind. Allgemein wird aber die verbandsmäßige *UVW*-Schaltung angewandt, wobei die Phasen eine nach der anderen umgeschaltet werden und wobei also die Widerstände unter sich verschieden groß sind. Die Ständerströme sind dann im Stillstand auch verschieden groß, und zwar ist bei normalen Verhältnissen der größte Strom 20 ... 25 % größer als beim symmetrischen Läufer. Mit anderen Worten: der Schleifringmotor hat etwa 130 % Anzugsmoment bei 160 % Strom.

Abb. 2. Strom- und Drehmomentkurven des Edel-SKA-Motors Nr. 607 544 für die 5 Stufen des Anlaßschalters, nach Prüfbericht der P. T. R.

Im letzten Absatz von Herrn SCHÜLERS Aufsatz heißt es: „ein Motor mit 100 % Anlaufdrehmoment (d. h. der Hee-

mafmotor) wird zwar in vielen Fällen anlaufen, ein solcher mit 160 % Drehmoment (d. h. der Schleifringmotor) aber in allen Fällen". Nach Vornahme der erwähnten Berichtigungen in den Ziffern lautet der Satz: „Ein Motor mit 120 % Anlaufdrehmoment wird zwar in vielen Fällen anlaufen, ein solcher mit 130 % Drehmoment aber in allen Fällen." Man wird mit mir einig sein, daß der Satz durch diese Berichtigungen viel von seiner Wirksamkeit verloren hat. Ein Motor mit 120 % Drehmoment läuft auch in allen Fällen an, ebenso wie ein solcher mit 130 % Drehmoment. Die meisten werden den genannten unwesentlichen Unterschied kaum als eine angemessene Gegenleistung zu den mannigfachen praktischen Vorteilen der Bauart des Käfigmotors über den des Schleifringmotors betrachten.

Es ist kaum ein Jahr her, daß vom Elektrotechnischen Verein Berlin eine Versammlung einberufen wurde mit dem Diskussionsthema: „Lohnt es sich, Doppelkäfigmotoren zu bauen?" (siehe ETZ 1927, S. 1347), in welcher die gestellte Frage aufs heftigste verneint wurde. Dies hat aber nicht verhindern können, daß sich der Doppelkäfigmotor der Heemaf heute allgemein in der deutschen Industrie und Landwirtschaft eingeführt hat, und daß z. B. die AEG und andere Firmen dem von der Heemaf eingeschlagenen Weg folgen.

Ich zweifle nicht daran, daß der jetzt von derselben Seite wie damals erfolgte Angriff die Entwicklung und Verbreitung des neuen Doppelkäfigmotors für Vollastanlauf ebensowenig aufzuhalten vermag, wie der damalige Angriff es bei der Ausführung für ¾ Last vermocht hat.

Hengelo (Holland), 1. V. 1928.

H. A. W. Klinkhamer.

Erwiderung.

Zu den obigen Ausführungen bemerke ich folgendes:

1. Herrn KLINKHAMER ist es auch jetzt noch nicht klar geworden, daß die R.E.A. mit den Bedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke nichts zu tun haben. Die R.E.A. sind nichts weiter als eine durch den VDE sanktionierte Vereinbarung zwischen den Herstellern und Verbrauchern von Anlassern. Wenn z. B. ein Hüttenwerk einen Walzenanlasser zu einem Kranmotor anschafft, so muß und kann es zufrieden sein, wenn beim Anlassen der 2,1fache Anlaßspitzenstrom auftritt. Wenn dagegen ein an ein städtisches Elektrizitätswerk angeschlossener Fabrikant einen Walzenanlasser bestellt, so wird er bei der Bestellung darauf hinweisen müssen, daß bei der Abstufung des Anlassers die Anschlußbedingungen zu beachten sind. Wäre die Anwendung eines Walzenanlassers (oder Walzenumschalters wie beim Edelmotor!) ein Freibrief für höheren Anlaufstrom, so wäre bei allen Käfigmotoren beliebiger Größe der 2,1fache Anlaufstrom zulässig, wenn ein Ständeranlasser oder Sterndreieckschalter mit Schaltwalze verwendet wird. Das wäre ja recht erfreulich, wird aber von den Elektrizitätswerken kaum gutgeheißen werden!

2. Was das „Schwanzabhacken" betrifft, so habe ich mit dem durch den Feldaufbau bedingten wiederholten Einschaltstoß gar nicht gerechnet, so daß der Hinweis auf die geringe Sättigung bei den ersten Stufen gegenstandslos ist. Selbst ohne Berücksichtigung dieser zusätzlichen Spitze tritt beim Anlassen des Edelmotors ein Stromstoß von 0 auf 220 % dreimal auf, was doch jedenfalls kein Vorteil ist.

3. Den Hinweis auf die *UVW*-Schaltung beim Schleifringmotor kann ich nicht ernstnehmen. Auf diese, doch keineswegs allgemein gebräuchliche Schaltweise kann man leichten Herzens verzichten, wenn man ein möglichst hohes Drehmoment bei möglichst niedrigem Strom erreichen will.

4. Es ist richtig, daß der Edelmotor auf Stufe II bei $n = 0$ 120 % Drehmoment (abzüglich Reibung) bei 190 % Strom besitzt. Beim Übergang von einer Stufe zur anderen muß man, wie die Versuche mit Sterndreieckschaltern gezeigt haben, mit wenigstens 100 U/min Drehzahlabfall rechnen; man kommt dann beim Übergang von Stufe II auf III auf 225 % Spitzenstrom, bei III auf IV und IV auf V auf je 220 % Spitzenstrom. Das Verhältnis von Anfahrmoment zum höchsten Spitzenstrom während des Anlaufs ist also $\frac{120\,\%}{225\,\%} = 0{,}53$.

Führen wir beim Schleifringmotor die analoge Überlegung durch, so erhalten wir bei 160 % Spitzenstrom etwas mehr als 160 % Drehmoment, weil der Leistungsfaktor bei 160 % Strom größer ist als bei 100 %; man kann mit wenigstens 165 % Anfahrmoment rechnen. Dies gibt ein Verhältnis von $\frac{165}{160} = 1{,}03$, also etwa doppelt so günstig als beim Edelmotor. Dazu kommt noch, daß beim Schleifringmotor nur einmal ein Stromstoß von 0 auf 160 % und dann nur noch von 100 auf 160 % auftritt, beim Edelmotor dagegen einmal von 0 auf 190 % und dann dreimal von 0 auf 220 %. Der Wahrheitsbeweis für die behauptete Gleichwertigkeit ist also nicht erbracht!

5. Die Aussprache im EV über das Thema: „Lohnt es sich, Doppelkäfigmotoren zu verwenden?" (Nicht zu bauen, wie Herr KLINKHAMER schreibt, das lohnt sich bestimmt!) hat mit der vorliegenden Angelegenheit nichts zu tun, denn damals war ja die strittige Behauptung von der Firma Heemaf noch gar nicht aufgestellt worden. Ich bin übrigens nicht der Ansicht, daß bei der damaligen Aussprache die Frage „auf das heftigste verneint" wurde; m. E. lautete die Antwort auf die gestellte Frage etwa: Der Doppelkäfigmotor besitzt beim Anlauf eine gewisse Überlegenheit über den Einfachkäfigmotor, doch ist diese nur gering und kommt in den meisten Fällen praktisch kaum zur Auswirkung. Ich glaube auch heute noch, daß in 90 von 100 Fällen, wo Doppelkäfigmotoren mit Erfolg verwendet werden, mit Einfachkäfigmotoren praktisch dasselbe Ergebnis erzielt werden kann. Die Gründe, die trotzdem viele Firmen bewogen haben, Doppelkäfigmotoren zu bauen, liegen mehr auf psychologischem als auf physikalischem Gebiet.

Berlin, 6. V. 1928. L. Schüler.

Nachschrift:

Bei Niederschrift des Obigen lag mir das von der Heemaf jetzt eingesandte Oszillogramm (Abb. 1) noch nicht vor. In diesem fällt auf, daß der Übergang von einer Stufe zur anderen unterbrechungslos stattfindet. Wenn dies der Fall ist, so tritt natürlich der oben unter 4. vorausgesetzte Drehzahlabfall nicht auf, und die Spitzenströme werden dementsprechend geringer. Es wäre aber sehr interessant, zu erfahren, in welcher Weise die unterbrechungslose Wicklungsumschaltung erreicht wird. Meines Ermessens ist diese mit Einrichtungen, deren Kosten innerhalb des üblichen Rahmens liegen, nicht möglich.

Berlin, 1. VII. 1928. L. S.

LITERATUR.

Besprechungen.

Das Kraftwerk Wäggital. Populär-techn. Darstellung d. Anlagen. Von E. Bütikofer, unter Mitwirkung d. A.-G. Kraftwerk Wäggital, Zürich. Mit 52 Textabb. u. 81 S. in 8°. Verlag von Vogt-Schild, Solothurn 1926. Preis 2 Fr.

Planung und Bau des Wäggitalwerkes südlich des Züricher Sees erregten seinerzeit Aufsehen, zum Teil deshalb, weil das Dorf Innertal mit 35 Heimwesen dem zu schaffenden großen Stausee weichen mußte. Eine Staumauer von mehr als 100 m Höhe war zu errichten, zwei Gefällstufen von zusammen 457 m Höhe und 160 000 PS größter Leistung waren auszubauen, und diese Maschinenanlagen sollen nur im Winter Kraft liefern, während im Sommerhalbjahr das Wasser aufgestaut, zum Teil aufgepumpt wird. In leichtverständlicher Darstellung führt Ing. Bütikofer die Geschichte und den Zweck sowie die Ausgestaltung und Ausrüstung dieser Anlagen, namentlich auch den fesselnden Bauvorgang an der großen Betonstaumauer, vor Augen, ohne sich in Einzelheiten zu verlieren. Die Nöte der verdrängten Bevölkerung sind breiter behandelt. Der Überblick über das Ganze ist lückenlos, die Kartenskizzen und zahlreichen Ansichten sind gut, desgleichen Papier und Druck. Das volkstümliche Schriftchen ist geeignet, in weite Kreise Verständnis für Energiewirtschaft und Wasserkraftanlagen zu tragen.

v. Troeltsch.

Electric rectifiers and valves. Von Prof. Dr.-Ing. A. Güntherschulze. Übers. v. A. de Bruyne. Mit 94 Textabb., VIII u. 212 S. in 8°. Verlag von Chapman & Hall, Ltd., London 1927. Preis geb. 15 sh.

Das Buch ist eine ziemlich getreue Übersetzung der deutschen Ausgabe 1925 des Güntherschulzeschen Buches „Elektrische Gleichrichter und Ventile", ausführlich gewürdigt in dieser Zeitschrift 1925, S. 1966. Das Vorwort des Übersetzers läßt größere Änderungen und Ergänzungen erwarten, als tatsächlich vorgenommen sind. Zwei Jahre sind für eine so rasch fortschreitende Technik immerhin bedeutsam, so daß manche Angaben über Konstruktion und Theorie heute schon nicht mehr der letzten Entwicklung entsprechen; sogar kleine Unstimmigkeiten der deutschen Ausgabe, auf die s. Z. in der Besprechung hingewiesen wurde, sind unverändert übernommen worden. Einige spezifisch englische Konstruktionen sind vom Übersetzer hinzugefügt, so z. B. ein englischer Tantal-, ein Trockenplattengleichrichter, ein Röhrenvoltmeter, dagegen sind die Fabrikate der englischen Glasgleichrichter-Fabrik



„Hewittic“, die in London, Birmingham und anderen Orten Glasgleichrichter-Anlagen eigener Konstruktion bis zum Umfang mehrerer 1000 kW ausgeführt hat, mit keinem Worte erwähnt. Einen Überblick über die derzeitige englische Gleichrichtertechnik fügt die englische Ausgabe also nicht hinzu.

Die gediegene Ausstattung des englischen Buchdruckes ist dem Werk sehr zugute gekommen, durch Unterteilung in Kapitel und Verteilung der Abbildungen im Text hat die Übersichtlichkeit gewonnen.

Dr. K. Norden.

Les moteurs à courants alternatifs. Les moteurs d'induction. Les moteurs à collecteur. Théorie, calcul, construction, applications. Von L. Lagron. Mit 211 Textabb. u. 429 S. in 8⁰. Verlag von Albert Blanchard, Paris 1927. Preis geh. 25 Fr.

Die ersten 13 Kapitel des Buches bringen zunächst eine sehr umfassende und klare Behandlung der asynchronen Induktionsmotoren und ihrer Wirkungsweise. Dieser Teil ist gut und nach neuzeitlichen Auffassungen geschrieben in der Weise, wie wir diese Motoren in den Arbeiten z. B. von Arnold behandelt finden. Nach einer eingehenden theoretischen Entwicklung von Formeln und Konstanten zur Berücksichtigung der Einflüsse der Reaktanzen, der Nutungen usw., finden wir eine übersichtliche Behandlung der Verluste in den Motoren, der zusätzlichen Verluste, Erhitzung und Wirkungsgrade. Danach behandelt das Buch die verschiedenen bekannten Diagramme, den Anlauf, auch für Einphasenmotoren. Es werden dann Versuche an Motoren beschrieben und die Trennung der Verluste erläutert. Die Berechnung eines Motors wird gezeigt, ferner Ausführungen von Konstruktionen und Ventilation, Anwendungen als Motor oder auch als Generator und das Verhalten in Kaskadenschaltung.

Die Kapitel 14 und 15 behandeln Kollektormaschinen. Sie geben eine übersichtliche Zusammenstellung der bisher bekannten mehr- und einphasigen Kollektormotoren mit Erläuterungen ihrer Wirkungsweisen. Die Kompensierung von Anlagen wird behandelt, sowohl durch Kondensatoren, Synchronmaschinen und synchronisierte Motoren als auch durch selbstkompensierende Kollektormotoren und durch Motoren mit Kompensator oder mit mehrphasiger Erregermaschine. Schließlich sind die unter- und übersynchronen Drehzahlregelungen von Motoren mit Kollektormaschinen in Kaskadenschaltung beschrieben.

Nicht erwähnt sind die für ein- und mehrphasige Motoren und Maschinen im allgemeinen, insbesondere für solche durch Bürstenverstellung regelbaren, bei niederen Spannungen am Kollektor übliche Anwendung harter und schmaler Bürsten, die Verbindungen hohen Ohmschen Widerstandes zwischen Lamellen und Ankerwicklung und dgl. Hilfsmittel, welche dann einerseits in diesen Fällen zu den bekannten relativ großen Abmessungen der Kollektoren führen, und anderseits auch zu erheblich größeren Verlusten als z. B. in Gleichstrommaschinen. Unter den bei Gleichstrommaschinen üblichen ähnlichen Verbesserungen im Verhalten der Kollektoren ist die Wirkung der Kompensationswicklung im Einphasen-Serienmotor erläutert, für welche insbesondere in den bekannten Arbeiten von Richter besondere Anordnungen zur Erzielung vollkommener Wirkungen in gewissen Bereichen der Drehzahl behandelt wurden, und auch für Kaskadenschaltung mit Asynchronmotoren die Verwendung von Maschinen mit ausgeprägten Polen und Wendepolen, also der Bauart von Scherbius entsprechend. Diesem wäre vielleicht noch hinzuzufügen die bekannte Anbringung von Wendepolwicklungen in Kompensatoren auf dem sonst unbewickelt bleibenden Ständer dieser Maschinen, auch in den sogenannten fremderregten Erregermaschinen nach Siemens-Schuckert die Ausführung ihrer Ständerwicklung als Kompensationswicklung und Erregung des Feldes vom Anker aus, welcher zu diesem Zwecke drei Schleifringe trägt, denen der Erregerstrom durch Transformator vom Netz aus zugeführt wird, und schließlich die in neuerer Zeit von Heyland eingeführte Ausbildung der Ständerwicklung mit ⅓ Polschritt[1], die bei geeigneter Wahl der Verhältnisse im Anker und entsprechend eingestellten Bürsten eine Überlagerung vollkommener Wendefelder zum Drehfelde zur Wirkung hat und gleichzeitig unter Fortfall sonstiger besonderer Wendefeldwicklungen zu einer Ständerwicklung in diesen Maschinen führt, die infolge ihres kurzen Wicklungschrittes auch noch einfacher wird als eine normale Mehrphasenwicklung für die gleiche Polzahl.

Schmidt.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 885.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Konzentrationsbewegung in der englischen Elektroindustrie. — Nach einem Bericht der Frankf. Zg.[1] müßte eine Neuorganisierung der englischen Elektroindustrie zum Zweck einer soliden nationalen Zusammenarbeit und demnächst einer internationalen Verständigung auf diesem Gebiet drei entscheidende Faktoren berücksichtigen: Die unter Leitung von Sir Hugo Hirst stehende General Electric Co., Ltd., die von F. Dudley Docker kontrollierten Gesellschaften und die Interessen der amerikanischen General Electric Co. Den beiden ersten, in scharfem Wettbewerb stehenden Gruppen gesellt sich als dritter Konkurrent die 1919 gegründete English Electric Co. zu. Der Farben- und Lackfabrikant Docker ist im Laufe der Jahre ein Finanzier großen Stils geworden, der vor dem Kriege u. a. besonderes Interesse an der Metropolitan Carriage, Wagon and Finance Corporation genommen hatte, dann durch deren Verkauf mit dem Vickers-Konzern in Verbindung trat und nach Annahme des Berichterstatters auch beim Übergang eines Aktienpakets der Metropolitan Vickers Electric Co. an die amerikanische General Electric Co. mitgewirkt hat. Er sieht, so sagt die Frankf. Zg., die große Zukunftschance der Elektroindustrie, und das Resultat seiner Verständigung mit den Amerikanern sind Verhandlungen der Metropolitan Vickers und der British Thomson-Houston Co. über eine engere Gemeinschaftsarbeit. Letzterer folgen dabei die Edison Swan Electric Co. und Ferguson & Parlin. Das so der Verwirklichung näher gerückte Problem eines Zusammenschlusses wird aber schwieriger, sobald man auch die sehr starke und individuelle englische General Electric Co. in die Kombination einbeziehen will, wenn Hirst auch eine Verbindung der englischen Unternehmungen, als Vorstufe eines Zusammengehens mit Amerika und Deutschland auf den internationalen Märkten, vielleicht für nützlich oder sogar nötig erachtet. Neben der auf etwa 16 Mill. £ anzusetzenden Kapitalmacht der übrigen Unternehmungen, hinter der überdies die gewaltigen Hilfsmittel der amerikanischen General Electric Co. ständen, würden sich zwar die rd. 10 Mill. £ der Hirstschen Gesellschaft fast bescheiden ausnehmen, doch ist der innere Wert ihres Kapitals nach Ansicht des Berichterstatters deshalb wesentlich größer, weil höchstens ein Drittel davon für Starkstromzwecke, dagegen zwei Drittel für Schwachstromtechnik bzw. Massenproduktion angelegt sind, wo sehr erheblich verdient werden kann. Außerdem verfügt die englische General Electric Co. über eine überragende Handels- und Verkaufsorganisation. Bei dieser Sachlage mußten Verhandlungen über ein intimes Zusammengehen sehr bald auf ernste Schwierigkeiten stoßen; sie sind denn auch dem Bericht zufolge vorläufig abgebrochen worden.

Bei dieser Gelegenheit sei zu dem in der ETZ 1928, S. 380, erwähnten Fall Stockport berichtigend festgestellt, daß die Verwaltung dieser Stadt schließlich doch die Dampfturbine bei Escher, Wyss & Cie. bestellt hat und die A. G. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz), von dieser Firma mit der Lieferung des 20 000 kW-Generators (3000 U/min) beauftragt worden ist. Die in der damals erwähnten Broschüre der „Beama“ enthaltene Behauptung von der geringeren Wirtschaftlichkeit ausländischer Maschinen hat sich nach Berichten der angeschuldigten Stadtverwaltungen, wie zu erwarten war, als den Tatsachen durchaus nicht entsprechend erwiesen.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[2]. — Die Zahlentafel zeigt, daß innerhalb des Tarifunterabschnitts 18 B im Mai 1928 die Einfuhr gegen den Vormonat (6616 dz bzw. 2,812 Mill. RM) um 1626 dz und 0,689 Mill. RM, d. h. um 24 % zugenommen hat. Ebenso ist die Ausfuhr, die im April 108 711 dz bzw. 35,940 Mill. RM ausmachte, um 9429 dz, d. s. 9 %, und um 0,381 Mill. RM oder 1 % gestiegen. Die im Export einbegriffenen Reparationssachlieferungen betrugen im Berichtsmonat 2401 dz bzw. 0,988 Mill. RM. Für die ersten fünf Monate ergibt sich gegen den gleichen Zeitabschnitt des Vorjahres bei der Einfuhr eine Erhöhung um 13 967 dz oder 49 % und dem Wert nach um 7,184 Mill. RM, also 66 %. Eingeführt hat Deutschland in dieser Periode 11 193 Lichtmaschinen (5367 i. V.), 51 515 Dynamos, Elektromotoren usw. (27 747 i. V.), 366 Bogen- usw. Lampen (553 i. V.), 1,758 Mill. Metalldrahtlampen (2,313 i. V.) und 23 500 Kohlefaden- usw. Lampen (34 400 i. V.). An Reparationssachlieferungen entfallen auf die fünf Monate 12 561 dz im Werte von 5,990 Mill. RM. Die diese Beträge einschließende Ausfuhr ist gegen die gleiche Zeit von 1927 um 127 421 dz bzw. 29 % und um 46,733 Mill. RM oder 32 % gewachsen. Einschließlich der Reparationssachlieferungen haben seit Januar 32 999 Lichtmaschinen (18 712 i. V.), 248 087 Dynamos,

[1] 1928, No. 397.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 1023; 1928, S. 963.

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz			Ausfuhr in dz		
		Mai	Januar/Mai		Mai	Januar/Mai	
		1928	1928	1927	1928	1928	1927
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	105	1 064	556	540*	2 514*	1 426*
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	4 297	19 719	12 700	24 330*	137 176*	91 586*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	186	291	632	1 659*	13 363*	4 909*
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	887	3 017	986	5 457*	21 597*	19 036*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	610	7 197	6 380	43 921	164 446*	155 784*
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	4	44	64	424	1 597	1 360
911 a	Metallfadenlampen	134	859	1 212	928*	4 708*	3 177*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	2	15	17	60	378	312
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	4	13	83	23	105	63
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon.	52	242	275	1 058*	6 042*	4 921*
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	318	1 585	781	2 656	16 445*	11 756*
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	194	907	485	2 412*	11 970*	12 074*
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	4	14	15	576	2 555	2 147
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	98	472	317	733*	4 795*	3 074*
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	1	4	1	12	50	39
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	259	1 298	1 052	1 319*	6 561*	4 378*
912 F 1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	8	90	116	971*	4 337*	3 828*
912 F 2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	971	5 041	2 158	24 725*	125 624*	85 543*
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	67	275	337	1 317	6 946*	4 763*
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	19	276	284	3 701	19 392	16 288*
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a).	22	121	144	[6]	[6]	[6]
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	—	49	31	44	219*	241*
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	1 257*	9 028*	5 739*
—	Elektrotechnische Erzeugnisse, unvollständig angemeld.	—	—	—	17	17	—
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz	8 242	42 593	28 626	118 140*	559 865*	432 444*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*3 501*	*17 995*	*10 811*	*36 321**	*190 026**	*143 293**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	44	217	113	1 340	4 595	3 492
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	6	24	46	59	333	247
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	—	18	10	668	3 434	2 974
648 d	Elektroden	1 159	5 744	2 773	22 367	100 072	84 760*
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	9	87	—	5 719	24 010*	26 574*
740 a	Glühlampenkolben	32	129	39	974	4 224	3 912
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	456	1 100	321	[8]	[8]	[8]
799 c	dgl. aus schmiedbarem Eisen	32	426	234			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	285	898	1 389	82 97*	48 790*	40 568*

Elektromotoren usw. (208 415 i. V.), 8757 Bogen- usw. Lampen (8308 i. V.), 21,988 Mill. Metalldrahtlampen (15,463 i. V.) sowie 0,985 Mill. Kohlefaden- usw. Lampen (0,985 i. V.) den Weg in das Ausland genommen. Der Überschuß des Exports betrug einschl. der Reparationssachlieferungen 517 272 dz im Wert von 172,031 Mill. RM (403 818 dz bzw. 132,482 Mill. RM i. V.).

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2.— [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan.— [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 228: Wer ist Hersteller von elektrisch angetriebenen Handbohr- und Rundschleifmaschinen, die zur Montage auf Drehbänken geeignet sind?

Berichtigung.

Zu den Gründern der „Zentrale für Lichtwerbung" gehört auch der Verband der Beleuchtungsgeschäfte Deutschlands e. V. Das ist in der Übersicht zu dem Aufsatz „Die elektrowirtschaftliche Bedeutung der Haushaltlichtwerbung" (ETZ 1928, S. 974) nachzutragen.

Abschluß des Heftes: 7. Juli 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

29. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 19. JULI 1928
(1069—1100)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 19. Juli 1928 | Heft 29

UMSCHAU.

Die Entwicklung der elektrischen Zugförderung im Jahre 1927.

Das Interesse für den elektrischen Zugbetrieb hat auch im vergangenen Jahr unentwegt angehalten, so daß sich die Entwicklung auf diesem Fachgebiete immer noch in stetig aufsteigender Linie bewegt. Die mit dem elektrischen Bahnbetrieb gemachten Erfahrungen sind überall günstig, so daß der elektrischen Zugförderung die stetige Weiterentwicklung gesichert bleiben dürfte, die sie ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung entsprechend verdient.

Deutschland.

Hier erfuhr die elektrische Zugförderung gegenüber dem Stand von Ende 1926 einen Zuwachs um rd. 21 %, indem zu der zu Ende 1926 elektrisierten einfachen Streckenlänge von 1006 km weitere 213 km mit neu eingeführtem elektrischen Zugbetrieb dazukamen, an denen die Strecken München—Rosenheim—Kufstein mit 99 km und Neufahrn — Regensburg mit 39 km teilhaben. Letztere Strecke bildet das Schlußglied der nunmehr in ihrer ganzen Ausdehnung elektrisch betriebenen Strecke München —Regensburg (138 km).

In Schlesien konnte die Elektrisierung der Strecken Königszelt—Breslau (49,4 km), Lauban—Kohlfurt (22 km), Lauban—Marklissa (11 km), Groß Mochbern—Mochbern —Breslau Freiburger Bhf. (7 km), so weit gefördert werden, daß die Eröffnung des elektrischen Betriebes am Ende des Jahres 1927 nahe bevorstand[1]. Damit wird erreicht werden, daß auf der Hauptlinie der schlesischen Gebirgsbahn in ihrer ganzen Länge von Breslau über Hirschberg bis Görlitz—Schlauroth (208 km) die Züge unter erheblicher Fahrzeitverkürzung elektrisch gefahren werden. Auch die Kohlenzüge aus dem Waldenburger Kohlenbecken werden bis nach dem großen Verschiebebahnhof Kohlfurt ohne Lokomotivwechsel befördert, und das für den diesjährigen Sommerfahrplan erstmalig vorgesehene D-Zugpaar Stettin—Hirschberg wird zwischen Kohlfurt und Hirschberg elektrisch gefahren werden.

Mit der Elektrisierung der Strecke Rosenheim—Freilassing (81,6 km) und München—Augsburg (62 km) ist begonnen worden. Erstere bildet das Restglied der wichtigen Verbindungslinie München—Salzburg, letztere den Anfang der Verwirklichung der Elektrisierung von München westwärts nach Ulm und weiter über Stuttgart—Mühlacker—Pforzheim—Karlsruhe nach Kehl. Damit wird dereinst die ganze auf reichsdeutschem Boden gelegene vom Orient-Expreßzug befahrene Strecke in elektrischem Betrieb stehen, der bis dahin auch ostwärts Salzburg seine Fortsetzung gefunden haben sollte (s. S. 1071)[2].

Zur Durchführung des elektrischen Betriebes auf den genannten Fernbahnstrecken bestellte die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft im verflossenen Jahre weitere 90 Lokomotiven und 20 Triebwagen für Einphasenwechselstrom, und zwar:

1. 5 Schnellzuglokomotiven Achsfolge 2 C 2 von gleicher Bauart wie die vorhandenen 7 Maschinen der Reihe E 0601. Die gesamte Lokomotivleistung ist in einem Motor vereinigt, der beidseitig mit je einem Schrägstangenpaar auf zwei Blindwellen und von hier aus durch ein wagrechtes Kuppelgestänge auf die Triebräder arbeitet. Die Lokomotive wiegt 108,3 t und entwickelt an der Motorwelle zwischen 77 und 99 km/h eine konstante Dauerleistung von 1765 kW, ihre Höchstgeschwindigkeit beträgt 110 km/h. Die hier angewandte Form des direkten Stangenantriebs mit beidseitig gleichmäßigem Drehmomentablauf von der Motorwelle aus hat sich bewährt und hat als einzige auch in der Nachkriegszeit Verwendung gefunden.

2. 7 Schnellzuglokomotiven Achsfolge 1 D_0 1 mit Einzelachsantrieb Brown-Boveri—Buchli sind von gleicher Bauart wie die bestehenden 10 Lokomotiven der Reihe E 1601 und entwickeln eine größte Dauerleistung am Radumfang von 1770 kW bei 99 km/h. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt wieder 110 km/h, das Dienstgewicht 110 t.

3. 38 Schnellzuglokomotiven Achsfolge 1 D_0 1 (Reihe E 1701 und E 17 101) von 115 t Dienstgewicht und 1830 kW größter Dauerleistung bei 99 km/h lehnen sich eng an die beiden Lokomotiven Achsfolge 2 D_0 1 (Reihe E 2101) an[3]. Wie bei diesen, werden die Triebräder je von einem Zwillingsmotor mit einseitig angeordneter Doppelritzel-Übersetzung unter Vermittlung der Westinghouse-Hohlwellenkuppelung angetrieben, die von W. Kleinow unter Verwendung von Federtöpfen in der Art modifiziert wurde, daß deren gemeinsames Lagergehäuse zweiteilig ausgeführt wird und die Lagerstellen der Töpfe in dem Lagergehäuse durch Ringe mit außen angeordneten Bunden gebildet werden. Letztere können zugleich mit den Töpfen nach einfachem Lösen des Gehäusedeckels ausgewechselt werden. Diese Anordnung[4] ist wirtschaftlich und betriebstechnisch von Vorteil, da die Federtöpfe bei Abnutzung einfach und schnell ausgewechselt werden können. Auch braucht dabei nicht das ganze mittlere Traglager ersetzt zu werden, weil die eigentlichen Lagerstellen durch auswechselbare Ringe gebildet werden. Ferner ist bei diesen Lokomotiven von den erwähnten 2 D_0 1-Lokomotiven als interessante Neuerung der Fachwerk-Barrenrahmen[5] übernommen worden, bestehend aus einem durchgehenden Obergurt und einem durch die Lagerausschnitte unterbrochenen Untergurt mit senkrechten Verbindungsstegen. In jedem der durch die Gurte und Verbindungsstege gebildeten Felder sind Doppeldiagonalen angeordnet, wodurch sowohl bei eingelegten als auch herausgenommenen Achsgabelstegen ein vollkommen tragfähiger Gitterträger geschaffen wurde. Obergurt und Untergurt vereinigen sich gegen die Fahrzeugenden zu einem Stück, an das beidseitig der aus einem U-förmig gebogenen Blech bestehende Pufferträger mittels Winkeleisen angeschraubt wird. Die bei diesen Lokomotiven angewendete symmetrische Gruppierung der elektrischen Ausrüstung um den in der Mitte des Lokomotivkastens aufgestellten Transformator machte das amerikanische Drehgestell der 2 D_0 1-Lokomotiven entbehrlich und gestattete die Anordnung nur je einer Laufachse an beiden Lokomotivenden, die mit den beiden benachbarten Triebachsen je zu einem Drehgestell Bauart Krauß-Helmholtz vereinigt sind.

Dieses wurde hier des Außenrahmens wegen von W. Kleinow in der Art modifiziert, daß die die Laufachse mit der Triebachse verbindende Deichsel letztere mittels eines durch den Rahmen hindurchgreifenden Bügels

[1] Auf den genannten Strecken ist der elektrische Betrieb inzwischen aufgenommen worden.

[2] Inzwischen ist der elektrische Betrieb auf der Strecke Rosenheim—Freilassing und in der Richtung Augsburg bis Nannhofen aufgenommen worden.

[3] ETZ 1928, S. 893, Abb. 11.

[4] D.R.P. angem. A 47 853/20 l.

[5] D.R.P. 425 118, Ö. P. 105 417, Schweiz. P. 118 135.

erfaßt. Dieser greift an Gleit- oder Pendelrollenlager an, in denen die Triebachse mit ihren verlängerten Zapfen zusätzlich gelagert ist. Die Verschiebung der Triebachse erfolgt also mit den Pendelrollenlagern innerhalb des Spiels der Achslager[6].

4. 23 leichte Güterzuglokomotiven Achsfolge 1 B - B 1 (Reihe E 7501) mit Antrieb der beiden je zu zweit gekuppelten Triebachsen von je einem Motor aus über ein Zahnradvorgelege und eine flache Schrägstange werden gegenüber der Drehgestellbauart der bisherigen 56 Maschinen umfassenden Reihe E 7701 mit einteiligem durchlaufenden Rahmen gebaut. Bei gleicher und unveränderter Dauerleistung von 1130 kW am Radumfang zwischen 45 und 58 km/h konnte durch die einfachere mechanische Bauart eine Gewichtsverminderung von 111 t auf 105,2 t erzielt werden.

5. 12 Güterzuglokomotiven Achsfolge C - C der Drehgestellbauart und mit gleichem Antrieb wie bei den vorerwähnten 1 B - B 1 Lokomotiven werden sich von den bisherigen 34 Maschinen dieser Bauart (Reihe E 9101 und E 9181) nur durch die Einrichtung für Widerstandsbremsung unterscheiden, deren Gewicht durch leichtere Bemessung des mechanischen Teils, des Transformators und der Motorwannen wieder ausgeglichen werden soll. Das Gewicht der Lokomotive bleibt damit unverändert 122 t, ihre Dauerleistung am Radumfang zwischen 38 und 49 km/h beträgt 1380 kW.

6. Für den Verschubdienst wurden drei weitere Lokomotiven Achsfolge 1 C nachbestellt, von gleicher Bauart wie die bereits bestehenden vier Lokomotiven der Reihe E 6001. Der Antrieb ist der gleiche wie bei den vorerwähnten Güterzuglokomotiven Achsfolge C - C, die Anfahrzugkraft am Zughaken beträgt 13 500 kg, das Gewicht der Lokomotive 74 t.

7. Schließlich sind in diesem Zusammenhang als neu die fünf Verschublokomotiven Achsfolge A 1 A + A 1 A (Reihe E 8001) mit Gleichrichtern und Akkumulatorenbatterie zu erwähnen, die 90 t wiegen und eine Anfahrzugkraft von 13 000 kg entwickeln. Die vier Gleichstrom-Triebmotoren werden dabei bei Fahrt unter einer Wechselstromfahrleitung über den Gleichrichter gespeist, wobei die Batterie parallel aufgeladen wird; bei Fahrt unter nicht überspannten Gleisen sind die Motoren an die Batterie angeschlossen[7].

Noch im Jahre 1926 hat die Deutsche Reichsbahn zur systematischen Erprobung der Eignung des Einzelachsantriebes mit Tatzenlagermotoren für mittlere und hohe Geschwindigkeiten sechs Güterzuglokomotiven Achsfolge 1 C_0 - C_0 1 (Reihe E 9501) und zwei Schnellzuglokomotiven je mit der Achsfolge 1 B_0 - B_0 1 und 1 D_0 1 (Reihe E 1801 und E 16 101) in Arbeit gegeben, die 150 t bzw. 114,5 t wiegen, eine Dauerzugkraft von 16 000 kg bzw. 9700 kg bei 39 km/h bzw. 66 km/h entwickeln und eine Maximalgeschwindigkeit von 65 km/h bzw. 110 km/h aufweisen.

Die 1 B_0 - B_0 1-Lokomotive Reihe E 1801 ist bereits abgeliefert worden. Interessant ist, wie bei dieser Lokomotive wie auch bei der 1 D_0 1-Lokomotive (Reihe E 16 101) die Zahnräder eines beschädigten Motors außer Eingriff gebracht werden können. Das Tatzenlager wird durch einen zwischen der Lagerschale und dem Gehäuse eingebauten Bügel am Lagerdeckel festgehalten. Zum Ausrücken der Zahnräder werden die Lager nach Lösen der großen Deckelschrauben mit Hilfe von Abdrückschrauben aus ihrem Sitz im Gehäuse gelöst, ohne daß sie selbst geteilt oder geöffnet zu werden brauchen; sie stützen sich nach wie vor auf die Triebachse, und der ganze Motor wird mit Hilfe der Abdrückschrauben von der Triebachse weg nach der Aufhängeseite hin abgedrückt. Um diese Bewegung zu ermöglichen, sind die Seitenwände der Zahnradschutzkästen in ihrem die Triebachse umschließenden Teil schieberartig ausgebildet.

Bei den 1 C_0 - C_0 1-Lokomotiven (Reihe E 9501)[8], von denen bis jetzt vier abgeliefert wurden, ist die Art der Aufhängung[9] der Tatzenlagermotoren von Interesse, die unter Benutzung des bei der obenerwähnten Kleinowschen Hohlwellen-Federkuppelung angewendeten Konstruktionsgedankens ausgebildet wurde. Im Motorgehäuse sind zwei Federtöpfe angebracht, deren Deckel durch Federn aneinandergedrückt werden und sich gegen einen im Gestell pendelnd aufgehängten Rahmen stützen. Der Motor hängt an Leisten der oberen Deckel. Die Federn sind hier für beide Kraftrichtungen nur auf Druck beansprucht und die zusätzlichen Belastungen unterworfenen Federbolzen vermieden.

An neuartigen Lokomotivtypen sind im Jahre 1927 noch in Betrieb gekommen:

1. Die Schnellzuglokomotive Achsfolge 2 D_0 1 (Reihe E 2152) von 121,9 t Dienstgewicht und 10 000 kg Dauerzugkraft bei 80 km/h, bei der die Triebachsen durch je zwei Motoren unter Zwischenschaltung einer Zahnradübersetzung mit Transportrad angetrieben werden. Diese kommt in zwei Ausführungsformen zur Erprobung, wobei die nachgiebige Verbindung zur Aufnahme des Federspiels einmal zwischen die beiden Motoren und das gemeinsame Ritzel[10], das andere Mal vorteilhafter zwischen das große Zahnrad und die Triebachse[11] verlegt ist.

2. Die beiden Güterzuglokomotiven Achsfolge 2 D 1 (Reihe E 7901) mit dem von G. Lotter herrührenden Antrieb[12], wobei zwei Motoren auf ein gemeinsames Zahnrad arbeiten, von dessen Kurbeln zwei Schrägstangen nach zwei in Höhe der Triebachsen gelagerten Blindwellen ausgehen. Bemerkenswert ist bei diesen Lokomotiven von 106 t Dienstgewicht und 6400 kg Dauerzugkraft bei 65 km/h die Verwendung von Krauß-Lotter-Drehgestellen[13] beim mechanischen Teil sowie von Kollektorreglern[14] nach Döry zur Regelung der Stufenspannung.

An Wechselstromtriebwagen wurden im vergangenen Jahre 20 Stück der gleichen, auf den Münchner Vorortstrecken bestens bewährten Bauart bestellt. Außer diesen ist ein ausgesprochener Schnelltriebwagentyp (Doppelwagen) für 100 km/h Höchstgeschwindigkeit entwickelt worden. Von dieser Art Wagen befanden sich sechs Stück zur Jahreswende kurz vor der Vollendung[15], die inzwischen auf der Strecke Halle—Leipzig—Dessau in Betrieb genommen wurden.

Die zur Zeit bedeutendste Elektrisierung in Deutschland, d. i. die der Berliner Stadt- und Ringbahn[16] nebst den anschließenden Vorortstrecken, wurde im vergangenen Jahre so weit gefördert, daß schon die ersten elektrischen Züge in Betrieb gesetzt werden konnten. Die Kosten dieser Elektrisierung einschließlich verschiedener zum Zwecke von Verkehrsverkürzungen ausgeführter Bauten sind zu 144 Mill. RM veranschlagt, von denen bis Ende 1927, d. i. in den ersten 17 Baumonaten, rd. 137 Mill. RM verausgabt wurden. Von den bestellten 341 Triebwagen und 328 Beiwagen waren zu Ende des vergangenen Jahres die ersten Wagen fertiggestellt, so daß mit dem Einbau der ebenfalls fertiggestellten elektrischen Ausrüstung in dem anläßlich der Stadtbahn-Elektrisierung errichteten Reichsbahn-Ausbesserungswerk Niederschöneweide begonnen werden konnte, das im Oktober 1927 nach einer Bauzeit von nur 14 Monaten in Betrieb genommen wurde. Von der elektrischen Streckenausrüstung wurde im vergangenen Jahre fast die gesamte Stromschienenanlage eingebaut. Ferner wurden die Gebäude der 31 Kleingleichrichterwerke der Stadt- und Ringbahn und der 11 Großgleichrichterwerke der Vorortlinien nahezu fertiggestellt, so daß mit dem Einbau der 111 Gleichrichter zu Anfang des neuen Jahres begonnen werden konnte. Die Verlegung der von den Stromübergabestellen in Halensee und am Markgrafendamm nach den Gleichrichterwerken verlaufenden 30 kV-Kabel wurde durchgeführt.

Schweden und Norwegen.

Seit der Aufnahme des elektrischen Betriebes auf der Strecke Stockholm—Götheborg um Mitte Mai 1926 und seit der dabei erfolgten Indienststellung von 50 1 C 1-Lokomotiven (Reihe 101) sind in Schweden zunächst keine weiteren Fortschritte in der Elektrisierung zu verzeichnen. Dagegen erfolgte in Norwegen die Aufnahme des elektrischen Betriebes auf der 21 km langen Strecke Oslo—Lilleström (Hovedbahn) mit 9 Lokomotiven in B-B-Anordnung (Reihe 2035)[17], die bei rd. 67 t Dienstgewicht eine Dauerzugkraft von 6550 kg bei 44 km/h entwickeln. Für die Ofotbahn (Riksgränsen—Narvik) wurden zwei Güterzuglokomotiven Achsfolge 1 C - C 1 nachbestellt von gleicher Bauart wie die bestehenden zwei Lokomotiven der Reihe 2033, die 135 t wiegen und eine Dauerzugkraft von 15 000 kg bei 40 km/h entwickeln. Bemerkenswert ist bei diesen Lokomotiven die Verwendung von Nutzbremsung bei Talfahrt, wobei die

---

6 D. R. P. angem. A 50704 und A 51121.

7 Drei Turmwagen mit der Achsfolge 1 A - A 1 von elektrisch gleicher Bauart stehen seit 1½ Jahren im Bezirk der Reichsbahndirektion München für Unterhalt und Wartung der Fahrleitungsanlagen in erfolgreichem Betrieb.

8 ETZ 1928, S. 895, Abb. 13.

9 D.R.P. 451 356.

10 D.R.P. 441 227.

11 D.R.G.M. 911 712.

12 D.R.P. 413 712.

13 D.R.P. 252 716.

14 D.R.P. 383 078, 386 389, 425 337, 425 338.

15 ETZ 1928, S. 918.

16 ETZ 1928, S. 887.

17 ETZ 1928, S. 763.

rückarbeitenden Triebmotoren von einem Phasenumformer fremd erregt werden[18]. Die richtige Folge der einzelnen Schaltungen beim Übergang vom Fahrbetrieb zum Bremsbetrieb und umgekehrt sichert eine besondere servomotorisch betätigte Schaltwalze[19].

Schweiz.

Hier schreitet die Elektrisierung vollkommen gemäß dem im Jahre 1918 aufgestellten, auf zehn Jahre verteilten Programm fort. Das Jahr 1927 brachte in zeitlicher Reihenfolge die Umstellung auf elektrischen Betrieb bei den Strecken Palézieux—Bern (77 km), Rapperswil—Wattwil (33 km) unter Einschluß des Rickentunnels, Rotkreuz—Hendschiken—Rupperswil (41 km), Hendschiken—Brugg (12 km), Winterthur—St. Gallen—Rorschach (74 km), Olten—Yverdon (126 km) und Richterswil—Sargans—Buchs (80 km). Mit der Aufnahme des elektrischen Betriebes auf der zuletztgenannten Strecke im Dezember 1927, durch die bei Buchs der Anschluß an die elektrisierte Arlberglinie der Österreichischen Bundesbahnen und damit indirekt an die in Bayern elektrisierten Reichsbahnlinien hergestellt wurde, steht nun von Regensburg aus über München—Rosenheim — Kufstein — Innsbruck — Bludenz — Feldkirch—Buchs—Sargans—Zürich—Olten—Bern—Lausanne bis nach Genf eine zusammenhängende Strecke von 882 km in elektrischem Betrieb. Vom Netz der Schweizerischen Bundesbahnen sind bis Ende 1927 1490 Streckenkilometer elektrisiert worden, für das Jahr 1928 verbleiben gemäß dem oben erwähnten Programm für die Elektrisierung die Strecken Zollikofen—Biel (26 km), Grenchen — Delémont (32 km), Sargans — Chur (26 km), Winterthur — Romanshorn — Rorschach (70 km) und Oerlikon—Schaffhausen (42 km), so daß also mit Ende 1928 1666 Streckenkilometer, d. h. 60 % des ganzen Bundesbahnnetzes mit 80 % des Gesamtverkehrs elektrisch betrieben werden[20]. Mit Einschluß der elektrisierten Privat- und Nebenbahnen werden in der Schweiz rd. 3300 Streckenkilometer oder rd. zwei Drittel des gesamten 5250 km umfassenden Bahnnetzes der Schweiz in elektrischem Betrieb stehen.

In diesem Zusammenhang sind vielleicht noch einige vor kurzem veröffentlichte Zahlen aus dem elektrischen Betrieb der Schweizerischen Bundesbahnen von Interesse. Der Gesamtaufwand für die Elektrisierung betrug bei dieser Bahnverwaltung bis Ende 1927 525 Mill. Fr, ein Betrag, der sich unter Verwertung der erzielten Vereinfachungen im Bau und auf Grund der heutigen Preise auf 430 Mill. Fr reduzieren würde. Hiervon weitere 100 Mill. Fr für die ohne Elektrisierung notwendig gewordenen Dampflokomotiven in Abzug gebracht, ergeben sich auf Ende 1927 330 Mill. Fr ideelle Anlagekosten, die durch die errechneten Minder-Jahreskosten des elektrischen Betriebes im Betrage von 8,3 Mill. Fr bei 5½ % Anlagezinsfuß zu 8 % verzinst werden können, bei Kostengleichheit des elektrischen und des Dampfbetriebes.

Zu Ende 1927 verfügten die Schweizerischen Bundesbahnen über 299 elektrische Lokomotiven und 23 Triebwagen. Im Jahre 1927 wurden noch vergeben:

1. 12 Schnellzuglokomotiven Achsfolge $2D_01$ (Reihe 10901) mit Einzelachsantrieb Brown-Boveri—Buchli und 118 t Dienstgewicht, 10400 kg Dauerzugkraft bei 70 km/h, durch die die Reihe dieser leistungsfähigsten Schnellzuglokomotiven der SBB auf 24 Stück gebracht wird. Bemerkenswert ist bei dieser Lokomotivtype, von denen die erste im Januar 1927 in Betrieb genommen wurde, die Durchbildung der Steuerung, mit der für die vier parallel geschalteten Motoren von 2960 PS Stundenleistung Ströme von 6000 A zu steuern sind. Um die Zahl der für diese hohe Stromstärke zu bemessenden Ausführungen aus dem Haupttransformator auf 7 beschränken zu können, werden hier die durch diese gebildeten Spannungsintervalle durch einen additiv und subtraktiv schaltbaren Zusatztransformator[21] in drei Teile geteilt und damit die Zahl der Schaltstufen auf 21 erhöht. Die Sekundärwicklung des Zusatztransformators ist dabei interessanterweise zwischen der Hauptbürste des Stufenschalters und den ihr zugeordneten, an die geerdeten Triebmotoren angeschlossenen Funkenschaltern eingefügt[22], während die Hilfsbürste des Stufenschalters wie üblich über einen Überschaltwiderstand und die ihr zugeordneten zweiten Funkenschalter unmittelbar mit den Triebmotoren verbunden ist. Die 7 Hauptstufen werden durch einen Stufenschalter mit gestreckter Kontaktbahn bedient, während die Zu- und Gegenschaltung des Zusatztransformators durch einen mit dem Stufenschalter und seinen Funkenschaltern und Dämpfungswiderständen zusammengebauten und mit diesem durch einen Einzahnantrieb gekuppelten Nockenkontroller ausgeführt wird. Die Laufachse an einem Lokomotivende ist mit dem benachbarten Triebrad zu einem Drehgestell in der Bauart Brown, Boveri & Cie (J. Buchli) vereinigt, wobei der Drehzapfen unmittelbar hinter der Triebachse angeordnet und der Motor im Hauptrahmen gelagert ist[23]. Der Laufachse hat man zunächst versuchsweise bei der ersten Lokomotive dieser Reihe, hierauf bei allen Lokomotiven ab Nr. 10913 nach dem Vorschlag von M. Weiss durch Ausführung als Adamsachse individuelle Seitenverschiebbarkeit gegeben[24].

2. 10 Verschublokomotiven Achsfolge C (Reihe 16311) von 4800 kg Dauerzugkraft bei 29,2 km/h und Antrieb der drei gekuppelten Triebachsen von der Vorgelegekurbel aus durch ein flaches Schrägstangenpaar.

3. 3 Verschublokomotiven Achsfolge B (Reihe 16001) von 24,5 t Dienstgewicht, 6000 kg Anfahrzugkraft und gleicher Bauart wie die beiden bereits vorhandenen Lokomotiven dieser Art, wobei die beiden gekuppelten Triebachsen durch einen auf eine der beiden mittels doppeltem Vorgelege arbeitenden Achsmotor angetrieben werden[25].

4. 8 Motortriebwagen mit Gepäckraum Type Fe 4/4.

Nach Ablieferung dieser Triebmittel werden die SBB mit Erledigung ihres ersten Elektrisierungsprogramms unter Einschluß der 7 Drehstromlokomotiven für den Betrieb des Simplon-Tunnels insgesamt über 374 elektrische Lokomotiven und 53 Motortriebwagen verfügen.

Österreich.

Im Jahre 1927 erfolgte die Aufnahme des elektrischen Betriebes auf den Streckenabschnitten Feldkirch—Bregenz (28 km), Innsbruck — Wörgl (60 km) und Wörgl — Kufstein (13 km), so daß der elektrische Bundesbahnbetrieb unter Einschluß des österreichischen Teils der Mittenwaldstrecke Innsbruck — Mittenwald, der Mariazellerbahn St. Pölten—Gußwerk und der Überlandstrecke der Bahn Wien—Preßburg zu Ende 1927 eine Streckenlänge von 557,3 km aufwies.

Neue Triebmittel wurden im verflossenen Jahre nicht vergeben, dagegen kamen die ersten Personenzuglokomotiven Achsfolge B_0-B_0 (Reihe 1170) und die ersten schweren Güterzuglokomotiven Achsfolge E (Reihe 1280) zur Ablieferung. Erstere wiegen 61,2 t, entwickeln eine Dauerzugkraft von 8480 kg bei 35 km/h und erhalten Einzelachsantrieb von je einem schief über jeder Triebachse gelagerten schnellaufenden Motor unter Zwischenschaltung einer Zahnradübersetzung und der Westinghouse-Hohlwellen-Federkuppelung in der von der S. A. des Ateliers de Sécheron in Anlehnung an die Ausführung bei der alten Heilmann-Lokomotive modifizierten Bauart mit drei Doppelfeder-Elementen, welche durch die drei mittleren, starren Federfassungen mit der Hohlwelle, durch die beiden sechs äußeren Fassungen mit dem Rad verbunden sind[26]. Die schwere E-Güterzuglokomotive (Reihe 1280) wiegt 80 t und entwickelt eine Dauerzugkraft von 10400 kg bei 38,2 km/h. Bemerkenswert ist der Antrieb. Zwei Motoren arbeiten mit ihren Ritzeln auf ein gemeinsames Zahnrad, dessen Kurbelzapfen mit dem des mittleren Triebrades durch ein Stangendreieck nach K. v. Kandó[27] verbunden ist, dessen freier Eckpunkt im Kurbelkreis einer besonderen Führungswelle geführt ist[28].

Einiges Aufsehen erregte im Herbst des vergangenen Jahres in der Fachwelt sowie in der österreichischen Öffentlichkeit die Mitteilung der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen, daß die Fortsetzung der Elektrisierung östlich Salzburg nach Wien vorerst nicht in Frage kommen könne, da dieselbe bei den heutigen Kohlenpreisen und dem heute geltenden Kapitalzinsfuß unrentabel sei und auch die Elektrisierung der Arlbergstrecke in ihrer finanziellen Auswirkung hinter den Erwartungen zurückgeblieben sei. Ein zur Nachprüfung der Berechnungen der Bundesbahndirektion eingesetztes Kollegium von Sachverständigen sprach sich indessen in seinem Gutachten mehrheitlich für die Fortführung der Elektrisierung aus.

[18] ETZ 1921, S. 518.
[19] D.R.P. angem. A 51930/20 l.
[20] Mit Inkrafttreten des diesjährigen Sommerfahrplans wurde auch auf diesen Strecken der elektrische Betrieb aufgenommen mit Ausnahme der Strecke Winterthur—Schaffhausen.
[21] D.R.P. 294435.
[22] D.R.P. 448131, Ö.P. 108370, Schweiz. P. 119615.
[23] D.R.P. 390341.
[24] E.P. 263140.
[25] ETZ 1928, S. 470.
[26] U.S.A.P. 1580937, Schweiz. P. 106695, 116062, F.P. 588844. Diese Form des Antriebes findet sich auch bei den $1C_0$-C_01 Güterzuglokomotiven (Reihe 201) der Lötschbergbahn (s. ETZ 1927, S. 193).
[27] D.R.P. 347756, F.P. 538241, Schweiz. P. 93475.
[28] Ö.P. 103355.



Frankreich.

Der elektrische Hauptbahnbetrieb (Gleichstrom 1500 V) erfuhr im verflossenen Jahre keinen weiteren Zuwachs. Bei der Orléansbahn stehen die Strecken Paris—Vierzon (204 km), Bretigny—Dourdan (24 km) und Choisy—Le Roi—Orly (4 km) zusammen 232 Streckenkilometer in elektrischem Betrieb. Außer 80 Triebwagen und 5 Schnellzuglokomotiven Achsfolge 1 C 1 (Reihe E 21) aus der Vorkriegszeit (650 V) umfaßt der Park an neuen elektrischen Triebmitteln bei dieser Bahngesellschaft insgesamt 205 Lokomotiven, und zwar:

1. 200 Güter- und Personenzuglokomotiven (Reihe E 1, E 101, E 201, E 209 und E 224) mit der Achsfolge B_0 - B_0 und Motoren in Tramaufhängung, die bei 69,2, 76,7, 77,4, 78 bzw. 73,2 t Gesamtgewicht eine Dauerzugkraft von 7760 kg, 8400 kg, 7200 kg, 7520 kg bzw. 7200 kg bei 46, 48,5, 46,5, 47,5 bzw. 46,5 km/h entwickeln.

2. 1 Schnellzuglokomotive (Reihe E 601) Achsfolge 2 C_0 - C_0 2, die bei 113 t Dienstgewicht eine Dauerzugkraft von 6060 kg bei 91,5 km/h zu entwickeln vermag. Die Maschine ist amerikanischen Ursprungs (GEC), die Motoranker sitzen unmittelbar auf den Radachsen.

3. 2 Schnellzuglokomotiven Achsfolge 2 D_0 2 (Reihe E 501), die bei 121 bzw. 125 t Gesamtgewicht eine Dauerzugkraft von 12 720 bzw. 13 000 kg bei 68 bzw. 66,5 km/h entwickeln. Die vier Motoren arbeiten einzeln auf ihre Triebachsen unter Vermittlung des Einzelachsantriebes System Brown-Boveri—Buchli[29].

4. 2 Schnellzuglokomotiven Achsfolge 2 B - B 2 (Reihe E 401) von 129,95 bzw. 131,73 t Dienstgewicht und 13 000 bzw. 13 600 kg Dauerzugkraft bei 70 bzw. 71,4 km/h. Die Lokomotive ist mit vier langsamlaufenden Motoren ausgerüstet, die zu zweit unter Vermittlung des bereits erwähnten Kandóschen Stangendreiecks je zwei Triebachsen antreiben. Die zweiachsigen Drehgestelle sind je mit dem benachbarten Triebrad durch einen Gelenkmechanismus verbunden, wodurch eine dem Krauß-Lotter-Drehgestell ähnliche Bauart geschaffen wurde.

Die Paris—Lyon—Mittelmeerbahn hat von der 135 km langen Strecke Culoz—Modane, die zunächst für die Elektrisierung in Aussicht genommen ist, bis jetzt nur den 25 km langen Abschnitt Chambéry—St. Pierre d'Albigny auf elektrischen Betrieb umgestellt. Von den im Jahre 1923 in Auftrag gegebenen 30 Güterzuglokomotiven und 4 Schnellzuglokomotiven sind bis jetzt folgende zur Ablieferung gekommen:

1. 1 Güterzuglokomotive Achsfolge 1 C_0 - C_0 1 (Reihe 161. DE) von 131 t Dienstgewicht, 11 800 kg Dauerzugkraft bei 38 km/h und Achsmotoren in Tramaufhängung.

2. 1 Güterzuglokomotive Achsfolge 1 C_0 - C_0 1 (Reihe 161. BE) von 114 t Dienstgewicht, 2000 PS Stundenleistung und Achsmotoren in Tramaufhängung.

3. 1 Schnellzuglokomotive Achsfolge 1 C_0 - C_0 1 (Reihe 161. AE) gleicher Bauart und Gewicht für die gleichen Leistungsverhältnisse.

4. 1 Schnellzuglokomotive Achsfolge 2 B 1 - 1 B 2 (Reihe 242. CE) von 156 t Dienstgewicht mit zwei hochgelagerten langsamlaufenden Motoren von zusammen 3000 PS Stundenleistung und Antrieb der Radachsen mittels je eines Schrägstangensystems mit Luftpufferdämpfung nach Auvert[30].

5. 1 Schnellzuglokomotive Achsfolge 2 B_0 - B_0 2 (Reihe 242. AE) von 130 t Dienstgewicht und 5000 kg Dauerzugkraft (am Haken) bei 75 km/h[*31], mit Antrieb der Radachsen durch Zwillingsmotoren, einseitiger Zahnradübersetzung, Hohlwelle und elastischer Kuppelung. Diese besteht bei zwei Triebrädern in der bekannten Westinghouse-Federkuppelung, bei den beiden anderen als Versuchsausführung aus zwei gegeneinander um 180° versetzten, einen rechten Winkel bildenden Hebelpaaren, von denen jeweils ein Hebel mit seinem Ende am Zahnrad sitzt, während der andere mit dem Triebrad gelenkig verbunden ist. Die gelenkig ausgebildeten Scheitelpunkte der beiden Hebelpaare sind miteinander durch eine den Radachsschenkel augenartig umgreifende Stange verbunden.

6. 1 Schnellzuglokomotive Achsfolge 2 B_0 - B_0 2 (Reihe 242. BE) von 125,7 t Dienstgewicht und 6200 kg Dauerzugkraft bei 70 km/h[*32]. Der Antrieb der Triebachsen erfolgt durch Zwillingsmotoren unter Zwischenschaltung einer einseitig angeordneten Zahnradübersetzung und der von der Maschinenfabrik Oerlikon entwickelten Gelenkkuppelung[33], die erstmals von dieser Firma bei ihrem im Jahre 1922 an die Burgdorf—Thun-Bahn gelieferten Triebwagen angewendet wurde.

Mit dem gleichen Antriebsystem wurden im vergangenen Jahre drei große Schnellzuglokomotiven Achsfolge 2 C_0 - C_0 2 (Reihe 262. AE) für 130 km/h Höchstgeschwindigkeit in Auftrag gegeben, die bei 158 t Dienstgewicht eine Dauerzugkraft von 13 000 kg bei 87,5 km/h entwickeln werden.

Bei der Südbahn stehen z. Z. die Strecken Bordeaux—Hendaye (232 km), Dax—Pau (85 km), Pau—Montréjeau (112 km), Montréjeau—Toulouse (104 km), Lourdes—Pierrefitte (21 km), Tarbes—Bigorre (22 km), Lannemazan—Arreau (26 km), Montréjeau—Luchon (36 km), Villefranche—Verney les Bains—La Tour de Carol (113 km) und Pau—Laruns (17 km), zusammen 768 Streckenkilometer, in elektrischem Betrieb. An Triebmitteln sind außer 29 Motorwagen vorhanden:

1. 40 + 50 Lokomotiven Achsfolge B_0 - B_0 (Reihe E 4001 und E 4501) mit Trammotorenantrieb, die mit verschiedener Übersetzung als Güter- und Personenzuglokomotiven Verwendung finden. Die Lokomotiven wiegen 71 t, ihre Dauerzugkraft beträgt 4800 bzw. 7700 kg bei 53 bzw. 33 km/h. Im verflossenen Jahre sind weitere 40 Lokomotiven für Güterzugdienst (Reihe E 4501) in Auftrag gegeben worden.

2. 10 Schnellzuglokomotiven Achsfolge 2 C_0 2 (Reihe E 3101), bei denen jede Achse durch zwei in ein Gehäuse eingebaute Motoren mit vertikalen Wellen[34] unter Vermittlung von Kegelrädern, Hohlwellen und Federkuppelungen angetrieben werden. Die Maschinen wiegen 104 t und entwickeln eine Zugkraft (einstündig) von 6750 kg bei 78 km/h.

Die Staatsbahnen haben im Jahre 1925 auf ihrer vor Jahren elektrisierten Strecke Paris—Trappes (28 km) 30 Lokomotiven Achsfolge B_0 - B_0 in Betrieb gesetzt[35], die zunächst bei 650 ... 750 V eine Zugkraft von 5400 kg (einstündig) bei 52,5 km/h, später nach Umbau der Stromschienenanlage auf 1500 V eine Zugkraft von 14 000 kg bei 38 km/h entwickeln werden.

Spanien.

Die Nordbahn, die bereits seit dem Jahre 1922 die breitspurige, 55 km lange Strecke Busdongo—Pola de Lena elektrisch betreibt (Gleichstrom 3000 V), begann Ende 1926 mit der Elektrisierung ihrer beiden von Barcelona ausgehenden Linien Barcelona—Manresa (64 km) und Barcelona—San Juan de las Abadesas (106 km) einerseits, anderseits der Strecke Irún—Alsasua (105 km), wobei 1500 V Fahrdrahtspannung gewählt wurde. Für den Betrieb dieser gleichfalls breitspurigen Strecken wurde außer 26 vierachsigen Triebwagen folgender Lokomotivpark in Arbeit gegeben:

1. 37 Güterzuglokomotiven Achsfolge C_0 - C_0 (Reihe 7001) von 90 t Dienstgewicht, die bei 33 km/h eine Zugkraft von 16 700 kg (einstündig) zu entwickeln vermögen. Der Antrieb der Radachsen erfolgt durch Achsmotoren in Tramaufhängung.

2. 12 Schnellzuglokomotiven Achsfolge 2 C_0 - C_0 2 (Reihe 7201) von 139 t Dienstgewicht, 15 600 kg Zugkraft (einstündig) bei 56 km/h und Einzelachsantrieb System Brown-Boveri—Buchli.

Sowohl bei den Güter- wie bei den Schnellzuglokomotiven wird Nutzbremsung bei Talfahrt angewendet und dabei im wesentlichen die von der Westinghouse El. & Mfg. Co. herrührende Schaltung verwendet, wobei die die Triebmotoren bei Rückarbeit erregende Erregermaschine mit ersteren in Reihe geschaltet und zu den in Reihe oder parallel geschalteten Feldwicklungen der Triebmotoren und dem hierzu in Reihe geschalteten Anker der Erregermaschine ein Stabilisierungswiderstand parallelgeschaltet ist, der den Summenstrom aus Erregerstrom und Rückstrom führt. Diese grundsätzliche Schaltung[36] ist bei den Güterzuglokomotiven insofern modifiziert, als der Stabilisierungswiderstand in zwei parallele Zweige gelegt wird, von denen dem einen durch Einschaltung einer

[29] D. R. P. 304 997.
[30] F. P. 465 500. Vgl. F. Sachs, Elektrische Vollbahnlokomotiven S. 93, Fußnote 3. Verlag Julius Springer, Berlin 1928.
[*31] ETZ 1927, S. 1776.
[*32] ETZ 1927, S. 1339.
[33] ETZ 1924, S. 313.
[34] D. R. P. 379 678, U. S. A. P. 1 468 920.
[35] ETZ 1927, S. 1154.
[36] U. S. A. P. 1 298 943, 1 298 706.



Drosselspule etwas Induktivität gegeben wird. Die Potentialdifferenz der beiden Zweige wird zur Kompoundierung der Erregermaschine benutzt[37]. Bei den Schnellzuglokomotiven wird an Stelle des Stabilisierungswiderstandes auf der gleichen Welle wie die Erregermaschine und deren Antriebsmotor ein Gleichstrom-Reihenschlußmotor als Hilfsmotor verwendet, den man zur Erzielung einer genügenden Reaktanz so entworfen hat, daß er für den ganzen Bereich auf dem geraden Ast der Charakteristik arbeitet[38]. Beide Schaltungen verfolgen den gleichen Zweck: den Einfluß der bei raschen Änderungen der Fahrdrahtspannung allein zur Wirkung kommenden verschiedenen Induktivität von Erregerkreis und Stabilisierungskreis auszugleichen.

Die Ferrocarriles Vascongados elektrisieren ihre meterspurige, 115 km lange Hauptlinie von Bilbao nach St. Sebastian. Außer 11 vierachsigen Triebwagen sind im verflossenen Jahre 10 Lokomotiven, Achsfolge B_0 - B_0 von 44 t Dienstgewicht in Auftrag gegeben worden, die bei 36,5 km/h einstündig eine Zugkraft von 5900 kg entwickeln. Der Antrieb der Radachsen erfolgt durch Achsmotoren in Tramaufhängung.

In Elektrisierung begriffen ist die Strecke Ripoll—Puigcerdà (49 km), für eine große Anzahl größerer und kleinerer Überlandbahnen wird sie ernsthaft erwogen.

Italien.

Vielleicht die stetigste Ausdehnung erfährt vergleichsweise der elektrische Zugbetrieb in Italien. Nach dem traditionellen italienischen Drehstromsystem mit 3600 V Fahrdrahtspannung und 16⅔ Hz ist im Jahre 1927 die Strecke Bologna—Bagni della Porretta—Florenz (132 km) elektrisiert worden. Die einfache Länge aller heute in Betrieb stehenden Drehstromstrecken umfaßt 1062,7 km. Nach dem gleichen System ist die Elektrisierung in Durchführung begriffen, bzw. im Jahre 1927 beschlossen worden auf den Strecken Bozen—Brenner (90 km), Savona—Ventimiglia (108 km), Sampierdarena—Ovada—Alessandria (75 km), Spezia—Parma (120 km), Ceva—Cuneo (51 km) und Cuneo—S. Dalmàzzo di Tenda (59 km).

Der Park an Lokomotiven dieser Stromart, der zu Ende 1926 510 Maschinen umfaßte, erfuhr im Jahre 1927 keine Erweiterung. Dagegen wurden im verflossenen Jahre 205 Güterzuglokomotiven, Achsfolge E (Gruppe E 554) und 20 Schnellzuglokomtiven, Achsfolge 1 D 1 (Gruppe E 432) in Auftrag gegeben. Erstere wiegen 75 t und entwickeln bei den beiden durch Kaskaden- und Parallelschaltung der Motoren zu erzielenden Geschwindigkeitstufen von 25 und 50 km/h eine Dauerzugkraft von 12 000 kg, letztere wiegen 89 t und entwickeln bei den drei unteren Geschwindigkeitstufen von 37,5, 50 und 75 km/h eine Dauerzugkraft von 12 000 kg und bei der obersten Geschwindigkeitstufe von 100 km/h eine Dauerzugkraft von 7000 kg. Dabei werden im Gegensatz zu den bestehenden 1 C 1-, 2 C 2- und 1 D 1-Schnellzuglokomotiven der Gruppen E 330, E 331, E 332 und E 431 die Geschwindigkeitstufen von 50, 75 und 100 km/h durch Umschaltung der Motoren von 12 auf 8 bzw. 6 Pole und nur die erste Geschwindigkeitstufe von 37,5 km/h durch Kaskadenschaltung der achtpolig geschalteten Motoren erzielt. Bei den beiden genannten neuen Lokomotivtypen erfolgt der Antrieb von den beiden Motoren aus durch Vermittlung des Stangendreiecks von G. Bianchi[39].

In Süditalien wurde der elektrische Betrieb (650 V Gleichstrom, dritte Schiene) auf der Kopfstrecke Neapel—Pozzuoli Solfatara (17 km) der sogenannten „Direttissima" Neapel—Rom bis nach Villa Literno (21 km) ausgedehnt, dem Einmündungspunkt der von Benevento her über Caserta kommenden Linie, deren Elektrisierung gleichfalls beschlossen wurde. Der Betrieb wurde außer von 22 Triebwagen von 9 1 C 1-Lokomotiven der Gruppe E 321 durchgeführt, die gleich gebaut sind wie die 8 Lokomotiven der gleichen Gruppe, die auf der Strecke Mailand—Varese—Porto Ceresio (72,6 km) den Dienst versehen.

Im Jahre 1927 wurde ferner der elektrische Betrieb mit 3000 V Gleichstrom und Fahrdrahtoberleitung auf der Strecke Benevento—Foggia (102 km) aufgenommen. An Fahrzeugen sind 14 Lokomotiven mit der Achsfolge **B_0 - B_0 - B_0 (Gruppe E 625 und E 626)** und Achsmotoren in Tramaufhängung teils bereits abgeliefert, teils noch im Bau, die rd. 86 t bzw. 93 t wiegen und einstündig eine Zugkraft von 13 700 kg, bzw. 6100 kg bei 45,7 bzw. 75 km/h entwickeln. Bei Talfahrt werden auch diese Lokomotiven unter Stromrückgabe ans Netz gebremst.

Schließlich wurde auf einem Abschnitt der Strecke Rom—Tivoli—Sulmona (172 km) der elektrische Betrieb mit 10 000 V Drehstrom und der industriellen Frequenz von 45 Hz in beschränktem Umfang aufgenommen. Der Lokomotivpark umfaßt:

1. 10 Lokomotiven Achsfolge 1 D 1 (Gruppe E 472) von 94,4 t Dienstgewicht, die bei den drei Geschwindigkeitstufen von 37,5, 50 und 75 km/h einstündig eine Zugkraft von 12 000, 12 000 bzw. 8500 kg entwickeln[40].

2. 4 Lokomotiven Achsfolge 1 D 1 (Gruppe E 470) von 90 t Dienstgewicht, die bei den vier Geschwindigkeitstufen von 37,5, 50, 75 und 100 km/h einstündig eine Zugkraft von 6600, 6000, 8500 und 7000 kg entwickeln.

3. 4 Lokomotiven Achsfolge E (Gruppe E 570) von 73 t Dienstgewicht, die bei den beiden Geschwindigkeitstufen von 25 und 50 km/h einstündig eine Zugkraft von 10 000 und 12 000 kg entwickeln.

Außer auf den erwähnten Staatsbahnlinien wurden auch im abgelaufenen Jahre eine Anzahl privater, z. T. normalspuriger, großenteils aber schmalspuriger Überlandbahnen mit Gleichstrom von 1200 ... 2400 V, ja sogar mit 3000 V Fahrdrahtspannung (Ferrovia Nord Milano) elektrisiert, die einzeln aufzuzählen hier zu weit führen würde.

Tschechoslowakei.

Es wurden Probefahrten auf einigen Vorortstrecken von Prag aufgenommen, die zunächst elektrisiert worden waren[41]. Bis zum Jahresende waren die fünf 1 D_0 1-Schnellzuglokomotiven (Reihe E 465 und E 466), eine Güterzuglokomotive, Achsfolge B_0 - B_0 (Reihe E 436), und eine Verschublokomotive, Achsfolge B_0 - B_0 (Reihe E 424 · 100) angeliefert, über die an dieser Stelle vor kurzem berichtet wurde[42]. Im Jahre 1928 soll mit der Elektrisierung der Strecke Prag—Böhmisch Trübau (164 km) begonnen werden.

Fremde Erdteile.

Vergleichsweise gering ist der Fortschritt der elektrischen Zugförderung außerhalb Europas. In den V. S. Amerika hat die Great Northern Bahn den elektrischen Betrieb auf der rd. 40 km langen Strecke von Skykomish nach Cascade (Wash.) aufgenommen, auf der zunächst zwei Umformerlokomotiven (Einphasen-Gleichstrom), Achsfolge 1 D_0 1 - 1 D_0 1 (Reihe 5001) und 2 + 2 Umformerlokomotiven, Achsfolge 1 C_0 - C_0 1 (Reihe 5011) den Dienst versehen; erstere entwickeln bei 325 t Dienstgewicht eine Dauerzugkraft von 40 000 kg bei 25 km/h, letztere wiegen 235 t, die Maschine kann einstündig eine Zugkraft von 30 500 kg bei 29,3 km/h entwickeln. Der Antrieb der Radachsen erfolgt durch Achsmotoren in Tramaufhängung, die an einen Einphasen-Gleichstrom-Synchronmotor-Generator in Leonardschaltung angeschlossen sind. Von den großen Bahngesellschaften hat nur die Pennsylvania Rd. in größerem Maßstab die Elektrisierung ihrer Linien fortgesetzt. Umgestellt wurden auf die neue Betriebsform die Strecken Philadelphia—Wilmington und Philadelphia—West Chester mit zusammen 84 km einfacher Länge. Als Triebmittel dienen 128 Triebwagen für einphasigen Wechselstrom (11 000 V, 25 Hz). Für die New-Yorker Vorortstrecken (New York City—Manhattan Transfer u. a.) wurden weitere 15 Lokomotiven Achsfolge 1 B - B 1 beschafft, die wie die bestehenden Lokomotiven dieser Bauart (Reihe 3928) teils nur für Gleichstrombetrieb (650 V, dritte Schiene), teils wahlweise auch für Betrieb mit einphasigem Wechselstrom (11 000 V, 25 Hz) Verwendung finden.

In Chile hat die Chilian Transandine Railway ihr auf chilenischem Gebiet liegendes Teilstück der etwa 116 km langen Bahn über die Anden, die von Los Andes nach Zanjon Amarillo führt, auf elektrischen Betrieb umgestellt (3000 V Gleichstrom) und diesen mit drei Lokomotiven, Achsfolge 1 C - C 1 für gemischten Zahnstangen- und Adhäsionsbetrieb aufgenommen. Das Anhängegewicht jeder Lokomotive bei Fahrt in Richtung Los Andes—Zanjon Amarillo (80 ‰ höchste Steigung) beträgt 150 t, in der Richtung Zanjon Amarillo—Los Andes (60 ‰ höchste Steigung) dagegen 200 t. Die größte Steigung der Adhäsionstrecke wird mit 28 km/h, die der Zahnstangenstrecke mit 14 km/h befahren. Die Lokomotiven wie-

[37] D. R. P. 38? 995, Schweiz. P. 106 372, F. P. 555 166.
[38] D. R. P. 400 074, F. P. 583 378, E. P. 219 ?81.
[39] D. R. P. 380 044, Schweiz. P. 100 608, F. P. 550 170.

[40] ETZ 1927, S. 997.
[41] ETZ 1925, S. 655; 1927, S. 1888.
[42] ETZ 1927, S. 1859.



gen 85 t und sind mit zwei Triebzahnrädern und sechs Motoren ausgerüstet, von denen je zwei gemeinsam über ein doppeltes Vorgelege auf die drei gekuppelten Triebachsen einer Lokomotivhälfte arbeiten. Das Triebzahnrad, das je zwischen den beiden innern Triebachsen liegt, wird vom zugehörigen Motor ebenfalls über eine doppelte Zahnradübersetzung angetrieben. Adhäsions- und Zahnradantriebe sind voneinander unabhängig.

Eine größere Bahnelektrisierung ist noch in Britisch-Indien im Gange, wo die Great Indian State Railways die zum Netz der Great Indian Peninsula Railway[43] gehörigen breitspurigen (1676,4 mm) Strecken Kalyan—Igatpuri (81 km) und Kalyan—Poona (137 km) auf elektrischen Betrieb (1500 V Gleichstrom) umstellen. Außer aus Motortriebwagen, die auf der bereits elektrisierten Strecke Bombay—Kalyan (53 km) Dienst tun, wird der Fahrpark bestehen aus:

1. 41 Güterzuglokomotiven $\left(\text{Reihe } 4500 \ \frac{\text{EF}}{1}\right)$, Achsfolge C-C, 122 t Dienstgewicht und 17 000 kg Dauerzugkraft bei 32,5 km/h. Der Antrieb der dreiachsigen Drehgestelle erfolgt durch einen Doppelmotor über ein gemeinsames großes Zahnrad mittels schräger Triebstange.

2. 2 Schnellzuglokomotiven $\left(\text{Nr. } 4002 \ \frac{\text{EC}}{1} \text{ und } 4001 \ \frac{\text{EB}}{1}\right)$, Achsfolge 2 $C_0$2, 110 t bzw. 105 t Dienstgewicht und 7500 kg bzw. 9900 kg Dauerzugkraft bei 65 km/h bzw. 60 km/h. Jede Triebachse wird durch einen Doppelmotor angetrieben, und zwar bei der einen Lokomotive unter Vermittlung des Einzelachsantriebes von Brown-Boveri—Buchli, bei der andern unter Verwendung einer Hohlwelle, die mit ihrer Triebachse durch eine von der Maschinenfabrik Oerlikon herrührende Gelenkkuppelung verbunden ist. Diese besteht aus einem trapezoidförmig gebildeten starren Rahmen, dessen gegenüberliegende Eckpunkte paarweise über Kuppelstangen mit dem Triebrad und über Kulissen und Gleitsteine mit dem Zahnrad verbunden sind[44]. Bei letzterem ist die Federung in der Weise ausgebildet, daß die Übertragungsorgane zwischen der festen Nabe und dem verschiebbar gelagerten Zahnkranz für sich abgeschlossene federnde Einheiten bilden, die aus je einem annähernd radial angeordneten Übertragungshebel bestehen. Dieser hat in der Drehrichtung federnde Seitenflächen und ist mit einem Ende im einen Radteil im Drehsinne derart pendelnd gelagert, daß sich der Radkranz gegenüber der Nabe annähernd um die Summe der Durchbiegungen der federnden Hebelseiten verschieben kann. Die federnden Seitenflächen der Übertragungshebel bestehen aus geschichteten, durch Tragzapfen lose verbundenen Blattfedern[45].

3. 1 Schnellzuglokomotive $\left(\text{Nr. } 4000 \ \frac{\text{EA}}{1}\right)$, Achsfolge 2 $C_0$1, 100 t Dienstgewicht, 7900 kg Dauerzugkraft bei 61 km/h und Antrieb der Triebachsen durch je zwei Motoren unter Zwischenschaltung des von J. Buchli der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur, angegebenen „Universalantriebes"[46]. Dieser ist dem obenerwähnten bei der 2 $D_0$1-Schnellzuglokomotive (Reihe E 2151) der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft angewendeten Antrieb der Linke-Hofmann-Werke ähnlich, unterscheidet sich aber von diesem vorteilhafterweise dadurch, daß die beiden Ritzel der beiden Motoren je für sich auf zwei auf gemeinsamer Welle sitzende Zahnräder arbeiten, zwischen denen in konstruktiver Vereinigung ein weiteres Zahnrad angeordnet ist. Letzteres steht mit dem Triebzahnrad allein in Eingriff, das auf einer die Triebachse umschließenden Hohlachse sitzt. Die Verbindung zwischen dieser und der Triebachse erfolgt durch eine in das Triebzahnrad eingebaute allseitig bewegliche Kuppelung, die im wesentlichen aus einem starren Viereckrahmen besteht, dessen Eckpunkte in Kulissen enden; die Gleitklötze derselben bzw. deren Zapfen gehören abwechselnd dem Triebzahnrad bzw. dem Triebrad zu[47].

— — —

Zusammenfassend läßt sich über die Entwicklung der elektrischen Zugförderung folgendes sagen. Der Streit um das geeignetste System für die Elektrisierung von Bahnen schlechtweg hat durch die endgültigen Festlegungen auf das eine oder andere System in den einzelnen Ländern viel von seiner einstigen Schärfe verloren und steht eigentlich im Begriffe, zu verlöschen, da für Überland- oder Stadtbahnen, d. h. Bahnen mit ausschließlich Triebwagenbetrieb die Verwendung von Gleichstrom mit Spannungen von 750 ... 3000 V außer Zweifel steht, und für Vollbahnen die Zweckmäßigkeit der Einfügung des Strombezugs in die allgemeine Energieversorgung neuerdings um so weniger bestritten wird, als diese heute bei allen in Frage kommenden Stromsystemen in wirtschaftlicher Weise möglich ist und mit Erfolg durchgeführt wird. Damit hat sich das Gesamtproblem der elektrischen Zugförderung auf Vollbahnen auf eine Reihe von Einzelprobleme spezialisiert, unter denen das der Ausbildung bzw. konstruktiven Durchbildung der Triebmittel und der elektrischen Lokomotive im besonderen das wichtigste ist, das innerhalb der nächsten Jahre im Vordergrund des Interesses und mit der Frage der zweckmäßigsten Form des Antriebes, der Bauart der Motoren bzw. Transformatoren, der Steuerung und der Hilfsapparate im Brennpunkt der Entwicklung stehen wird. Sachs.

[43] ETZ 1928, S. 619, 727.
[44] D. R. P. 424 234, Schweiz. P. 111 066, F. P. 600 794.
[45] D. R. P. angem. M. 97 867, Schweiz. P. 123 374.
[46] F. P. 624 889, E. P. 273 507. — ETZ 1928, S. 727.
[47] Schweiz. P. 90 217.

Turbinenexplosion.

Eine ungewöhnlich heftige Turbinenexplosion ereignete sich am 9. III. 1928 beim Landwirtschaftsministerium der V. S. Amerika zu Washington[1]. Die Turbine war als einstufige Turbine für 8 atü bei 6000 U/min zum Antrieb eines 300 kW-Gleichstromgenerators über ein Zahnradvorgelege ausgelegt und seit 6 Jahren anstandslos in Betrieb. Der Abdampf der Turbine wurde für Heizzwecke sowie für den Betrieb von Speisewasservorwärmern verwendet. Der Sicherheitsregler hatte sich in einwandfreier Verfassung befunden und noch wenige Tage vor der Explosion ordnungsgemäß angesprochen. Die Gewalt der Explosion war so stark, daß die Turbine fast vollständig in Trümmer ging, ohne daß jedoch der Generator in Mitleidenschaft gezogen wurde. Die beiden Seitenwände des Gehäuses wurden vollkommen zerstört. Der Mittelteil des Gehäuses war bis auf die obere Hälfte, durch welche anscheinend einige Schaufeln ihren Weg zur Decke des Maschinenraumes genommen hatten, unversehrt geblieben. Die Radscheibe selber war durch die eine Gehäusewand herausgeschleudert, jedoch mit Ausnahme der Schaufeln, die sämtlich zerbrochen waren, nur unwesentlich beschädigt worden. Zwei mit einem Spiel von 1,25 mm um die Nabe der Radscheibe angeordnete Ringe, welche bei einer Unbalance des Rades infolge übermäßig hoher Drehzahl als Reibungsbremse ansprechen sollten, waren ebenfalls abgebrochen und durch die beiden Seitenwände des Turbinengehäuses in den Maschinenraum geschleudert worden. Die Turbinenwelle war einige Zentimeter vor der Radscheibe gebrochen, während auf der andern Seite der Scheibe ein Bruch zwischen Welle und dem mit der Welle zusammengeschmiedeten Verbindungsflansch mit der Radnabe erfolgt war. Die turbinenseitige Getriebewelle war an zwei Stellen inner- und außerhalb des Getriebegehäuses gebrochen.

Die Ursachen der Explosion konnten bisher nicht eindeutig geklärt werden, zumal die Regler nach dem Betriebsunfall in einwandfreiem Zustand waren und auch der Befund der beiden Bremsringe keine Anhaltspunkte für ein Durchgehen der Turbine ergab. Nach Aussage eines Maschinenwärters hatte dieser kurz vor dem Unfall ein verdächtiges Geräusch in der Turbine gehört und war im Begriff, die mit etwa ⅓ Last arbeitende Turbine abzustellen, als bereits die Explosion erfolgte. Es wurde zunächst vermutet, daß übermäßiger Gegendruck die Zerstörung der Gehäusewand verursacht hätte; doch wurde festgestellt, daß der Gegendruck zur Zeit des Unfalls weniger als 0,35 atü betrug. Ob die Explosion auf einen Wellenbruch infolge Ermüdung des Materials zurückzuführen ist, erscheint nach den bisherigen Ermittlungen ebenfalls sehr zweifelhaft. Bei der nach der Explosion vorgenommenen mechanischen Prüfung der Rotorwelle wurde eine Zugfestigkeit von 5000 ... 5300 kg/cm², bei der Getriebewelle eine solche von 6000 kg/cm² festgestellt. Die Turbine wurde nach dem Unfall ausgebaut und zwecks genauer Untersuchung in die Werkstätten der Herstellungsfirma zurückgesandt. *Wa.*

[1] A. D. Blake, Power Bd. 67, S. 680.

Die neuesten Vorschriften und Normen des VDE.

Von **A. Molly,** Oberingenieur beim VDE, Berlin.

Wohl allerseits besteht der Wunsch, daß die Bestimmungen, die der VDE herausgibt, möglichst lange unverändert bestehen bleiben. Nur hierdurch ist eine Stetigkeit in der Herstellung der elektrotechnischen Erzeugnisse und in der Installation verbürgt. Diesem Wunsche wird von den Kommissionen, die die Vorschriften für die einzelnen Gebiete bearbeiten, weitestgehend Rechnung getragen. Leider läßt es sich aber bei dem Fortschreiten der Technik nicht vermeiden, daß von Zeit zu Zeit den neueren Anschauungen entsprechend Änderungen und Verbesserungen an den Vorschriften vorgenommen werden müssen. Teilweise ist es außerdem notwendig, für neue Gebiete grundlegende Bestimmungen herauszugeben, damit gleich von vornherein hierfür gewisse Richtlinien festgelegt werden, um eine Zersplitterung und Verwilderung in der Herstellung hintanzuhalten. Diese Gesichtspunkte waren — wie immer — für die VDE-Kommissionen maßgebend, die seit der letzten Jahresversammlung 1927 in Kiel in langwierigen Beratungen Änderungen oder neue Entwürfe aufgestellt und der Jahresversammlung 1928 des VDE, der höchsten Instanz, zur Beschlußfassung vorgelegt haben.

Ursprünglich hat die Absicht bestanden, für die grundlegende und wichtigste Arbeit des VDE, die „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen", der Jahresversammlung 1928 eine neue Fassung vorzulegen. Diese Neuausgabe kann jedoch erst der nächstjährigen Jahresversammlung 1929 unterbreitet werden. Da aber verschiedene Bestimmungen in den zur Zeit in Kraft befindlichen Errichtungsvorschriften mit Rücksicht auf das Fortschreiten der Praxis nicht mehr zeitgemäß sind, sind die vordringlichsten Änderungen in dem bisherigen Wortlaut der Vorschriften von der Jahresversammlung 1928 als Richtlinien mit der Maßgabe genehmigt worden, daß diese Änderungen vom 1. Juli 1928 ab bis zur Inkraftsetzung der der Jahresversammlung 1929 vorzulegenden endgültigen Fassung der gesamten Vorschriften zu befolgen sind.

Die Änderungen in den Errichtungsvorschriften erstrecken sich nur auf die §§ 2, 3, 14, 18, 20, 38, 39 und 42.

In § 2, der die Begriffsbestimmungen umfaßt, ist der Begriff der „feuchten, durchtränkten und ähnlichen Räume" schärfer gefaßt; gerade diese Räume verursachen den Installateuren die meisten Schwierigkeiten. Besonders wichtig ist die neue Fassung des § 3, der den Schutz gegen zufällige Berührung behandelt. Auch hier ist der Wortlaut gegenüber der bisher bestehenden Fassung fester umrissen worden, und die einzelnen Schutzmaßnahmen, die als Schutz gegen zu hohe Berührungsspannungen in Betracht kommen: Isolierung, Kleinspannung, Erdung, Nullung und Schutzschaltung sind eingehender, als es bisher der Fall war, behandelt.

Von einschneidender Bedeutung für die Installation sind die Änderungen des § 20. Fortan ist der Mindestquerschnitt für alle Kupferleiter in und an Beleuchtungskörpern 0,75 mm², anstatt des bisher zulässigen Querschnittes von 0,5 mm².

Ferner müssen künftig alle festverlegten isolierten Leitungen sowie festverlegte umhüllte Leitungen, Rohrdrähte und Bleikabel (Bleimantelleitungen) einen geringsten Querschnitt von 1,5 mm² (statt bisher 1 mm²) haben.

Die §§ 38 und 39 behandeln die besonderen Installationsvorschriften für Theater, Lichtspielhäuser, Kleinkunstbühnen, Zirkus und diesen gleichzustellende Versammlungsräume. Die Bestimmungen für diese Installationen sind den heutigen Bedürfnissen neu angepaßt worden und enthalten gegenüber den bisherigen wesentliche Änderungen.

In Anlehnung an die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren" sind neu die „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R. E. T. K./1928" aufgestellt und von der Jahresversammlung angenommen worden.

Es haben nur Bestimmungen für die Konstruktion und Prüfung derartiger Transformatoren Aufnahme gefunden, deren Leistung für den Regelfall zunächst auf höchstens 1500 VA beschränkt bleibt und deren Sekundärspannung 42 V nicht übersteigt. Höhere Leistungen sind für Einzelantriebe erlaubt, wenn sie im speziellen Fall für die eine oder andere Werkzeugmaschine erforderlich sind.

Bestimmungen über die Installation von Kleinspannungsanlagen sind in diesen Regeln jedoch nicht enthalten, ebensowenig Bestimmungen für die zweckentsprechende Verwendung derartiger Schutztransformatoren mit Kleinspannungen.

Von besonderem Interesse dürfte die Frage der Anschlüsse derartiger Schutztransformatoren mit Kleinspannungen sein. Sie dürfen nach den neuen Regeln als Einphasentransformator nur einen zweipoligen, als Dreiphasentransformator nur einen dreipoligen Netzanschluß haben.

Auf der Unterspannungsseite darf im allgemeinen nur eine Verbrauchsspannung, bei Drehstromtransformatoren kann jedoch außerdem noch die sekundäre Nullpunktspannung herausgeführt werden.

Von den sonstigen Bestimmungen der neuen Regeln sind von Bedeutung die über die Anzapfungen und Umschaltungen, wobei zu bemerken ist, daß Änderungen der bestehenden Schaltungen nur durch den Hersteller oder die von ihm ausdrücklich ermächtigten Elektrizitätswerke oder Selbstverbraucher zulässig sind, da Berichtigungen des Leistungsschildes erforderlich werden. Im Gegensatz hierzu ist die Betätigung der zum Ausgleich örtlicher und zeitlicher Spannungschwankungen vorgesehenen Anzapfungen von ± 7 % allgemein erlaubt, da sie unabhängig von einer Berichtigung des Leistungsschildes ist.

Ferner sind die allgemein in den VDE-Vorschriften immer wiederkehrenden Bestimmungen über Erdung, Wicklungen, Isolierfestigkeit, Erwärmung und Aufschriften sowie besondere Bestimmungen für ortsveränderliche Schutztransformatoren enthalten. Letztere müssen als primäre Verbindungen entweder unlösbar mit ihnen verbundene Leitungen oder fest eingebaute Steckerstifte haben. Die Verbindungsleitung darf nicht länger als 2 m sein, Zwischenstücke zur Verlängerung sind unzulässig.

Stecker zur Abnahme der Unterspannung müssen dabei so ausgeführt sein, daß sie in Steckdosen der Oberspannungseite nicht eingeführt werden können und auch beim Versuch ihrer Einführung keine leitende Verbindung herzustellen vermögen.

Erwähnt sei noch, daß Schutztransformatoren zum Anschluß von Spielzeugen mit mehreren Sekundärspannungen ausgeführt werden dürfen. Es darf dabei aber keine höhere Leerlaufspannung als 33 V auftreten, auch nicht durch Hintereinanderschaltung mehrerer unter Umständen unabhängiger Spannungstufen.

Die neuen Bestimmungen für Schutztransformatoren werden künftighin sehr wichtig sein, da diese Transformatoren vorzugsweise in Anlagen verwendet werden, in denen gemäß § 3 der Errichtungsvorschriften wegen der dort vorhandenen besonderen Gefahr entsprechende Schutzmaßnahmen gegen das Auftreten zu hoher Berührungsspannungen zu treffen sind und eine andere der eingangs genannten Schutzmaßnahmen untunlich erscheint, so daß auf die Kleinspannung von nicht mehr als 42 V zurückgegriffen wird.

In den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L./1928", deren letzte Fassung 1927 in Kiel angenommen wurde, hat sich die Notwendigkeit ergeben, die Bestimmungen für Rohrdrähte und Bleimantelleitungen zu ändern. Mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Erdung, Nullung und Schutzschaltung müssen diese Leitungen mit einem besonderen Kupferleiter versehen sein. Die neuen von der Jahresversammlung 1928 angenommenen Änderungen enthalten demgemäß die notwendigen Konstruktionsangaben für diese immer mehr aufkommenden Leitungsarten. Außerdem wurden in den bisherigen Vorschriften in den §§ 3 und 22 redaktionelle Änderungen vorgenommen.

Da in den am 1. Juli 1928 in Kraft tretenden „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von



Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R. E. S./1928" für „thermisch wirkende Auslöser und Relais" keine besonderen Bau- und Prüfbestimmungen enthalten sind, hat die zuständige Kommission diese zusätzlichen Bestimmungen für Motorschutzschalter der verschiedensten Bauarten aufgestellt, die in Form von Leitsätzen von der Jahresversammlung angenommen wurden.

In den „Leitsätzen für Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung" ist der 1. Absatz, der allgemeine Begriffserklärungen enthält, von sehr großer Wichtigkeit, da er die Frage des Schutzes von Motoren eingehend behandelt und den Schutzwert für den Motor der bisher üblichen, sich wesentlich unterscheidenden Einrichtungen kritisch betrachtet.

Die Baubestimmungen für Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Auslösung lehnen sich im wesentlichen an die R. E. S. an. Neu aufgestellt sind die Bestimmungen für die thermischen Auslöser selbst. Die Leitsätze enthalten ferner eingehende Prüfbestimmungen und Angaben über die Verwendung von Motorschutzschaltern.

Die umfangreichste Arbeit, die von der Jahresversammlung angenommen worden ist, sind die neuesten „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I./1928". Für das Gebiet der Installationsmaterialien galten bisher folgende Vorschriften:

Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial,

Vorschriften, Regeln und Normen für plombierbare Hauptleitungsabzweigkästen 500 V,

Vorschriften, Regeln und Normen für einpolige Drehschalter 6 A 250 V,

Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 6 A 250 V,

Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 10 A 250 V,

Vorläufige Leitsätze für die Prüfung des Berührungschutzes bei nackten Fassungen, Armaturen und Handleuchtern,

Vorschriften für Isolierrohre.

Da einerseits ein Teil dieser Vorschriften erstmalig am 1. Juli 1928 in Kraft treten sollte, anderseits in den verschiedenen bereits gültigen Vorschriften einzelne Bestimmungen immer wiederkehrten, war es notwendig, alle Bestimmungen für Installationsmaterial zu einer einzigen Arbeit zusammenzufassen. Bei der Wichtigkeit dieses Materials und bei dem großen Umfang, den die Herstellung und Verwendung von Installationsmaterialien hat, wird in einer besonderen Abhandlung auf die wichtigsten Bestimmungen noch eingegangen werden.

Im Jahre 1925 wurden „Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Stehlampen" herausgegeben. Die Jahresversammlung 1928 hat nunmehr auch „Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V" angenommen. Unter diese Vorschriften fallen Kronen, Zuglampen, Deckenbeleuchtungen, Wandarme u. dgl.

Da an den Arbeiten bereits alle interessierten Kreise, insbesondere die Beleuchtungskörperindustrie, Groß- und Einzelhandel, die Vertreter der Installateure und der Elektrizitätswerke teilgenommen haben, ist mit einer sehr baldigen Durchführung dieser Vorschriften, die am 1. Juli 1930 in Kraft treten, zu rechnen. Bemerkt sei, daß jedoch noch bis zum 30. Juni 1932 Beleuchtungskörper in den Handel gebracht werden können, die den neuen Vorschriften nicht entsprechen. Die Vorschriften selbst sind in ihrem Aufbau den Vorschriften für Stehleuchter angepaßt. Die Einzelteile, wie Fassungen, Leitungen, müssen den jeweils gültigen sonstigen VDE-Vorschriften entsprechen. Durch die neue Arbeit wird einem seit lange bestehenden Bedürfnis abgeholfen. Es sind die bisher an allen möglichen Stellen in den VDE-Vorschriften aufgeführten Forderungen, die bei der Herstellung elektrischer Beleuchtungskörper in bezug auf elektrische Sicherheit zu beachten sind, zusammengefaßt.

Für die Prüfung von Porzellanisolatoren bestanden bisher 2 Vorschriften: „Normen und Prüfvorschriften für Porzellanisolatoren", gültig vom 1. Oktober 1920, sowie die „Leitsätze für die Prüfung von Hängeisolatoren", gültig vom 17. Oktober 1922. Da zwischen beiden gewisse Unstimmigkeiten bestanden und manche Bestimmungen der heutigen Praxis nicht mehr entsprachen, ist eine neue Arbeit „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren für Spannungen von 1000 V an" von der Jahresversammlung 1928 angenommen worden. In den neuen Leitsätzen sind die jeweiligen Prüfverfahren genau festgesetzt, wobei eine Trennung zwischen Stückprüfung (Prüfung sämtlicher Stücke) und Stichproben vorgenommen worden ist.

Es wird z. B. die mechanische Prüfung jedes Stückes als Stückprüfung vorgeschrieben, und zwar mit Belastungswerten je nach der Porzellanhöhe (bei Kappenisolatoren) bzw. nach dem Schaftdurchmesser an der Einspannstelle (bei Vollkernisolatoren).

Als Stichproben sind u. a. vorgesehen: Durchschlagprüfung, Prüfung auf Empfindlichkeit gegen Wärmeschwankungen, mechanische Dauerprüfung; ferner sind Bestimmungen über die Prüfung der Saugfähigkeit des Scherbens in den neuen Leitsätzen enthalten.

Auf dem Gebiete der Isolierstoffe werden der nächsten Jahresversammlung zahlreiche neue Arbeiten vorgelegt werden. Die diesjährige Jahresversammlung hat die „Leitsätze für die Prüfung von Isolierbändern" angenommen. Die Leitsätze enthalten Prüfmethoden zur Feststellung der Klebekraft des Isolierbandes im Anlieferungszustand und nach der Alterung sowie Prüfmethoden zur Prüfung der Zerreißfestigkeit, Brennbarkeit und der elektrischen Durchschlagfestigkeit.

Mit Rücksicht auf die Störungen, die Hochfrequenz-Heilgeräte bei ihrem Betrieb bei benachbarten Funkempfängern verursachen, bestand seit langer Zeit ein Bedürfnis, für diese Geräte besondere Vorschriften herauszugeben.

Die Jahresversammlung 1928 hat die „Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heilgeräten" angenommen. Es ist beabsichtigt, diese Regeln später in Vorschriften zu ändern. Die vorläufigen Regeln enthalten gleichzeitig Baubestimmungen für die Heilgeräte, die als Handgeräte anzusehen sind und hinsichtlich des Berührungschutzes wie ähnliche Geräte, z. B. Heißluftduschen, elektrische Brennscheren, ausgeführt sein müssen.

Ferner hat die Jahresversammlung, dem Antrage der Kommission für Lichttechnik folgend, zwei von der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft aufgestellte Arbeiten angenommen. Bereits 1925 wurde eine Arbeit „Licht, Lampen und Beleuchtung" von der Jahresversammlung genehmigt. Inzwischen hat die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft die Bezeichnungen und Einheiten lichttechnischer Größen neu bearbeitet und eine neue Fassung in den „Regeln für die Bewertung von Licht, Lampen und Beleuchtung" festgelegt.

Im Jahre 1921 wurde eine Reihe von Arbeiten auf dem Gebiete der Lichttechnik außer Kraft gesetzt, da sie den Fortschritten der Technik nicht mehr entsprachen. Hauptsächlich handelte es sich hierbei um die Photometrierung und um Sonderbestimmungen für Bogenlampen. Nunmehr hat die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft „Regeln für die Photometrierung elektrischer Lampen" aufgestellt, denen die Jahresversammlung ihre Zustimmung gegeben hat.

Diese Regeln umfassen Bestimmungen für die Ausführung der Lichtmessung sowie für die Ausführung der beim Photometrieren notwendigen elektrischen Messungen.

Zu einzelnen der vorerwähnten neuen, von der Jahresversammlung 1928 des VDE genehmigten Arbeiten gehören Normblätter, insbesondere zu den „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I./1928". Teilweise sind bestehende Normblätter geändert worden, teilweise sind neue Normblätter aufgestellt bzw. sind Maßangaben, die seit Jahren bestehen, in Form von Normblättern gebracht worden.

Das Glimmlichtrohr als Gleichrichter von Wechselströmen.

Von Dr. **Georg Seibt**, Berlin.

Übersicht. Die für die Wirkungsweise von Glimmlicht-Gleichrichterrohren maßgebenden physikalischen Gesichtspunkte werden besprochen. Für Vollweg-Gleichrichterrohre wird ein neues Prinzip zur Erhöhung der Leistung angegeben. Einige technische Ausführungsformen neuzeitlicher Gleichrichterrohre werden beschrieben.

In neuerer Zeit hat die Gleichrichtung von Wechselströmen mittels Glimmlichtrohren eine mehr und mehr steigende Bedeutung gewonnen, insbesondere werden derartige Rohre bei Netzanschlußgeräten, die zur Speisung von Rundfunkempfängern dienen, in immer größerem Umfange verwendet. Da die Entladungserscheinungen in solchen Glimmlichtrohren den Technikern bisher ziemlich fern lagen, soll nachstehend über die für den Gleichrichtereffekt maßgebenden Gesichtspunkte kurz berichtet werden. Des weiteren werden ein für die Gleichrichtung neues Prinzip sowie die Konstruktion einiger Glimmlichtrohre beschrieben, die in meinen Laboratorien unter besonderer Mitwirkung von Dipl.-Ing. Salomon ausgearbeitet wurden.

Der Gleichrichtereffekt in einem Glimmrohr beruht auf der Kombination zweier Erscheinungen der Glimmentladung. Erstens ist die Stromstärke, die eine Glimmkathode bei gegebener Spannung aufnimmt, ihrer Oberfläche proportional. Wird also die Oberfläche der einen Elektrode sehr groß, die der anderen sehr klein gewählt, so fließt bei gegebener Spannung ein großer Strom, wenn die große Oberfläche Kathode, ein kleiner, wenn die kleine Oberfläche Kathode ist. Die Spannung in der Glimmröhre muß dabei mindestens gleich der Summe des normalen Kathodenfalls, Anodenfalls und Spannungsverlustes in der Gasstrecke sein, die alle drei in erster Annäherung von der Stromstärke unabhängig sind. Unterhalb dieser Summe, der sog. Mindestbrennspannung, geht kein wesentlicher Strom durch das Rohr hindurch. Es darf hierbei nicht übersehen werden, daß die soeben gemachte Annahme, nämlich daß die Spannungen in beiden Richtungen gleich seien, im praktischen Betriebe nicht zutreffen kann, da ja in Reihe mit dem Ventilrohr stets ein Verbrauchskörper liegt. In der Richtung, in der der starke Strom fließt, wird vielmehr ein größerer Teil der verfügbaren Gesamtspannung vom Verbrauchskörper aufgenommen als in der entgegengesetzten Richtung, bei der der größte Teil der Spannung am Gleichrichter liegt. Diese Ungleichheit der Spannungen hat eine Minderung des Gleichrichtereffektes zur Folge, d. h. das Verhältnis der Ströme in beiden Richtungen wird etwas ungünstiger, als es bei Gleichheit der Spannungen wäre.

Der oben erwähnte, auf dem Größenunterschied der Kathoden- und Anodenoberfläche beruhende Gleichrichtereffekt ist für sich allein nicht ausreichend, um für die Praxis brauchbare Konstruktionen zu ermöglichen. Bei allen Glimmlicht-Ventilrohren wird vielmehr eine zweite Erscheinung zur Verbesserung des Stromverhältnisses ausgenutzt, auf die nunmehr eingegangen werden soll: Der Kathodenfall an einer Kathode liegt um so niedriger, und die Stromstärke der Glimmentladung an ihr ist unter sonst gleichen Verhältnissen um so größer, je niedriger die Ablösearbeit der Elektronen an dem benutzten Kathodenmaterial ist, oder vulgär ausgedrückt, je unedler das Metall der Kathode ist. Zur Erläuterung dieser Tatsache sei auf Zahlentafel 1 verwiesen, die eine Zusammenstellung der bisherigen Messungen des normalen Kathodenfalls an verschiedenen Metallen in Argon enthält. Sie zeigt, daß von den Metallen die Alkalimetalle den niedrigsten Kathodenfall haben.

Zahlentafel 1.

Metall	Normaler Kathodenfall	Metall	Normaler Kathodenfall
Cäsium	59 V	Zink	145 V
Kalium	64 „	Kadmium	145 „
Natrium	71 „	Eisen	163 „
Barium	93 „	Kupfer	170 „
Magnesium	120 „	Gold	170 „
Aluminium	140 „	Platin	170 „

In der Wahl verschiedenartiger Metalle für die beiden Elektroden liegt also das zweite Mittel, das dazu bestimmt ist, die Gleichrichterwirkung herbeizuführen bzw. zu erhöhen.

Der Anodenfall hat in der Regel unabhängig vom Material der Anode die Größe der Ionisierungsspannung des Gases, in dem die Glimmentladung erzeugt wird. Die Ionisierungsspannung der Gase findet sich in der folgenden Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2.

Gas	Ionisierungsspannung	Gas	Ionisierungsspannung
Quecksilber	10,4 V	Wasserstoff	13,6 V
Argon	15,1 „	Stickstoff	16,9 „
Neon	21,4 „	Sauerstoff	15,5 „

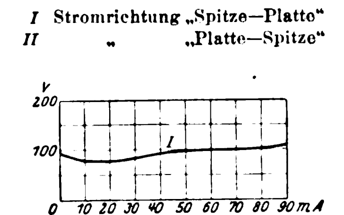
Der Spannungsverlust in der Gasstrecke hängt vom Abstand der Elektroden und der Nähe störender Gefäßwände ab und läßt sich bis auf wenige Volt herunterdrücken. Hieraus folgt, daß durch irgendwelche Einflußnahme auf den Anodenfall oder den Spannungsverlust in der Gasstrecke hinsichtlich der Gleichrichterwirkung nichts wesentliches gewonnen werden kann, sondern daß der Kathodenfall die einzige Stelle ist, wo man anzusetzen hat, um zu hohen Gleichrichterwirkungen zu gelangen.

Nun kommt es beim Kathodenfall lediglich auf das Material der Oberflächenschicht, nicht aber auf den inneren Kern an. Man kann daher bei der Konstruktion der Kathode auf solche Materialien zurückgreifen, die sich für den mechanischen Aufbau besonders gut eignen, wenn ihr Kathodenfall auch noch so hoch ist, man muß nur dafür sorgen, daß sie mit einer Schicht unedler Metalle, z. B. Cäsium, Kalium, Natrium, Barium oder Magnesium überzogen werden, was durch den sog. Gettervorgang leicht geschehen kann. Wird demnach ein Gleichrichter aus einer großen natriumüberzogenen Kathode, einer kleinen Anode aus reinem Nickel und Argonfüllung bei geringem Elektrodenabstand hergestellt, so ergibt sich nach Zahlentafel 1 u. 2

ein Verlust von rd. 71 V an der Kathode,
ein Verlust von rd. 15 V an der Anode,
und rd. 10 V in der Gasstrecke,

zusammen also 96 V.

Nach den bisherigen Darlegungen muß für den Gleichrichter in der gut durchlässigen Richtung eine Spannung verfügbar sein, die größer ist als die Verluste an der Kathode, der Anode und der Gasstrecke, damit die Entladung bestehen kann, während letztere in der schwer durchlässigen Richtung erst bei bedeutend höherer Spannung mit einer Stromstärke einsetzt, die um so geringer ist, je kleiner die Anodenoberfläche ist. Die an einem Einwegrohr aufgenommenen Kurven *I* und *II* der Abb. 1 bestätigen diese Überlegung. Sie zeigen, daß in der gut durchlässigen Richtung „Spitze—Platte" die Spannung am Rohr über den großen Strombereich von 0...90 mA ziemlich konstant ist, während in der schwer durchlässigen Richtung „Platte — Spitze" schon bei ganz kleinen Stromstärken eine ungleich größere Spannung erforderlich ist. Eine Steigerung der Stromstärke in dieser Richtung auf einige Milliampere kann nur durch mächtige Steigerung der Spannung erzielt werden, z. B. beträgt sie bei 3 mA bereits 300 V. Diese hohe Spannung wird im wesentlichen in dem jetzt anomalen Kathodenfall verbraucht, dessen Zusammenhang mit der Stromdichte wissenschaftlich noch kaum erforscht ist. Beim Gettern überziehen sich alle Elektroden mit dem Gettermaterial, aber dieses wird von den kleinen Elektroden infolge ihrer viel stärkeren Strom- und Spannungsbelastung im Betrieb sehr bald wieder zerstäubt, während es auf der großen Elektrode, der Gleichrichterkathode, erhalten bleibt.



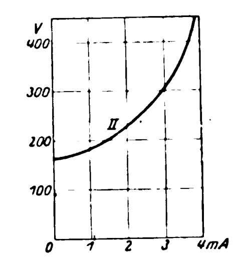


Abb. 1. Gleichrichtwirkung durch Unterschiede der Oberflächengröße der Elektroden.

Durch die Kombination von erstens verschiedenen Oberflächengrößen und zweitens verschiedenem Elektrodenmaterial ergibt sich nun zwar ein sehr günstiges Verhältnis der Ströme der gut durchlässigen zu denen der schwer durchlässigen Richtung. Immerhin wird aber in einem gewöhnlichen Glimmlicht-Gleichrichter in der durchlässigen Richtung die Summe normaler Kathodenfall, Anodenfall, Spannungsverlust in der Gasstrecke mindestens verbraucht, da ohne sie eine selbständige Glimmentladung nicht bestehen kann. Diese Spannungen sind nötig, um die für die Aufrechterhaltung der Entladung erforderlichen Elektronen und positiven Ionen an den Elektroden zu erzeugen. Die Summe dieser Spannungen läßt sich nach vorstehendem selbst bei Verwendung von Edelgasen und einer mit Natrium überzogenen Kathode nicht wesentlich unter 100 V herunterdrücken, was einen lästigen Verlust bedeutet.

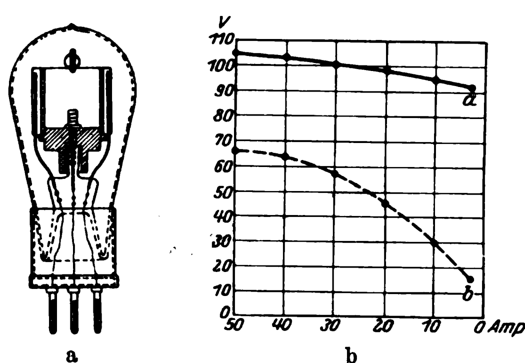


Abb. 2. Einweg-Gleichrichterrohr.

Abb. 2a zeigt den inneren Aufbau eines nach diesen Grundsätzen hergestellten Einweg-Gleichrichterrohres und Kurve *a* der Abb. 2b den Zusammenhang zwischen Spannung und Strom im Rohr bei einer Entnahme bis zu maximal 50 mA. Bei einer der neueren, vorzugsweise in Amerika üblichen Ausführungsformen des Gleichrichters werden die Elektroden gemäß Abb. 3 angeordnet, während Abb. 4 die letzte Konstruktion meiner Firma darstellt. Statt einer stiftförmigen Anode befinden sich zwei derselben in der Höhlung einer großen, einem umgekehrten Topf ähnlichen Kathode. Hierdurch werden beide Stromrichtungen ausgenutzt. Der Unterschied der Rohre nach Abb. 3 und 4 besteht im wesentlichen in der Länge und der Ausbildung der Anoden. Nach dem Vorhergesagten wäre es vorteilhaft, die Anoden so kurz als irgend möglich zu halten, da hierdurch der Gleichrichtereffekt ein Maximum erreichen würde.

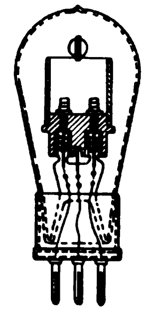


Abb. 3. Amerikanisches Doppelweg-Gleichrichterrohr.

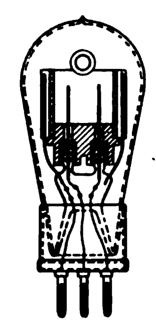


Abb. 4. Doppelweg-Gleichrichter von Dr. Georg Seibt.

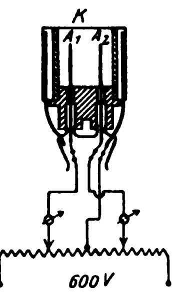


Abb. 5. Schaltung des Doppelweg-Gleichrichters.

Auf den ersten Blick muß es daher zweckwidrig erscheinen, den Anoden eine gewisse Länge zu geben. Der große Wert unserer Elektrodenanordnung nach Abb. 4 tritt aber zutage, wenn man dem Entladungsvorgang nachgeht, der sich zwischen diesen stiftförmigen Elektroden untereinander selbst abspielt. Die Schaltung bei solchen Doppelweg-Gleichrichtern ist in der Regel die, daß die beiden Anoden oder, wie wir vorsichtigerweise sagen wollen, die beiden Kleinflächenelektroden mit den Enden der Sekundärspule eines Transformators und die Kathode mit einer Mittelanzapfung verbunden sind. Man erkennt, daß unter diesen Umständen eine gewisse Entladung zwischen den Kleinflächenelektroden stattfinden muß, wobei im wechselnden Spiel die eine Kleinflächenelektrode zu gegebener Zeit Kathode und die andere Anode ist und umgekehrt. Angenommen nun, die Wechselspannung des den Gleichrichter speisenden Transformators sei gerade auf demjenigen Scheitelwert angelangt, bei dem (vgl. Abb. 5) A_1 positiv, A_2 negativ ist. A_1 sei geerdet, dann ist bei einer Effektivspannung von 380 V das

$$\text{Potential von } A_2: \ -380 \cdot \sqrt{2} = -538 \text{ V}.$$

Das ist für ein Edelgas schon ein recht hoher, anomaler Kathodenfall, bei dem nach allen Seiten sehr kräftige Elektronen (Kathodenstrahlen) emittiert werden, die den ganzen Raum innerhalb des Topfes ionisieren. Infolgedessen braucht sich jetzt die Entladung, die von A_1 nach K geht, erst dann selbst Elektronen und Ionen herzustellen, wenn ihre Stromstärke so groß geworden ist, daß die durch A_2 im ganzen Raume erzeugten Ionen nicht mehr ausreichen. Bleibt die Stromstärke unter diesem Werte, so braucht nur ein Teil der zur Ionenerzeugung erforderlichen Energie von der Entladung A_1K selbst aufgebracht zu werden. Das heißt, der Spannungsverlust in der Gasstrecke A_1K, der bei dem Fehlen von A_2 fast 90 V betragen würde, sinkt um so mehr unter diesen Betrag, je kleiner der von A_1 nach K fließende Strom ist; ein umso größerer Bruchteil der Spannung kann also nutzbringend verwendet werden. Zur Veranschaulichung dieser Erscheinung dient die mit Gleichstrom in der Schaltung der Abb. 5 aufgenommene Kurve *b* der Abb. 2b.

Bei einer Stromstärke von 50 mA ist der Spannungsverlust im Gleichrichter in der durchlässigen Richtung nicht mehr 104 V sondern nur noch 65 V, und bei 10 mA Stromstärke ist er sogar von 65 V auf 30 V gesunken. Natürlich ist jetzt der Strom in der schwer durchlässigen Richtung etwas größer als zuvor, aber die dadurch bedingte geringfügige Verschlechterung des Wirkungsgrades kommt gegenüber der großen Erhöhung der verfügbaren Spannung nicht in Betracht. Auch das Oszillogramm, Abb. 6, zeigt, daß mit Hilfe dieses neuen Prinzips bei sonst gleichen Verhältnissen der Nutzstrom des Gleichrichters beträchtlich vergrößert wird. Kurve *a* gilt für einen Einweg-Gleichrichter, Kurve *b* für einen Vollweg-Gleichrichter meiner Konstruktion. Das Rohr der Abb. 3 würde eine Kurve ergeben, die nur durch eine Verdoppelung der Wellen von *a* gekennzeichnet wäre.

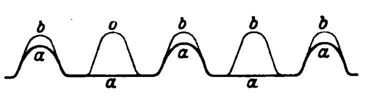


Abb. 6. Vergleich der Stromkurven eines Einweg-Gleichrichters (*a*) mit einem Doppelweg-Gleichrichter (*b*) nach Abb. 4.

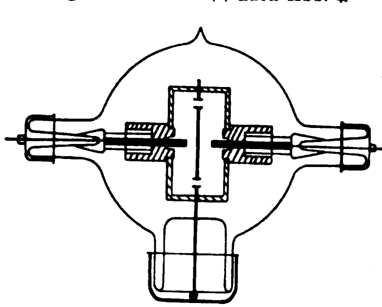


Abb. 7. Anotron D für größere Leistung (1000 V, 250 mA).

Es ist also in diesem Gleichrichterrohr ein ganz neues Prinzip zur Anwendung gekommen. Ganz analog, wie an einem Glühkathoden-Gleichrichter der hohe Kathodenfall der Glimmentladung dadurch beseitigt wird, daß die Glühkathode die erforderlichen Mengen Elektronen thermisch emittiert, wird hier bis zu einer gewissen Stromstärke der Kathodenfall dadurch beseitigt, daß eine zweite Elektrode (A_2) die erforderlichen Elektronen und Ionen liefert, und diese Elektrode ist nicht etwa extra für diesen Zweck hinzugefügt, sondern ist zugleich die zweite zur Ausnutzung beider Stromrichtungen sowieso erforderliche Anode, ein Kunstgriff, der sich im praktischen Gebrauch sehr bewährt hat.

Hand in Hand mit der theoretischen Durchdringung der verwickelten Entladungsvorgänge im Rohr, von denen hier nur ein Teil besprochen werden konnte, gingen fortgesetzte Vorstöße, das Rohr in Massenfabrikation zu nehmen. Hierbei zeigte es sich, daß Modelle, die im Laboratorium sich gut bewährt hatten, in der Serienfabrikation zu Ausschüssen bis zu 50 % führten. Nachdem durch die sich mehrenden Erfahrungen die Ursachen der Unregelmäßigkeiten aufgedeckt waren, werden nunmehr die Rohre in folgenden drei Typen in den Handel gebracht.

1. Anotron B. Das Rohr ist für Netzanschlußgeräte bestimmt und soll den Anodenstrom direkt aus dem Wechselstrom-Lichtnetz liefern. Die maximale Leistung beträgt 200 V und 80 mA.

2. Anotron C. Das Rohr kann zum Laden von Anodenakkumulatoren und kleinen Hochspannungsbatterien dienen und kommt außerdem für Besprechungs- und Zentral-Rundfunkanlagen in Frage. Die maximale Leistung liegt bei 300 V und 200 mA.

3. Anotron D. Das Rohr kann maximal mit 1000 V und 250 mA belastet werden und ist für kleine Sender, Großlautsprecheranlagen und zum Laden von Hochspannungsbatterien bestimmt.

Abb. 7 stellt die Konstruktion des Anotrons D im Schnitt dar. Die Entladungskammer und die mittlere, mit zwei Löchern versehene Wand bilden die Kathode. Die Anoden sind seitlich ziemlich weit voneinander entfernt angeordnet, um einer Lichtbogenbildung vorzubeugen. Die mittlere Wand hat den Zweck, die Oberfläche der Kathode und damit auch die Leistungsfähigkeit des Rohrs zu erhöhen.

Die Westharzsperren

Von **P. Ziegler**, Reg.- und Baurat a. D., Clausthal.

Übersicht. Ausgehend von der Entwicklung der Wasserwirtschaft im Interesse des Oberharzer Erzbergbaus werden die Unwirtschaftlichkeit des „Dachrinnenprojektes sowie die Mittellandkanalspeisung und der dabei erzielte Kraftgewinn besprochen. Der Aufsatz behandelt sodann den augenblicklichen Stand der Nordwestharz-Entwürfe und die durch Bereitstellung der Mittel gesicherten Südwestharz-Entwürfe. Es folgen Angaben über die in Angriff genommene Sösesperre, die genehmigten Südwestharz-Bauten und die dafür bewilligten Beträge.

Der Harz erhebt sich in Gestalt einer Bohne, die konvexe Seite nach Südwesten, in etwa 75 km Länge und 30 km größter Breite i. M. etwa 400 bis 800 m (Brocken 1142 NN) über seine Umgebung von rd. 150 bis 200 m Meereshöhe.

Für die gegenwärtig in Frage stehenden Wasserwirtschaftsanlagen handelt es sich hauptsächlich um die Hälfte östlich des Brockens, den sogenannten Oberharz, einschließlich der Flußgebiete der Harzoder (Südhang) und der Oker (Nordhang), je durch Leine und Aller dem Wesergebiet zugehörig.

Dem Harz werden reichliche Niederschläge — 1000 bis 1600 mm/Jahr — hauptsächlich durch westliche Winde zugeführt. Als nördlichster „Kondensator" Deutschlands ist er in bezug auf Hochwasserschäden seiner Abflüsse einerseits, in bezug auf Niedrig- und Grundwasserspeisung, Landeskultur, Bewässerung, Schiffahrt, Wasserversorgung anderseits von immer steigender Wichtigkeit geworden.

Alle umfassenderen Entwürfe zur Verbesserung der Oberharzer Wasserwirtschaft — ihre Zahl ist groß — müssen sich mit dem gegenwärtigen Hauptnutznießer der Wasserschätze, dem Oberharzer Bergbau, auseinandersetzen. Der Erzbergbau ist noch keineswegs zum Erliegen gekommen, und das Recht des Bergbaues auf die unbeschränkte Verfügung über das Wasser nach Zeit und Menge ist „im bisherigen Umfang" durch § 381 des preuß. Wassergesetzes aufrechterhalten.

Für die Wasserhaltung, Erz- und Bergeförderung führte sich an Stelle der Hand- oder Pferdegöpel und Treträder sehr bald die damals einzig bekannte Kraftmaschine, das Wasserrad, ein. Damit war die Vorbedingung für eine der unterirdischen entsprechende, oberirdische Wasserwirtschaft gegeben, welche anfänglich von den kleinen Gewerkschaften, später für größere und einheitliche Anlagen von der Bergherrschaft, den Herzogstämmen des Welfenhauses, ins Leben gerufen wurde.

Es erwies sich bald, daß die Wasserführung der raschen Harzbäche nicht hinreichte, den Bergbaubetrieb dauernd aufrechtzuerhalten. Daher sind im Quellgebiet der Innerste, welches mit dem Bergbaugebiet ungefähr zusammenfällt, in der Höhenlage zwischen 400 bis 600 m NN alle irgendwie geeigneten Tälchen durch Erddämme zu Vorratsbehältern aufgestaut. Es sind etwa 60 Teiche mit rd. 8 Mill. m³ Inhalt von Anfang des 16. bis Mitte des 18. Jahrhunderts entstanden. Die verhältnismäßig niedrigen Dämme — bis 15 m Stau — entsprechen der wenig günstigen Beschaffenheit der Täler, der geringeren Gefährlichkeit kleinerer Stauhöhen, namentlich für die Entnahmevorrichtungen, und endlich dem geringen erforderlichen Nutzgefälle gleich dem Durchmesser des Wasserrades. Die unbedeutenden Niederschlagsgebiete der einzelnen Teiche drängten auf eine Erweiterung durch Sammelgräben, die auf viele Kilometer Länge an den Hängen der höher gelegenen östlichen Harzberge vorgetrieben sind. Ihr hauptsächlichster ist der Dammgraben von rd. 23 km² Niederschlagsgebiet, 20 km Länge und bis 1 m³/s Höchstwasserführung (im Mittel 14 Mill. m³/Jahr).

Der gewerkschaftliche Bergbau ist um die Mitte des vorigen Jahrhunderts verstaatlicht worden (seit 1866 preußisch). Diese Konzentration in Verbindung mit der Einführung der Turbinen und der elektrischen Kraftübertragung hatte auch die Zusammenfassung der Bergbaubetriebe zur Folge. Waren schon früher in Wassersäulen-Maschinen und unterirdischen, untereinander liegenden Wasserrädern die Schachtgefälle und Stollenabflüße ausgenutzt, so wurde dieser Weg nun ganz systematisch betreten. Von der großen Zahl der Wasser- und Kehrräder sind die meisten abgeworfen und das Wasser für den Betrieb von Turbinen, Hydrokompressoren, Wäsch- und Kühleinrichtungen in einigen wenigen Schächten, Hütten und Aufbereitungen zusammengefaßt.

Der bisher noch nicht erwähnte Andreasberger Bergbau in östlicher Verlängerung der Oberharzer erzführenden Gänge, jenseits des Bruchberges liegend, ist seit Anfang des Jahrhunderts aufgelassen. Im Jahre 1720 wurde für ihn der Oderteich vollendet mit 1,67 Mill. m³ Inhalt und 13 km² Niederschlagsgebiet, von welchen rd. 3 km² durch Sammelgräben nach dem Dammgraben (Clausthal) entwässern. Der sogenannte Rehbergergraben führt bis rd. 400 l/s auf etwa 8 km Länge nach Andreasberg. Rund 10 l/s des Oderteichwassers stehen dieser Stadt als Trinkwasser zur Verfügung, ein anderer Teil den Besitzern kleinerer Triebwerke, und der Rest wird zur Erzeugung elektrischer Arbeit in dem Samsonschacht mit Abfluß auf den Grünhirschler und Sieberstollen (100 l/s Pflichtabgabe an das Siebertal) eingezogen[1].

Ein auf 7,5 bis 40 Mill. m³ vergrößerter Oderteich wird in sämtliche Entwürfe einbezogen, weil er nach Meereshöhe (+ 723,6 m), Gefälle, Niederschlagsreichtum und Sicherheit gegen Verschlammung die günstigste Speichergelegenheit des Harzes bietet. Der Mangel an hinreichendem Einzugsgebiet (13 bzw. 10 km²) wird nach dem Vorgange der alten Oberharzer bergbaulichen Wasserwirtschaftsanlagen dadurch überwunden, daß ein künstlicher Fluß von rd. 100 km Länge mit einem künstlichen Einzugsgebiet von rd. 90 km², umfassend die höchsten und regenreichsten Gipfel des Harzes, geschaffen wird: das sogenannte Dachrinnenprojekt.

Das so gesammelte Wasser beabsichtigt man dann in eigens hergestellten Schächten, Druck- und Freilaufstollen als Kraftquelle auszunutzen, um es endlich am Harzrand in eine Wasserversorgung, Kanalspeisung oder dergleichen abzuleiten. Die technische Ausführbarkeit dieser Pläne[2] wird zugegeben. In Wirklichkeit erweisen sie sich indessen aus folgenden Gründen als unvorteilhaft:

Ein Sammelgraben ist für die Unterlieger ein Schädling, wenn er ihnen das Niedrig- und Nutzwasser entzieht, den Abfluß des Hoch- und Schadenwassers aber beschleunigt und konzentriert.

Reicht die Wasserführung des Sammelgrabens auch für das Hochwasser aus, so ist er unter allen Umständen ein äußerst gefährliches Bauwerk und um so unwirtschaftlicher, je mehr er sich auf die Hochwasserfassung beschränkt. Die in Bau, Betrieb und Unterhaltung äußerst kostspielige Anlage ist nur einige wenige Tage im Jahre voll in Benutzung.

Ähnliches gilt von Sammeldruckstollen (Bachkreuzungen). Sie haben allerdings gegenüber offenen Sammlern den Vorteil, daß Speicherwasser an allen Stellen entnommen werden kann, die unter Stauspiegel liegen.

Das Dachrinnenprojekt greift in die Abflußverhältnisse (§ 381 des preuß. Wassergesetzes) und Interessen beinahe sämtlicher Harzflüsse ein, überschreitet die Flußgebietsgrenze der Weser — Bode, Elbgebiet — und die Landesgrenze Braunschweig. Namentlich die unterirdische Wasserführung und Kraftgewinnung scheint wenig Anhänger bei den Harzfreunden zu finden.

Nachdem der Gedanke, durch Krafterzeugung und -verwertung die Kosten für die übrigen Vorteile von Ausgleichbehältern (Talsperren) aufzubringen, sich schon durch die Untersuchungen der braunschweigischen Gesellschaft als aussichtslos erwiesen hatte, blieb nur die Mög-

[1] Die Kraftanlage ist vor kurzem in die Nutznießung der Westharzer Kraftwerke, Osterode, übergegangen.

[2] Vgl. auch Ziegler, Der Talsperrenbau Bd. 1, S. 6. Verlag Wilh. Ernst u. Sohn Berlin 1925, und Z. d. deutsch. Wasserwirtschaft u. Wasserkraftverbandes 1922, S. 144.



lichkeit, diese Deckung durch Wasserverkauf oder Staatszuschüsse — zunächst im Intereses der Mittellandkanal-Speisung — zu beschaffen.

Zwei Entwürfe führen die Kanalspeisung konsequent durch:

a) Rüther (Siemens-Bauunion) für den Südrand des Harzes: Die drei Harzflüßchen Oder, Sieber und Söse erhalten Talsperren mit zugehörigen Kraftwerken, deren Abwasser in einem Harzrandkanal gesammelt, in einem vierten Kraftwerk verwertet und der Leine zwecks Kanalspeisung — letztere mittels Pumpenhebung — zugeführt wird.

b) Das Reichsverkehrsministerium für den Nordrand des Harzes: Die Oderteichabflüsse werden über zwei Kraftwerke und eine obere Eckersperre einer zentralen unteren Eckersperre zugeleitet, welche in Höhe von + 400 NN von Westen einen Okersperren-Druck- und Sammelstollen von etwa 10 km Länge, von Osten einen Bodesperren-Druck- und Sammelstollen von etwa 24 km Länge aufnimmt.

Nach Angabe des stellvertretenden Vorsitzenden des Westharztalsperren-Kuratoriums zu Hannover, Dr. Fin-

kenwirth[3], ist es der Industrie- und Handelskammer Hannover gelungen, diese und andere Entwürfe zu unterbinden.

Da die Kanalisation der Weser von Minden bis Bremen die Zustimmung der gesetzlichen Körperschaften des Reiches bisher nicht gefunden hat, ist indessen der Reichsverkehrsminister[4] nicht in der Lage, „einen endgültigen Verzicht auf die Speisung des Kanals aus Harzgewässern auszusprechen".

Diese Frage ist also noch nicht geklärt.

Unter Ausschaltung der Kanalspeisung ist für die Bode augenblicklich der Entwurf des Ministerialrats Schroeter maßgebend. Den Kern der Anlagen im Bodegebiet bildet die Rappbodesperre: Inhalt bei Stauspiegel + 419 m NN 94 Mill. m^3 einschl. 17 Mill. m^3 Hochwasserschutzraum. Mauerhöhe über 90 m; $R = 300$ m; Niederschlagsgebiet ~ 100 km^2. Letzteres ist durch die Heranziehung von 216 km^2 Einzugsgebiet des in geringem Abstand gleichlaufenden Hauptflusses, der großen Bode, mittels einer Vorsperre daselbst von 1,3 Mill. m^3 Inhalt

Abb. 1. Lageplan des Westharzes (der Gebirgsrand schraffiert) mit den hauptsächlichsten wasserwirtschaftlichen Entwürfen.
Mit Genehmigung der Schriftleitung der Zeitschrift „Der Bauingenieur" Bd. 9, 1928, S. 273, entnommen.

Die beiden Stollen sollen das Wasser der gekreuzten Bachläufe nur insoweit aufnehmen, als es die früher während neun Monaten vorhandene NW-Führung überschreitet. Ja, es ist sogar in Trockenzeiten eine Speisung der Bachläufe aus den Talsperren mit Hilfe der Fensterstollen beabsichtigt.

Die untere Eckersperre versorgt zwei Kraftwerke, deren Abflüsse durch Ilse und Oker der Scheitelhaltung des Mittellandkanals in natürlichem Gefälle zufließen. Die in den vier unterirdischen Kraftwerken erzeugte elektrische Arbeit soll betragen:

Rappbode, untere Ecker-Rimbeck . . .	80 Mill. kWh
Großoderteich, obere Ecker, untere Ecker-Rimbeck	50 „ „
Oker, untere Ecker-Rimbeck	30 „ „
	160 Mill. kWh.

Die Gestehungskosten der Kilowattstunde betragen bei 5 % Verzinsung 3 Pf.

bei Stauspiegel + 423,7 und eines Überleitungsstollens erweitert.

Unterhalb der Einmündung der Rappbode in die große Bode, oberhalb Wendefurth, ist eine weitere Staumauer von 30 ... 40 m Höhe vorgesehen, deren Inhalt 10 Mill. m^3 bei Stauspiegel + 351,8 erreicht. Ihr Stauwasser bespült den Fuß der Rappbodemauer; daher muß deren Krafthaus (14 700 kW) an den Berghang gelegt werden. Der mittlere Jahresabfluß, den die drei Sperren (105,3 Mill. m^3) beherrschen, beträgt ~ 160 Mill. m^3.

Die Wendefurther Sperre hat die Aufgabe, als Speicher des nicht in die Rappbodesperre überführten Bodewassers, als Regulator der Pflichtwasserabgabe an den durch Naturschönheit ausgezeichneten Unterlauf der Bode, freilich auch als Hochwasserüberfall zu dienen. Ferner dient sie als Geröllfang und Ausgleichbecken für den Kraftwasserabfluß des Rappbodewerks, welches durch einen Druckstollen (+ 351 bis + 318 NN) nach einem Wasserschloß oberhalb des Kraftwerks Thale gelangt (Leistung bis 40 000 kW bei 160 m Nutzgefälle). Durch einen Ausgleichweiher von 150 000 m^3 Inhalt bei + 160 NN kehrt das Kraftwasser in die Bode zurück.

[3] Hann. Kurier vom 16. XII. 1927.

[4] Hann. Kurier vom 15. IV. 1928, 172/73.



Angesichts des geringen Gewinnes an Speicherinhalt und Gefälle, welches die Wendefurther Sperre gewährt, liegt der Gedanke nahe, sie durch ein Wehr — etwa den unteren Teil der Kernmauer eines zukünftigen Geröll-dammes — vorläufig zu ersetzen.

Die gewonnene elektrische Energie soll als Spitzenkraft für die Grundkraft von Dampfwerken abgegeben werden. Der Ausbau des Niederschlagsgebiets der Bode durch weitere Talsperren und die Anlage von Pumpenspeicherung dürfte mit Rücksicht auf die Geldknappheit zurückzustellen sein.

Die „Harzwasserwerke der Provinz Hannover" bearbeiten weiterhin für den Nordwestharz: Eine Trink- und Hochwasserschutz-Sperrenanlage im Zillierbach oberhalb Wernigerode von 5,1 Mill. m³ Inhalt, veranschlagt zu 3,6 Mill. M; eine Eckersperre unter Heranziehung der Ilse und Radau; eine Okersperre von 52 Mill. m³ Inhalt mit Abgabe von 20 ... 30 Mill. m³ an den Mittellandkanal; eine Granesperre mit Innerste-Zubringer, Inhalt 70 Mill. m³, Gefälle 80 m, nach einem gekuppelten Gegenbecken bei Langelsheim (Innerste) zwecks Pumpenspeicherung.

Der jetzt unter Leitung des Westharzsperren-Kuratoriums in Ausführung begriffene Entwurf der Südwestharz-Sperren folgt mit immer neu hinzukommenden Abwandlungen der Rüthersehen Idee. Diese wurde ursprünglich so zugestutzt, daß vor allem „die landeskulturellen Interessen bewußt in den Vordergrund gerückt wurden".

Nicht ohne das Dachrinnenprojekt in die Zukunftspläne aufzunehmen, verzichtete man zunächst wegen mannigfaltiger Schwierigkeiten — z. B. Abfindung der Andreasberger Interessenten, der Preußag (§ 381), des Staates, der Stadt Braunschweig u. a. — auf den Ausbau des vorhandenen Oderteichs und begnügte sich zunächst mit einem Entwurf, der folgende Bauten umfaßte[5]:

Bezeichnung	Einzugsgebiet km²	Mittl. jährl. Zufluß Mill. m³	Beckeninhalt (Millionen m³)	Eiserner Bestand (Millionen m³)	Nutzraum (Millionen m³)	Schutzraum (Millionen m³)	Stauspiegel NN	Kraftwerk	Turbinenleistung PS
1. Odersperre	74,8	89,5	29,7(32,5)	1,1	20...26	2,6...8,6	+381	Lauterberg	7500
2. Untere Siebersperre	63,0	60,9	15,6(14,5)	1,1	8,1...12,6	1,4...6,4	?	Herzberg	5000
3. Sösesperre (15 Mill. m³ Trinkwasser)	42,1	32,4	20 (25)	3,5	8,0...10,4	6,1...8,5	+340	Westerhof	1000

Hierzu kommt:

4. Ein Obergraben von rd. 25 km Länge, welcher die Abwasser der Kraftwerke Lauterberg und Herzberg nach einem Wasserschloß für Kraftwerk Berka — 30 000 PS — führt. Abfluß nach der Söse ≈ + 135 NN.
5. Ein Hochwassersumpf, genannt R h u m e p o l d e r, von 8 Mill. m³ Inhalt, oberhalb der Mündung der Rhume in die Leine.

Die erzeugten Strommengen stehen der Preußischen Elektrizitäts-A. G. bis auf diejenigen, welche das Unternehmen für eigene Zwecke braucht, zu einem entsprechenden Entgelt zu.

Als geologische und wasserwirtschaftliche Grundlage für diesen Entwurf kann folgendes gelten:

Von den steilen, aber gut bewaldeten Quarzit- und Grauwackenhängen des Südwestharzes stürzen die Hochwassermengen in Gestalt von Schneeschmelzen — allenfalls durch Sturzregen beschleunigt —, andauernder Landregen oder Gewittergüssen zu Tal. Sie werden zunächst durch die dem Harzrand gleichlaufende Oder mit ihren Nebenflüßchen Sieber, Söse u. a. aufgenommen, der Rhume und von dieser auf kurzem Wege der Leine zugeführt. Eine nicht zu verachtende Gefahr für die Neubauwerke bilden die mitgerissenen großen Schottermassen. Die letzteren haben die Urtäler des Harzrandes bis zu großen Tiefen ausgefüllt und vermitteln, soweit ihre Oberfläche vom Hochwasser freigespült wird, den Eintritt des letzteren in den außergewöhnlich großen Grundwasserbehälter, welchen die Zechsteinformationen des Südharzrandes bilden. Dieses Odergrundwasser tritt auf kürzerem Wege als im offenen Flußbett unterirdisch in die gewissermaßen ein Stockwerk tiefer ebenfalls dem Harzrand gleichlaufende Rhume — Aufbruch der Rhumequelle. Infolge dieser Verhältnisse besitzt also die Leine bereits ein allerdings tiefliegendes und unreguliertes, aber ungewöhnlich großes Ausgleichbecken. Die Aufspeicherung von Schadenwasser in hochliegenden Talsperren — einerlei, wie dasselbe später ausgenutzt wird — verliert darum ihren Wert nicht, da die Schotterflächen das unter gleichen Verhältnissen und im ganzen Gebiet gleichzeitig abfließende Hochwasser nur teilweise schlucken können und das Verschluckte mehr oder weniger schnell an die Rhume wieder abgeben[6].

Dagegen würde es ein großer Fehler sein, wenn die Poren der Schotterflächen, welche die Hochwasserentlastung vermitteln, wie beabsichtigt, z. T. durch Kulturdecken geschlossen würden.

Von der Niedrigwasserspeisung kann man sich in den Sickerbetten des Harzrandes nicht viel versprechen. Die Rhume ist in ihrer Mündungsstrecke durch Ablagerungen und mangelnde Vorflut auf etwa 1,8 km² der Versumpfung verfallen.

Wohl nur um auf den Hochwasserschutz hinweisen zu können, ist der sogenannte Rhumepolder ausgerechnet an diese Stelle gelegt. Er ist mit 8 Mill. m³ Inhalt für ein Niederschlagsgebiet von 1175 km² gänzlich unzureichend. Der Polder muß, einerlei ob seitlich des Flußlaufes oder als Talsperre angelegt, zur Hebung des Grundwasserspiegels und Ausdehnung der Versumpfung beitragen. Diese Einrichtung ist um so weniger zu verstehen, als die Polder in dem Obergutachten Heiser/Link zum Westharzsperren-Entwurf (S. 21) einer vernichtenden Kritik unterzogen sind, allerdings mit der Maßgabe, daß trotzdem (O.G.A. S. 26) ein billiger Sieberpolder empfohlen wird. Dieser soll an Stelle der u n t e r e n Siebersperre mit Kraftwerk treten, welche ihrerseits durch eine o b e r e Siebersperre als Trinkwassersperre ersetzt und durch einen Stollen mit der Sösesperre zu verbinden ist.

Über die S ö s e s p e r r e, deren Ausschreibung im März 1928 erfolgt ist und auf deren Fertigstellung im Frühjahr 1931 gerechnet wird, liegen einige Angaben vor: Das Absperrwerk in der Söse, 5 km oberhalb Osterode, besteht aus einer in der Umgebung gewonnenen Dammschüttung von 500 m Kronenlänge, 250 m größter Fußbreite und 50 m Höhe. Der Damm schließt eine „entwässerte" Kernmauer ein. Von dem Stauinhalt von 25 Mill. m³ werden bis 15 Mill. m³ als Trinkwasser abgegeben, während 18,7 Mill. m³ dem Sösebett — Stadt Osterode — als Pflichtabgabe bleiben. Der Stau erstreckt sich etwa 3 km talaufwärts. Oberhalb desselben wird die Söse durch eine Umleitung um die dort liegenden Ortschaften Kamschlacken und Riefensbeek, die Abwasser dieser beiden Dörfer, um das ganze Staubecken herum geführt. An den Einmündungen aller Zuflüsse sind Vorbecken zur Auffangung von Sinkstoffen angeordnet.

Entnahmestollen, Überfälle, Filteranlagen, Fisch- und Badeteiche unterhalb des Dammes sind vorgesehen.

Die Umleitungstraße vom Bahnhof Osterode um die Stadt und zwei Straßenverlegungen im Sösetal sind bereits in Angriff genommen.

Nach der Provinzial-Landtagsitzung vom 22. IV. 1928 wird man sich in diesem Jahre für Oder- und Rhumesperre auf einige Schürfungen und Vermessungen beschränken.

Wahrscheinlich aus Sparsamkeitsrücksichten, und ohne daß eine Begründung für die Kostenverteilung oder ein neuer Rentabilitätsnachweis bekanntgeworden wäre, sind im März 1928 vom Preußischen Landtag und dem Hannoverschen Provinziallandtag die vorläufigen Kosten von 49,25 Mill. RM unter dem Namen „Harzwasserwerke der Provinz Hannover" bewilligt worden. Davon entfallen auf:

Sösesperre (Wasserversorgung)	13,3	Mill. RM
Hauptwasserleitung, 15 Mill. m³ Abgabe .	10,4	„ „
Vergrößerung dieser auf 23 Mill. m³ Abgabe	3,75	„ „
Netz der Kreiswasserversorgungen . . .	6,4	„ „
Rhumepolder (Hochwasserschutz) . . .	2,4	„ „
Odersperre (Kraftwerk)	13,0	„ „
	49,25	Mill. RM

Auf K r a f t g e w i n n ist zunächst nur aus der Harzodersperre zu rechnen, deren Turbinenanlage im Kraftwerk Lauterberg auf 7500 PS bemessen ist.

[5] Vgl. Z i e g l e r, Die Westharzsperren-Entwürfe usw. in Der Bauingenieur Bd. 9. 1928, S. 273 ff.

[6] Genauere Grundwasseruntersuchungen scheinen nicht vorhanden zu sein.

Die Anwendung der Elektrizität im Kriegschiffbau.

Mc Clelland hielt vor dem Inst. of Electr. Engs., London, einen Vortrag über die Anwendung der Elektrizität im Kriegschiffbau[1]. Der Vortrag bildet eine Parallele und eine wertvolle Ergänzung zu dem Vortrag von Grauert auf der XXX. Jahresversammlung des VDE in Danzig[2]. Er gibt einen Überblick über die Verwendung der Elektrizität im Kriegschiffbau und ist in zwei Abschnitte eingeteilt, von denen im ersten in großen Zügen über die geschichtliche Entwicklung des Baues der Kriegschiffe und ihrer Klassen und Typen ganz allgemein sowie im besonderen über die Einführung der Elektrizität auf den englischen Kriegschiffen berichtet wird, die mit dem Einbau der ersten elektrischen Beleuchtung auf H.M.S. „Inflexible" im Jahre 1881 ihren Anfang nahm. Durch das im Februar 1922 getroffene Washington-Abkommen, dessen Hauptbestimmungen angegeben werden, hat nach den Angaben des Vortragenden diese Entwicklung eine weitere Förderung erfahren.

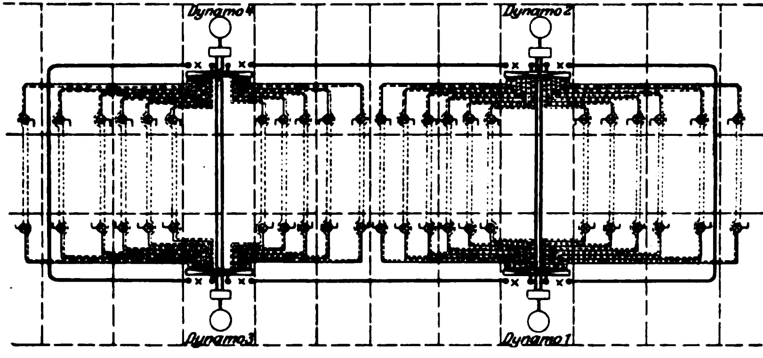


Abb. 1. Vielfachumschaltsystem.

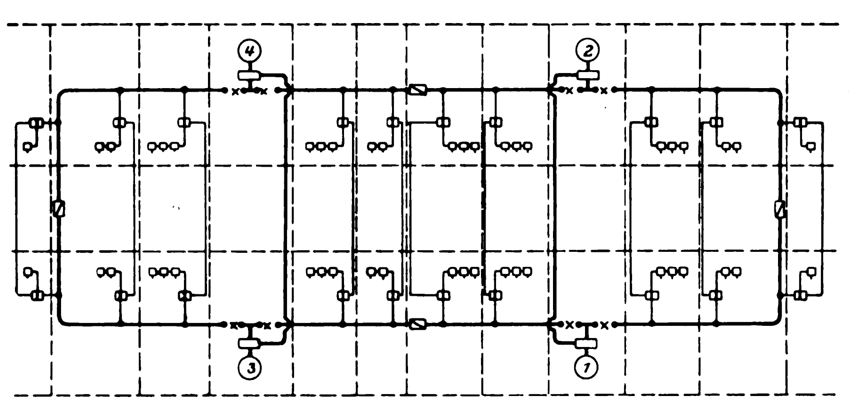


Abb. 2. Ringhauptleitung.

Im zweiten Teile wird einleitend ausgeführt, daß infolge des Washington-Vertrages die Zahl der Kriegschiffe eingeschränkt worden ist und es daher darauf ankommt, den Gefechtswert des einzelnen Schiffes so weit wie möglich zu erhöhen. Aus diesem Grunde müssen überall Ersparnisse an Gewicht und Raum angestrebt werden, die insbesondere den Elektrotechniker vor große Aufgaben stellen.

Es wird dann betont, daß in keinem anderen Zweige der Technik die infolge dieser Verhältnisse zu überwindenden Schwierigkeiten so groß wie im Kriegschiffbau sind, wo infolge des Schlingerns und Stampfens der Schiffe und des Abfeuerns der Geschütze mit besonders starken Erschütterungen gerechnet werden muß, außerdem alle elektrischen Teile der salzhaltigen Atmosphäre Widerstand leisten und ebensogut in den Tropen wie in den arktischen Regionen arbeiten müssen. Für die zum Einbau kommenden elektrischen Apparate und Werkstoffe müssen deshalb besondere Bedingungen eingehalten werden, was durch entsprechende Ergänzung der British Standard Specifications für elektrische Maschinen und Apparate sichergestellt ist.

Die Frage der Stromart beantwortet der Vortragende ebenfalls zugunsten des Gleichstroms, der auch in allen ausländischen Marinen für die allgemeinen Bordzwecke verwendet wird mit Ausnahme des Schiffsantriebs, für den man sowohl in den V. S. Amerika als auch in Japan ausschließlich Wechselstrom benutzt.

Die ideale Anordnung der Stromversorgung würde darin bestehen, in jedem wasserdichten Abteil einen Generator nebst Reserve aufzustellen, so daß jedes Abteil seine gesonderte Stromversorgung hätte. Solch ein System würde aber unpraktisch sein wegen der großen Anzahl der erforderlichen Generatoren.

Folgende Verteilungsysteme könnten in Kriegschiffen Anwendung finden:

a) Das Zweispannungsystem, z. B. eine Spannung von etwa 105 V für die Scheinwerfer, Beleuchtung usw. und eine zweite Spannung für den Kraftbedarf;
b) das Zweistromsystem, z. B. Wechsel- und Gleichstrom, wobei der letztere für die Motoren mit veränderlicher Geschwindigkeit verwendet würde;
c) das Dreileiter-Gleichstromsystem mit oder ohne Erdrückleitung;
d) das Zweileitersystem.

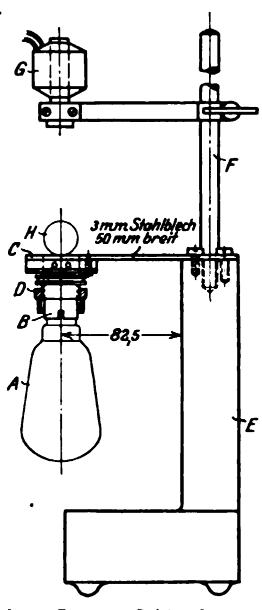


Abb. 3. Lampen-Schüttelapparat.

Die Anordnungen a) und b) würden mehr Gewicht und Raum und höhere Kosten und unnötige Komplikationen mit sich bringen. Von den Anordnungen c) und d) wird bei fast allen Marinen der unter d) genannten der Vorzug gegeben mit Ausnahme der V. S. Amerika, wo das Dreileiter-Gleichstromsystem mit Spannungen von 120 und 240 V verwendet wird.

An alle Verteilungsysteme werden noch folgende gemeinsame Anforderungen gestellt:

a) Leichte Beseitigung von Störungen, die bei einem Gefecht auftreten können.
b) Das Fluten eines Abteils soll keine Unterbrechung der Stromzuführung mit sich bringen.
c) Die Anlage soll gestatten, daß alle Dynamos (außer wenn sich das Schiff in einem Gefecht befindet) sehr wirtschaftlich arbeiten.
d) Die Anlage soll leicht zu installieren sein und soll leicht auch im Gefecht instandzuhalten sein.
e) Es soll möglich sein, die ganze Anlage im ganzen oder in einer Anzahl von bestimmten Abschnitten zu kontrollieren.

In verschiedenen ausländischen Marinen wird das sog. Vielfach-Umschaltsystem verwendet, bei dem jede Dynamo ihre eigene Schalttafel hat, von der die verschiedenen Lei-

[1] J. Inst. El. Engs. London, Bd. 65, S. 829.
[2] ETZ 1925, S. 1319.



tungen ausgehen. Dieses System wird auch in der deutschen Marine verwendet. Der Vortragende gibt eine diagrammatische Darstellung einer solchen Schaltanlage in Abb. 1. Er bemängelt an ihr vor allem das hohe Kabelgewicht und die vielen Schottdurchbrechungen und stellt ihr in Abb. 2 eine einfachere Schaltung mittels einer Ringhauptleitung gegenüber, wie sie in ähnlicher Weise auf unseren kleinen Kreuzern ausgeführt ist, jedoch ohne die von uns vermiedene Parallelschaltung der Dynamos.

Nach einer Übersicht über die Verwendung der Elektrizität an Bord kommt der Vortragende auf die elektrischen Maschinen zu sprechen. In einem neuzeitlichen Schlachtschiff kann normalerweise mit folgenden Generatoren gerechnet werden:

brechung des Elektromagneten G fällt die Stahlkugel H auf den Arm C. Die Fallhöhe ist verstellbar.

Die für die verschiedenen Räume der englischen und amerikanischen Kriegschiffe vorgeschriebenen Beleuchtungsstärken sind in Tafeln zusammengestellt und werden kurz erläutert.

Für Scheinwerfer werden ausschließlich Bogenlampen verwendet, die den Vorteil großer Lichtstärke besitzen, aber den Nachteil starker Wärmeentwicklung und des Herunterbrennens der Kohlenelektroden. Vor 1914 wurden in der englischen Marine ganz allgemein Kohlen schwacher Stromdichte verwendet, erst seit Kriegsbeginn ist man zu solchen starker Stromdichte übergegangen. Deutschland verwendet seit 1916 ebenfalls solche, und

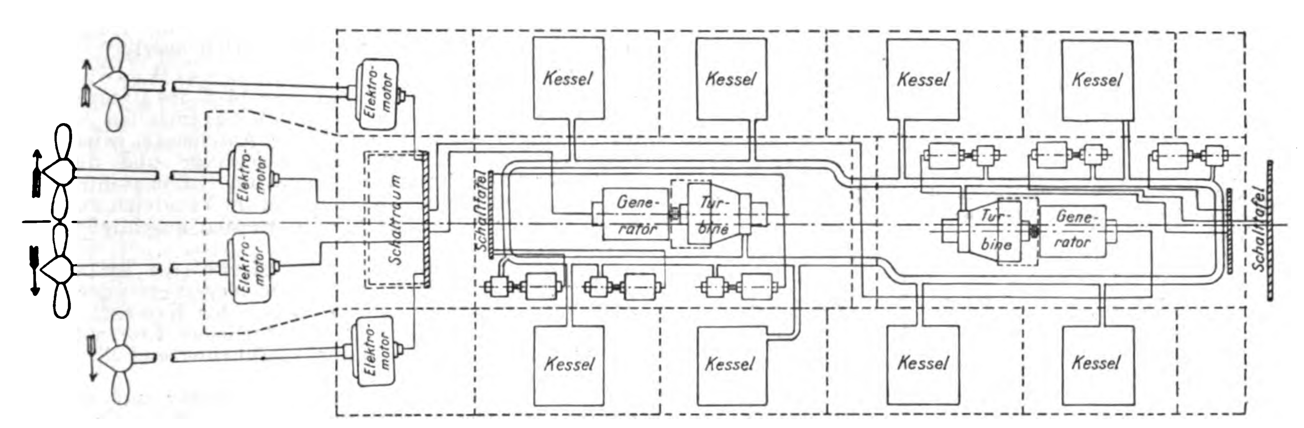


Abb. 4. Turboelektrischer Antrieb des amerikanischen Linienschiffes „Maryland".

4 ... 6 durch Dampf angetriebene Dynamos von je 200 bis 300 kW, 1 ... 2 Dieseldynamos von etwa je 200 kW. Die gesamte Leistung beträgt etwa 1000 ... 2000 kW, je nach dem Schiffstyp und den gestellten Anforderungen.

Weiter werden etwa 400 Elektromotoren gebraucht. Die gesamte Leistung dieser Motoren beträgt etwa 2300 WPS, wobei die Leistungen von 195 PS bis 0,3 PS bei kleinen Lüftermotoren wechseln. Für die Instandhaltung so vieler Motoren spielt die Beschränkung der Reserveteile eine große Rolle, weshalb die englische Admiralität beschlossen hat, einheitliche Konstruktionen für bestimmte Motorgrößen zu schaffen. Zehn solcher Normaltypen für 0,7 ... 20 WPS sind bereits festgelegt und viele, besonders solche für Lüfter, bereits in Benutzung genommen. Zur Erzielung leichten Gewichts sind Aluminiumlegierungen, wo nur irgend möglich, verwendet worden.

Die für Kriegschiffe verwendeten Regelungen sind den an Land gebräuchlichen ähnlich. Viele Motoren für veränderliche Geschwindigkeit werden außer nach diesen Methoden durch elektrisch-hydraulische und Ward - Leonard-Schaltung geregelt, deren Vor- und Nachteile auseinandergesetzt werden.

zwar nach dem Patent von Ing. Beck. In der englischen Marine haben einige Scheinwerfer elektromotorischen Antrieb für die Einstellung. Bei größeren Kriegschiffen mit 220 V Spannung hat jeder Scheinwerfer einen Motorgenerator, der einen Strom von 110 A bei 58 ... 62 V erzeugt. Als Reflektoren werden wie bei uns versilberte Glasparabolspiegel verwendet.

Die elektrische Heizung wird mehr und mehr an Bord eingeführt. Die hierzu verwendeten Radiatoren sind normalisiert worden. Die Apparate zum Heizen, Kochen

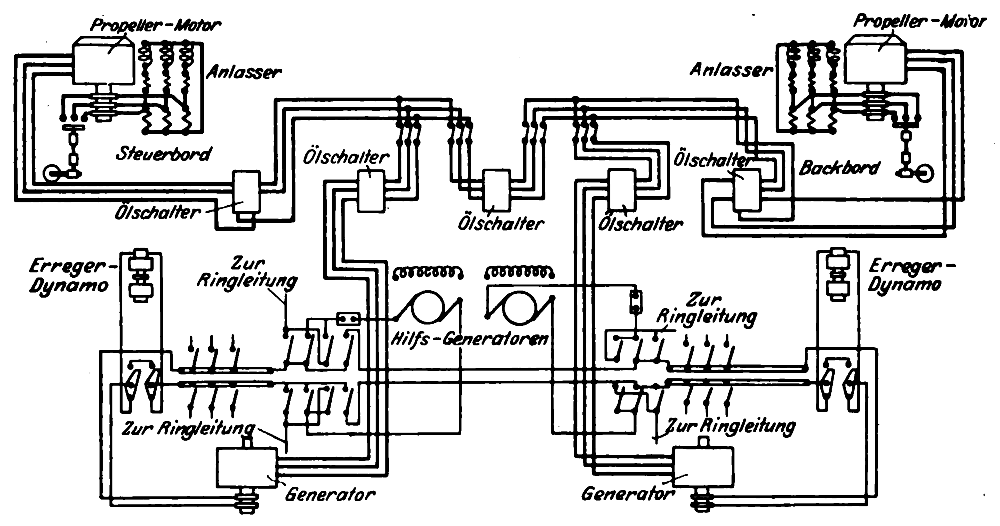


Abb. 5. Dieselelektrische Marschanlage von H. M. S. „Adventure".

Der Vortragende weist einleitend darauf hin, welche große Bedeutung gerade auf Kriegschiffen einer guten und zweckmäßigen Beleuchtung zukommt, und auf die Schwierigkeit, die Beleuchtungskörper immer dort anzubringen, wo sie mit Rücksicht auf den günstigsten Lichteffekt hingehören. Er hebt dann hervor, daß es von größter Wichtigkeit ist, daß die Lampen die mannigfaltigen Stöße und Erschütterungen aushalten, und bemerkt, daß nach den Vorschriften der englischen Admiralität alle Lampen nach zehnstündigem Gebrauch eine bestimmte Anzahl von Stößen aushalten müssen und für diese Prüfung ein besonderer Apparat vorhanden ist, den der Verfasser in Abb. 3 schematisch darstellt. Die Lampe A ist an der Unterseite einer Stahlfeder C befestigt. Bei Stromunter-

und Backen werden beschrieben und die Abbildung einer elektrischen Kochanlage für 15 ... 20 Offiziere gezeigt.

Einadrige Kabel werden für die Licht- und Kraftleitungen, mehradrige für die Schwachstromanlagen und für die Stromunterbrecher verwendet. In einer Tafel sind die elektrischen Kabel, die im allgemeinen auf den englischen Kriegschiffen in Benutzung sind, zusammengestellt. Ihre Isolierungsart und der Aderquerschnitt für die verschiedenen Verwendungszwecke sind angegeben. Die in der deutschen Marine verwendeten, mit Gummi isolierten, mit Stahldraht armierten Bleikabel werden wegen ihrer größeren Durchmesser, der zu großen Gewichte, geringerer Biegsamkeit und der damit verbundenen Installa-

Zahlentafel 1: Kriegsschiffe mit turbo- bzw. dieselelektrischem Antrieb.

Name	Schiffstyp und Nationalität	Jahr der Fertigstellung	Leistung	Geschwindigkeit	Propeller		Primärantrieb					Generatoren				Motoren		
			WPS	Kn	Anzahl	Drehzahl	Antriebsart	Anzahl	Drehzahl U/min	Dampfdruck kg/cm²	Überhitzung °C	Bauart	Drehzahl U/min	Spannung Volt	Leistung kW	Bauart	Anzahl	Drehzahl U/min
„Langley"	Flugzeugträger, V. S. Amerika	1922	5 400	14,5	2	110	Turbine	1	1990...2100	12,3	0	Dreiphasenstrom	1990...2100	2300...2420	4 400	Induktion	2	110
„New Mexico"	Linienschiff, „ „	1918	28 000	21	4	161	„	2	2 130	17,6	28	Zweiphasenstrom	2 130	3000...4242	10 500	„	4	161
„California"	„ „ „	1921	28 500	21	4	170	„	2	2 065	17,6	0	Dreiphasenstrom	2 065	3000...4242	11 000	„	4	170
„Tennessee"	„ „ „	1920	28 500	21	4	170	„	2	2 075	17,6	28	„	2 075	3000...4242	11 000	„	4	170
„Colorado"	„ „ „	1923	28 900	21	4	170	„	2	2 030	17,6	28	„	2 030	3000...4242	11 000	„	4	170
„Maryland"	„ „ „	1921	28 900	21	4	170	„	2	2 065	17,6	0	Zweiphasenstrom	2 065	3000...4242	11 000	„	4	170
„West Virginia"	„ „ „	1923	28 900	21	4	170	„	2	2 065	17,6	0	Dreiphasenstrom	2 065	3000...4242	11 000	„	4	170
„Lexington"	Flugzeugträger, „ „	1927	180 000	34,5	4	317	„	2	—	20,7	—	Wechselstrom	—	—	—	Wechselstrom	8	317
„Saratoga"	„ „ „	1927	180 000	34,5	4	317	„	2	—	20,7	—	Wechselstrom	—	—	—	„	8	317
„Kamoi"	Flottentransportschiff für Kohlen und Öl, Japan	1922	8 000	15	2	120	„	1	2 400	17,6	83	Dreiphasenstrom	2 400	2 300	6 500	Synchron	2	120
„Pelikaan"	U-Boots-Mutterschiff, Niederlande	1922	1 140	12	2	190	Dieselmotor	2	290	—	—	Gleichstrom	290	390	468	Gleichstrom	2	190
„Adventure"	Minenkreuzer, England	1926	4 200 (Marschanlage)	14	2	160	„	2	343	—	—	Dreiphasenstrom	343	1 100	1 650	Induktion	2	1 360 *
„Grönsund"	U-Boots-Mutterschiff, Dänemark	1883	250	11	—	—	„	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Propeller-Drehzahl 160 U/min.

tionsschwierigkeiten als unzweckmäßig bezeichnet. In der englischen Marine werden von jeher gummiisolierte, mit Bleiüberzug versehene Kabel bevorzugt, und nur da, wo besonderer mechanischer Schutz erforderlich ist, solche Kabel noch mit Drahtarmierung versehen. Für die wichtige Ringleitung im Schiff werden seit 1904 Kabel mit Papierisolierung, die eine Bleiumhüllung haben und mit Stahldraht armiert sind, verwendet. Die Einführung von papierisolierten Kabeln zur Verlegung auf geraden Strecken hat sich durchaus bewährt.

Sekundärbatterien werden auf Überwasserkriegsschiffen als Reserven für Geschütz- und Torpedozwecke vorgesehen. Umfangreichere Verwendung finden sie auf U-Booten zur Entwicklung der Leistung für die Unterwasserfahrt. Die Hauptanforderungen an diese Batterien werden kurz angegeben und auch die Fragen der Ventilation und Kühlung der Batterien erörtert.

Der elektrische Teil einer U-Boots-Maschinenanlage hat ein Gewicht von etwa 14 % des Unterwasserdeplacements. Auf die Hauptbatterie entfallen rd. 7 % dem Gewicht nach. Die normale Antriebsart wird kurz beschrieben. Die Hauptmaschinenanlage und die Leistung der Propellermotoren sowie der Hilfsmaschinen, die Schwierigkeit der Stromzuführung im Vergleich zu einem über Wasser fahrenden Schiffe werden anschließend besprochen.

In der Entwicklung der drahtlosen Telegraphie und Telephonie sieht der Vortragende ein besonders wichtiges Defensivmittel der Kriegsschiffe; er skizziert kurz die hierfür erforderlichen Einrichtungen, ohne auf die Einzelheiten der Ausführung und Wirkungsweise näher einzugehen.

Anschließend daran kommt Verfasser auf die sonstigen zahlreichen elektrischen Apparate in einem Kriegschiff zu sprechen, deren Stromversorgung nicht unmittelbar durch die Licht- oder Kraftstromleitung erfolgen kann; einige davon werden mit Wechselstrom, andere mit Gleichstrom betrieben. Die erforderliche Spannung beträgt je nach der Art des Apparates bis zu 100 V, für den bei weitem größten Teil kommt jedoch Gleichstrom von nur 22 V in Frage. Der erforderliche Kraftbedarf ist meist nur gering. Die folgenden Apparate werden mit diesem Schwachstrom betrieben:

1. Die Befehlsapparate für die Artillerie,
2. die Fernsprechanlagen,
3. Klingeln, Gongs, Summer usw.,
4. die Apparate zur Geschütz- und Torpedoabfeuerung.

Als Beispiel für weitere Schwachstromapparate, die aber nicht von dem oben genannten 22 V-Strom gespeist werden, sondern ihren eigenen Motorgenerator haben, werden genannt:

1. Richtungsweiser für Geschütze und Scheinwerfer,
2. Gefahrsignale für die Turmschwenkeinrichtung,
3. Gyrokompasse.

Fernsprechverbindungen sind in einem neuzeitlichen Kriegschiffe in großer Zahl vorhanden. Ein Linienschiff besitzt etwa 700 Telephone.

Anschließend macht der Vortragende kurze Angaben über den Zweck und die Wirkungsweise des Gyrokompasses, der Summer, Maschinentelegraphen, Geschwindigkeitsmesser und Gefahrensignale, um dann auf den elektrischen Schiffsantrieb überzugehen, der nach seinen Ausführungen in erster Linie als ein Geschwindigkeits-Übersetzungsgetriebe anzusehen ist. Er faßt die Vorteile und die Nachteile des elektrischen Antriebes gegenüber Zahnradturbinen zusammen, wobei er ausdrücklich bemerkt, daß diese Kritik vom Standpunkte des Kriegschiffbauers aus erfolgt ist und die Verhältnisse in Handelschiffbau ganz anders liegen; hier habe sich der dieselelektrische Antrieb für verschiedene Sonderzwecke bewährt.

In Zahlentafel 1 gibt der Vortragende eine Zusammenstellung der mit turbo- bzw. dieselelektrischem Antrieb versehenen Kriegschiffe wieder, wobei er auf einige besonders große Unterschiede in bezug auf den verwendeten Maschinentyp und die Drehzahl der Propeller hinweist und auf die in Abb. 4 dargestellte schematische Anordnung der turboelektrischen Maschinenanlage des amerikanischen Linienschiffes „Maryland" Bezug nimmt. Anschließend folgen einige Angaben sowie in Abb. 5 das Schaltbild der dieselelektrischen Marschanlage des englischen Linienkreuzers „Adventure", die bisher von anderer Seite noch nicht veröffentlicht sein dürften.

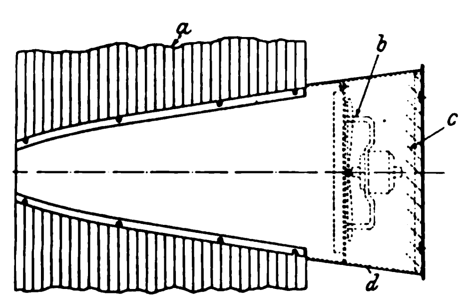
Zum Schluß sind die Besprechungen des Vortrages vom 31. III., 11. IV. und 13. IV. 1927 wiedergegeben, in denen dem Vortrage durchaus Anerkennung gezollt wird.

Grauert.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Öltransformatoren mit Luftkühlung. — Wenn Transformatoren in Räumen stehen, wo zeitweise hohe Raumtemperaturen auftreten, wenn sie einige Tage im Jahr mit Überlast arbeiten müssen, oder wenn der Aufstellungsraum nicht die Anbringung der erforderlichen Anzahl von Radiatoren für Ölkühlung gestattet, empfiehlt L. H. Hill, zur Kühlung des Gehäuses eine Blasvorrichtung vorzusehen; auch Reserveeinheiten lassen sich auf diese Weise sparen. Bei der Anordnung eines einzigen Ventilators bereiten die Luftführung, der zur Verfügung stehende Raum und die geringere Beweglichkeit Schwierigkeiten, die sich dadurch umgehen lassen, daß man jedem Radiator einen besonderen Ventilator gibt. Abb. 1 stellt die Ausführung der Westinghouse El. & Mfg. Co. dar. Der Ventilator sitzt in einem konischen Rohr, das am Radiator befestigt ist und dort Öffnungen besitzt, so daß die Kühlluft nach oben und unten austreten und an den Rippen entlangstreichen kann. Die Ansaugeöffnung des Rohres ist durch eine Jalousie gegen Eindringen von Regen geschützt. Abb. 2 stellt die Ansicht eines Einphasentransformators für 6667 kVA, 60 Hz, 76 200/14 420 V dar, der mit derartigen Bläsern versehen ist. Ein wesentlicher Vorzug gegenüber der Verwendung eines einzigen Ventilators besteht darin, daß beim Ausfall eines Ventilators alle übrigen weiterarbeiten können. Kleine Reserveventilatoren kann man vorrätig halten und leicht einbauen. Auch ergeben sich wegen des Fortfalls der Luftleitungen vom Ventilator zu den einzelnen Radiatoren um ½ ... ⅓ geringere Verluste.



a Radiator
b Ventilator
c Jalousieverschluß
d konisches Ventilatorgehäuse

Abb. 1. Einbau eines Ventilators in eine Transformator-Kühlrippe.

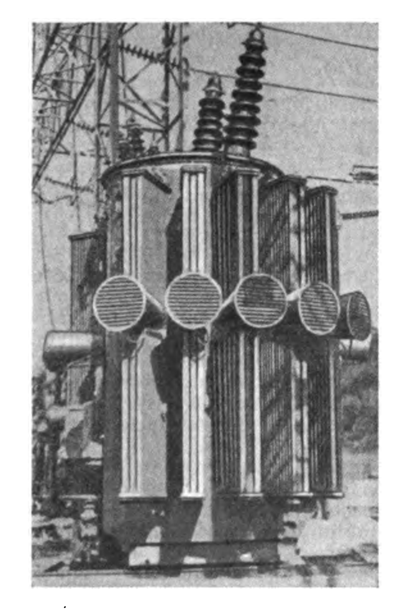


Abb. 2. Öltransformator mit Luftkühlung.

Die Einrichtung kann auch an bereits im Betrieb befindlichen Transformatoren angebracht werden, wodurch sich eine Erhöhung der Leistung um 25 ... 30 % ergibt. Wenn man den Transformator von vornherein mit den Bläsern versieht, kann man durch Niedrighalten der Kupferverluste eine höhere Überlastbarkeit erzielen. Verfasser empfiehlt aber, nicht über 50 % Überlast zu gehen und gibt 35 ... 40 % als einen guten Mittelwert an. Durch eine Kontrolleinrichtung lassen sich die Bläser in Abhängigkeit von der erreichten Temperatur selbsttätig abstellen oder wieder in Betrieb setzen. (L. H. Hill, The Electric Journ. Bd. 25, S. 60.) *Ka.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Prüfung von Isolierbändern. — M. Krahl gibt eine Kennzeichnung der Isolierbänder mit den wichtigsten Anforderungen. Er schildert die Prüfung von Hand, die sehr subjektiv ist und Meinungsverschiedenheiten Raum gibt. Er führt nach Wiedergabe der „Liefervorschriften für Isolierband der American Society for Testing Materials", die zum Teil bereits eine zahlenmäßige Feststellung verschiedener Eigenschaften der Isolierbänder vorsehen, die Nachteile der hier angegebenen Methode zur Prüfung auf Klebkraft an. Weiterhin beschreibt er die Methode von R. Dittmar zur Prüfung der Klebkraft von Kautschuk-Heftpflastern und Isolierbändern (vgl. a. Chemiker-Ztg. 1925, S. 636), beleuchtet sie kritisch und weist nach, daß sie entgegen der Meinung R. Dittmars sehr ungenaue, subjektiv stark beeinflußte Prüfergebnisse zeitigt. Der Verfasser beschreibt dann eine neue, von ihm im mechanischen Laboratorium des AEG-Kabelwerks Oberspree ausgearbeitete Prüfmethode zur Bestimmung der Klebfähigkeit von Isolierbändern in Verbindung mit einer neuen gleichfalls von ihm entwickelten Beständigkeitsprüfung. Das Prinzip der Klebkraftprüfung beruht darauf, das Isolierband gemäß der natürlichen Verwendung unter konstanter Zugspannung auf eine Walze zu wickeln und mittels einer Zerreißmaschine (Z-M III, L. Schopper, Leipzig) mit konstanter Geschwindigkeit wieder abzuziehen. Ein Schaulinienzeichner nimmt selbsttätig die Klebkraftkurve auf. Die Prüfung auf Beständigkeit wird durch eine Bestrahlung mit Ultraviolettlicht erreicht, die der natürlichen Alterung näher zu kommen scheint, als die bisher angewendete Alterung mit trockener, warmer Luft.

Gute Abbildungen der Apparaturen, Klebkraft- und Alterungskurven geben ein anschauliches Bild der geschilderten Methoden. Die Klebkraft- und Beständigkeitsprüfung nach dem Krahlschen Verfahren wurde von der AEG während der Werkstoffschau in Berlin praktisch vorgeführt. Da speziell die Klebkraftprüfung in die VDE-Vorschriften aufgenommen werden soll, dürfte die Arbeit von allgemeinem Interesse sein.

Während der Werkstoffschau wurde ein weiteres Verfahren zur Prüfung von Isolierbändern durch das Fernmeldelaboratorium des Heeres-Waffen-Amtes gezeigt, welches vom Verfasser der besprochenen Arbeit gleichfalls beschrieben wird. (M. Krahl, Gummi-Zg. 1928, S. 965.) *Fnd.*

Präzisions-Stroboskop mit Neonlampe. — Bei der General Electric Company ist zur Beobachtung des Gleichlaufes von Generatoren und Motoren ein neues Stroboskop entwickelt worden, das außerordentlich geringe Drehzahlschwankungen erkennen läßt. Das Anzeigeorgan besteht aus einer rotierenden schwarzen Scheibe von etwa 30 cm Dmr. mit vier radialen feinen weißen Strichen in Pfeilform, die von vorn durch eine Neon-Glimmlampe beleuchtet werden. Man verwendet zu diesem Zweck besonders Neonröhren, weil diese eine sehr kurze Ansprechzeit haben und weil ihre Wärmekapazität sehr gering ist, so daß sie nicht nachleuchten, wenn die Spannung bereits wieder Null geworden ist. Wenn der Lichtblitz sehr kurz ist, sieht man außer dem konstant beleuchteten Teilkreis das Pfeilkreuz ganz scharf aufleuchten. Das Erzielen des kurzen, sehr kräftigen Aufleuchtens wird dadurch erreicht, daß man vom Netz einen Spezialtransformator speist, bei dem ein Teil des Kraftlinienweges hoch gesättigt ist. Man erhält dann zwar einen sinusförmigen Magnetisierungstrom, aber dafür eine sehr spitze Sekundärspannung, eine an sich bekannte Erscheinung, die für Spezialzwecke schon öfter benutzt worden ist. Beigegebene Oszillogramme zeigen das außerordentlich schnelle Anwachsen der Sekundärspannung. Der Schlitz in der Scheibe ist nur 0,5 mm breit, bei 1800 U/min kann man auf eine Strichstärke genau ablesen; mit einem vierpoligen Motor mit 1800 U/min entspricht das einer Zeitdifferenz von nur 0,02 ms. Der Transformator, die Lampe und ein Kondensator sind in einen kleinen Holzkasten eingebaut, der Motor mit der Scheibe wird so aufgestellt, daß die Scheibe den Lichtblitzen der Neonlampe ausgesetzt ist, die aus der Öffnung des Kastens kommen. Das Bild ist sehr klar, die Nachzündungen durch die oszillatorische Transformatorspannung



sind unschwer von der Hauptzündung zu unterscheiden, weil sie sehr lichtschwach sind. (E. E. Steinert, Gen. El. Rev. Bd. 31, S. 136.) *Kth.*

Beleuchtung.

Neuzeitliche Bühnenbeleuchtung. — Gegen die frühere Beleuchtung nach dem Drei- und Vierlampensystem, welches sich in der Durchbildung der Körper nach dem sogenannten gassenweisen Aufbau der Dekorationen mit Hängebogen, Kulissen sowie gemalten Prospekten als hinterem Abschluß des Bühnenbildes ausschließlich richten mußte, zeigt die neuzeitliche Bühnenbeleuchtung eine vollständig verschiedene Durchbildung der Apparate und Anordnung derselben. Seitdem die AEG (1906) zum ersten Male gezeigt hatte, daß das Licht auf der Bühne nicht nur zur Anleuchtung von gemalten Dekorationen in den erforderlichen Verfärbungen und Abtönungen herangezogen werden, sondern von sich aus einen Teil der Dekorationen ersetzen kann, nahm die neuzeitliche Bühnenbeleuchtung ihren Anfang. An Stelle der gemalten Prospekte trat ein weiß gehaltener Hintergrund in Form einer Kuppel oder eines aufwickelbaren Leinwand-Rundhorizontes, der durch Bestrahlung mit Starklichtlampen gefärbt und durch Lichtbilder von natürlichen Wolken belebt wurde. Schon die Photographie einer Dekoration mit Hängesachen und einer solchen mit durch Licht gefärbtem Rundhorizont zeigt den großen Fortschritt, der in der Wirkung auf den Zuschauer erzielt wurde. Das Bühnenbild wird freier und die luftige Wirkung des natürlichen Horizontes in überaus packender Weise künstlerisch erreicht. Die Entwicklung dieser Beleuchtung und ihr Einfluß auf die Inszenierung führten zu neuen baulichen und maschinellen Anordnungen auf der Bühne.

Die Beleuchtung hat durch ihre enge Verbindung mit dem Dekorationswesen gegen früher außerordentliche Ausdehnung erfahren. Die Bühnenregler, mittels deren die Regelung der Helligkeit und Färbung der gesamten Beleuchtung erfolgt, erfordern demgemäß fast verdoppelte Hebelzahlen gegen früher; sie werden von der AEG derart ausgeführt, daß sie trotz der großen Ausdehnung in leicht zu bedienender Weise alle erforderlichen Effekte zu erzielen ermöglichen.

Die Beleuchtungsapparate sind den neuzeitlichen Inszenierungsarten entsprechend durchgebildet. Die Fußrampe kann neben der notwendigen Abtönung und Färbung des Lichtes außer für direktes Licht auch für indirekte Beleuchtung vom Reglerraum aus umgestellt werden. Die Oberlichter werden an Stelle von mit Lack gefärbten Lampen mit solchen aus farbigem Glas versehen oder für stärkere Lichtwirkung unter Verwendung von hochkerzigen Lampen als Kastenoberlichter mit vorgesetzten Farbfiltern ausgeführt.

Für die Horizontalbeleuchtung hat die AEG ein System durchgebildet, bestehend aus Laternen für Regelung mittels einer Blende an Stelle von Widerständen und für Farbenänderung durch Farbfilter, welche mittels Seilzug vom Regler aus betätigt werden. Dieses System in Verbindung mit einer Anzahl weiterer Laternen mit blauen Scheiben für Widerstandsregelung ergibt eine sehr weitgehende Verfärbungsmöglichkeit für den Horizont bei geringstem Aufwand an Lampeneinheiten. Auch für Inszenierungen mit Vorhängen und ähnlichen Einrichtungen bietet dieses System die größten Vorteile, da neben der Blaufärbung auch die Erzielung von rot, gelb, grün und violett in überaus hoher Intensität ohne Zuhilfenahme von Zusatzbeleuchtungen erreichbar ist. Trotz der Betätigung mittels Seilzügen ist die gesamte Einrichtung in der Höhe verstellbar und bis zum Bühnenfußboden herablaßbar, so daß die Lampen leicht zugänglich sind. Überaus groß ist die Zahl der Konstruktionen für Spezialeffekte. Zu erwähnen sind die optischen Wolkenapparate für ziehende und steigende Wolken, Vorbühnenscheinwerfer zum teilweisen Ersatz des Rampenlichtes, Verfolgungsscheinwerfer zum Beleuchten von Personen, die auf der Bühne umhergehen, Bild und Projektionsapparate zur Darstellung von Dekorationen auf dem Hintergrund mittels des Lichtes u. a. m. (S. Schloß, AEG-Mitt. 1928, S. 152.) *Sb.*

Heizung. Öfen.

Über die induktive Heizung. — Im Anschluß an eine frühere Arbeit[1] wird von M. Strutt die Konstruktion hochfrequenter eisenloser Öfen erörtert. Für die Vorausberechnung von solchen Öfen wird die nachfolgende Vorschrift angegeben. Ist V das zu erhitzende Volumen in cm³, T die Temperatur in Grad, γ eine Strahlungskonstante, die 0,001 ... 0,005 W/Grad · cm² beträgt, O die Oberfläche des zu erhitzenden „Kernes" und Q die im Kern dissipierte Leistung, so erhält man Q aus

$$Q = \gamma\, O\, T \text{ Watt.}$$

Hierbei ist O aus V zu erhalten mittels

$$O = \left[\frac{V}{\pi Z}\right]^{\frac{2}{3}} . 2\pi(1+Z) \text{ in cm}^2,$$

wobei Z das Verhältnis der Kernlänge L (Abb. 3) zum Kernradius a bezeichnet. Die Frequenz wird angenommen. Weiter berechnet man die Amperewindungszahl $W I$ auf 1 cm aus

$$Q = \frac{\pi}{\sqrt{2}} Z \left[\frac{V}{\pi Z}\right]^{\frac{2}{3}} \varrho_I\, \alpha\, (W I)^2 \text{ Watt,}$$

wobei ϱ_I den spez. Widerstand (in $\Omega \cdot$ cm) des Kernmaterials und α die Wechselstromkonstante bezeichnen. Darauf wählt man W derart, daß der Heizdrahthalbmesser b über einem gewissen „Schwellenwert" liegt und überdies den Strom I führen kann. Auch die angenommene Frequenz wird daraufhin kontrolliert, ob sie über gewissen „Schwellenwerten" liegt. Der Wirkungsgrad geht hervor aus

$$\eta = \frac{1}{1 + 0{,}33 \dfrac{L_1}{L} \dfrac{1}{W b} \dfrac{d}{a} \sqrt{\dfrac{\varrho_{II}}{\varrho_I}}}$$

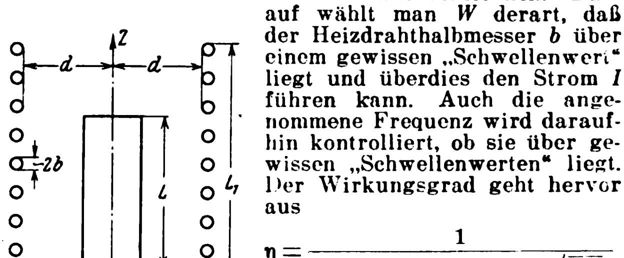


Abb. 3.

Die Bezeichnungen werden durch Abb. 3 erklärt (ϱ_{II} spez. Widerstand des Heizdrahtes). Auch die Reaktanz des Ofenkreises läßt sich einfach berechnen und damit die Kapazität zur Abstimmung des Ofenkreises auf die Generatorfrequenz. Endlich wird die Heizung nichtleitender Stoffe erörtert. Für die Tiegelwanddicke (Graphittiegel) wird in diesem Fall ein günstigster Wert angegeben. Die Berechnungen werden in Zahlenbeispielen erläutert. (M. Strutt, Arch. El. Bd. 19, H. 4, S. 424.)

Fernmeldetechnik.

Belastete Telegraphenkabel. — Die Seekabeltelegraphie konnte in den letzten Jahren durch die Einführung hochwertiger induktiver Belastung ihre Leistungsfähigkeit außerordentlich erhöhen; die Telegraphiergeschwindigkeit stieg auf das 8- bis 10fache derjenigen mit unbelastetem Kabel; über die damit auftauchenden neuen Probleme will ein Aufsatz von J. J. Gilbert einen Überblick geben.

Die Amplitude eines Zeichens am Empfangsende des Kabels steht im umgekehrten Verhältnis zur Sendegeschwindigkeit; maßgebend sind dabei die Leitungskonstanten und fremde, am Empfänger wirksam werdende Einflüsse. Abb. 4 zeigt die (hier abweichend von der in Deutschland üblichen Bezeichnungsweise α genannte) Dämpfungskonstante in Abhängigkeit von der Frequenz[1] für ein unbelastetes *(A)* und ein belastetes *(B)* Kabel; die Betriebsfrequenzen sind angedeutet. Die punktierte Kurve C entspricht einem idealen Kabel. Die Kurve B zeigt z. B. auch, daß eine wegen Störungen erforderliche Amplitudenverdoppelung, d. h. Dämpfungsverminderung um 0,7, die Telegraphiergeschwindigkeit fast um 10 Hz verringert. Die möglichst genaue Vorausbestimmung der α bedingenden Kabelkonstanten stellt eine der wichtigsten Aufgaben dar. Bei belasteten Kabeln bestehen verwickelte, im Laboratorium schwer nachzuahmende Abhängigkeiten der charakteristischen Größen. Die Permeabilität und damit die Induktivität werden vom hydrostatischen Druck und überlagerten Fremdfeldern beeinflußt; in den Wirkwiderstand gehen sämtliche Verlustgrößen im Kupfer, im Belastungsmaterial, in der Armierung und im Seewasser (Rück-

[1] M. Strutt, Ann. Phys. Bd. 82, S. 6 5.

[1] Zur Erläuterung s. K. W. Wagner, El. Nachr. Techn. Bd. 2, S. 135 und H. Salinger, ETZ 19.7, S. 156.



leitung) ein usw. Hier helfen nur Messungen an verlegten Kabeln und deren analytische Auswertung. Die charakteristischen Größen ergeben sich aus den in bekannter Weise auszuführenden Scheinwiderstandsmessungen bei Leerlauf und Kurzschluß, woraus die Wellenwiderstände Z_1 und Z_2 und die Fortpflanzungskonstanten γ_1 und γ_2 hervorgehen. Beide Z-Werte sind bei einem etwa 2000 sm (3700 km) langen Kabel praktisch gleich. Neuerdings hat man an verlegten Krarupkabeln bei verschiedenen Frequenzen den reellen und imaginären Anteil von γ gemessen und daraus mittels Näherungsverfahrens die Kabelparameter bestimmt. Für Sinusstrom liefert der imaginäre Teil von γ die Laufzeit $T = s\sqrt{LC}$; aus dieser berechnet sich für gegebene Kapazität und Frequenz die mittlere Induktivität des Kabels. Die Dämpfung mißt man durch das Verhältnis der gesandten, rechteckförmigen zur empfangenen, infolge der starken Dämpfung der höheren Frequenzen sinusförmig gewordenen Spannung, welche man auf einen im Vergleich zu dem Z des Kabels hohen Scheinwiderstand wirken läßt, an dem man mittels Verstärkers und Thermoindikators den Spannungsabfall durch Vergleich mit einer Eichspannung gleicher Frequenz mißt. Trotz genauester Vorausbestimmung der Parameter können noch durch Unregelmäßigkeiten (Reflexionen) im Kabel, äußere Einflüsse und Oberschwingungen der Sendespannung Fehler entstehen.

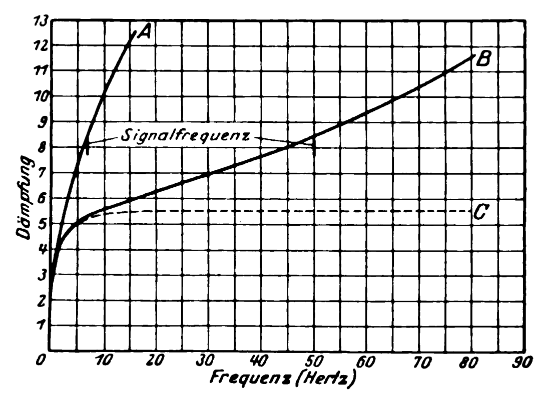


Abb. 4. Abhängigkeit der Dämpfung von der Signalfrequenz.

Ein sinusförmiges Zeichen läuft in etwa 0,3 s über ein transatlantisches Kabel. Die Laufzeit wird mittels einer oszillographischen Methode an beiden Enden gemessen. Die Empfangsspannung ist in den ersten Schwingungen etwas verzerrt, bis der Dauerzustand erreicht ist. Durch Extrapolation der Laufzeitmessungen für verschiedene übertragene Spannungen kann man die einem sehr schwachen Strom im Leiter entsprechende Induktivität aus der Laufzeit für die übertragene Spannung Null ableiten.

Aus Dämpfungs-, Laufzeit- und Kapazitätsmessungen am verlegten Kabel bei verschiedenen Frequenzen, durch Wirbelstromverlustbestimmungen im Laboratorium und Feststellungen über die Abhängigkeit der Seerückleitung und der Ableitung von der Frequenz lassen sich genügende Unterlagen zur Bestimmung der vier Kabelparameter gewinnen. An verlegten Kabeln ausgeführte Messungen ergaben gute Übereinstimmung mit den Laboratoriumswerten; für die Widerstandswerte lagen sie um 3 ... 5 % höher als letztere. Auf die theoretischen Schwierigkeiten der Ermittlung dieser Größen wird am Schluß der Arbeit noch einmal ausführlich hingewiesen.

[Anm. d. Ber. Es berührt eigenartig, daß bei einer derartigen Veröffentlichung, die einen zusammenfassenden Eindruck machen will, die auf dem Gebiet der Seekabeltelegraphie außerordentlich fruchtbare Arbeit deutscher Forscher nur ganz unzureichend durch Angabe nur einer einzigen deutschen Literaturstelle erwähnt wird.] (J. J. Gilbert, The Electrician Bd. 99, S. 190 u. 249.) *Eg.*

Hochspannungstechnik.

Über den Stoßdurchbruch der Luft. — Wird an eine Kugelfunkenstrecke eine steile Stoßspannung, die sehr schnell wieder abgebaut wird, angelegt, so kann sich trotz genügender Höhe der Spannung statt eines vollständigen Funkendurchbruchs eine unvollständige „unterdrückte" Entladung („suppressed discharge") ausbilden, weil die Zeit für die Entwicklung des vollständigen Durchbruchs zu kurz ist. Die Erscheinung zeigt sich äußerlich in Form kurzer Büschel, an die sich eine glimmähnliche Entladung[1] anschließt, die den übrigen Raum zwischen den Elektroden ausfüllt; sie wurde von J. J. Torok bei Versuchen zur Messung von Wellenstirnen an einer Schaltung entsprechend Abb. 5 beobachtet. In dieser Schaltung tritt beim Überschlag von F_2 an F_3 eine steil ansteigende Spannung auf, die beim Eintreffen der am geerdeten Leitungsende reflektierten Welle sehr rasch wieder abgebaut wird. Da diese Anordnung sehr labil war insofern, als bei geringfügigen äußeren Veränderungen entweder Funkendurchbruch oder die unvollständige Entladung eintraten, wurde die Leitungstrecke durch eine weitere Funkenstrecke F_4 parallel zu F_3 ersetzt. Durch Verstellen des Abstandes der Kugeln F_4 konnte an F_3 die gewünschte Entladungsart gewissermaßen stabilisiert und so die verschiedenen Stadien der Funkenentstehung untersucht werden. Der Verfasser gibt einige Photographien; die hauptsächlich von der Anode ausgehenden, kurzen, glänzenden Büschelstiele, an die sich die rötliche Glimmentladung anschließt, lassen vermuten, daß der Durchbruch an den Orten höchster Feldstärke beginnt und von da aus in den Schlagraum hineinwächst. Eine besonders eigenartige Erscheinung trat bei kurzem Abstand (0,25 ... 2 cm) der Kugeln auf, und zwar nur dann, wenn vorher einige Spannungswellen aufgelaufen waren, deren Höhe keinerlei Durchbruch hervorrufen konnte. Es zeigte sich dann in der Mitte zwischen den Kugeln ein glänzendes Stückchen Funkenbahn, das an beiden Enden nach den Elektroden zu in schwach leuchtendes Glimmen überging (Abb. 6). Eine der möglichen

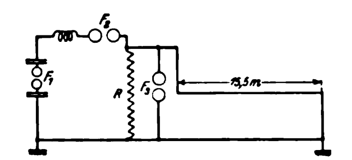


Abb. 5. Schaltung, bei der unterdrückte Entladungen an F_3 auftreten.

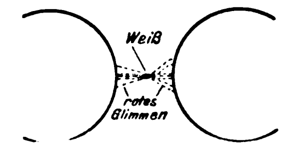


Abb. 6. Besondere Form einer unterdrückten Entladung.

Erklärungen dieser Erscheinung ist die folgende: Ein zwischen den Kugeln hindurchstreichender Luftstrom führt die von den ersten, niedrigen Spannungsstößen bereits ionisierte Luft mit sich fort, und zwar zufolge der Reibung an den Kugeln am stärksten in der Mitte zwischen ihnen. An dieser Stelle strömt frische Luft zu mit der höheren Zahl ursprünglicher freier Elektronen, die Ionisierung wird beim Einsetzen der letzten, hohen Spannungswelle hier am stärksten und führt zum Teildurchbruch. Der vollständige Durchbruch setzt sich aus solchen Teildurchbrüchen zusammen. Um den Einfluß der Zahl der ursprünglich vorhandenen Ionen weiter zu untersuchen, wurden dieselben einmal durch Anlegen einer konstanten, zum Durchbruch unzureichenden Spannung vor Eintreffen der Stoßspannung aus dem Felde herausgezogen, ein anderes Mal wurden Ionen durch weiche Röntgenstrahlen unter sonst gleichen Bedingungen neu gebildet. Ohne Bestrahlung konnten die Erscheinungen des unvollständigen Durchbruchs dann nur sehr selten und wenig ausgebildet erhalten werden, sehr schön und lichtstark jedoch bei Bestrahlung des Schlagraumes. Die Zeitverzögerung der Kugelfunkenstrecke ist also eine Funktion der bei Beginn des Spannungsanstiegs vorhandenen Ionenzahl. — Außer zur Klärung der Entstehung des Funkens läßt sich der unvollständige Durchbruch praktisch benutzen, um ein Bild der Feldverteilung z. B. an einer Isolatorenkette zu gewinnen, da die Büschel- bzw. Glimmfäden dem Feldverlauf folgen. So zeigen zwei Photographien das günstigere Feldbild einer oben und unten mit Schutzring versehenen Hängekette gegenüber einer anderen, an der der obere Ring durch zwei Hörner ersetzt ist. (J. J. Torok, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 47, S. 177.) *Wi.*

[1] Das Wesen dieser Entladung wird nicht näher diskutiert.

Verschiedenes.

Technische Hochschule Braunschweig. — Die Technische Hochschule Braunschweig hat alle ihre elektrotechnischen Institute neu errichtet und rüstet sich, sie im kommenden Wintersemester feierlich einzuweihen. Im besonderen Maße würde sich die Hochschule freuen, wenn die Feier, die ein bedeutsames Stadium in der Entwicklung der Carolo-Wilhelmina kennzeichnet, einen großen Kreis früherer Schüler vereinigte. Damit die Hochschule persönliche Einladungen ergehen lassen kann, bittet sie alle ihre ehemaligen Schüler sowie Freunde, die an der Festlichkeit teilnehmen möchten und nicht Mitglieder des Braunschweigischen Hochschulbundes sind, ihre Anschrift an das Sekretariat gelangen zu lassen.

Neue Normblätter des DNA. — Kraftfahrbau: DIN Vornorm Kr L 205 Felgenbandmaße für Geradseitfelgen. — Kr M 310 Kabelanschlußmuttern für Zündkerzen nach Kr M 301, Richtlinien und Anschlußmaße.

Luftfahrt: DIN Vornorm L 11 Stahlrohre für Fachwerke.

Armaturen: DIN 3204 Flachschieber mit Flanschanschluß nach Nenndruck 2,5, bei Nennweite 40 bis 600: Betriebsdrücke W 2,5, G 2; bei Nennweite 700 bis 2000: Betriebsdrücke W 1, G 1. — 3205 Flachschieber mit Flanschanschluß nach Nenndruck 10, Betriebsdrücke (nach Nenndruck 2,5) W 2,5, G 2. — 3206 Ovalschieber mit Flanschanschluß nach Nenndruck 10, bei Nennweite 40 bis 600: Betriebsdrücke W 10, G 8; bei Nennweite 700 bis 1000: Betriebsdrücke W 6, G 5. — 3207 Ovalschieber mit Muffenanschluß nach Nenndruck 10, bei Nennweite 40 bis 600: Betriebsdrücke W 10, G 8; bei Nennweite 700 bis 1000: Betriebsdrücke W 6, G 5. — 3208 Rundschieber mit Flanschanschluß nach Nenndruck 16 bei Nennweite 40 bis 600: Betriebsdrücke W 16, G 13; nach Nenndruck 10 bei Nennweite 700 bis 1000: Betriebsdrücke W 10, G 8.

Bauwesen: DIN 1073 Berechnungsgrundlagen für eiserne Straßenbrücken, Belastungsannahmen siehe DIN 1072. — 1215 Schachtabdeckungen für Fahrbahn, runder Rahmen mit Flanschfuß, Kennmaß 500, 600 und 700. — 1216 Schachtabdeckungen für Fahrbahn, quadratischer Rahmen mit glattem Fuß, Kennmaß 500 und 600. — 1217 Schachtabdeckungen für Fahrbahn, quadratischer Rahmen mit Flanschfuß, Kennmaß 500 und 600. — 1218 Schachtabdeckungen für Fahrbahn, Deckel mit Riffelung, Kennmaß 500 und 600. — 1219 Schachtabdeckungen für Fahrbahn, Deckel für Holzfüllung, Kennmaß 500 und 600. — 1220 Schachtabdeckungen für Fahrbahn, Deckel für Asphaltfüllung, Kennmaß 500, 600 und 700. — 1289 Feuergeschränk für Kachelöfen, Fülltür für Füllfeuerung. — 1290 Blatt 1 Feuergeschränk für Kachelöfen mit Oberbalkenverschluß, Feuertür und Aschentür auf gemeinsamer Vorstellplatte. — 1290 Blatt 2 Feuergeschränk für Kachelöfen mit Oberbalkenverschluß, Feuertür, Aschentür. — 1291 Blatt 1 Feuergeschränkt für Kachelöfen mit seitlichem Schraubverschluß, Feuertür und Aschentür auf gemeinsamer Vorstellplatte. — 1291 Blatt 2 Feuergeschränk für Kachelöfen mit seitlichem Schraubverschluß, Feuertür, Aschentür. — 1292 Blatt 1 Feuergeschränk für Kachelherde, Feuertür und Aschentür auf gemeinsamer Vorstellplatte. — 1292 Blatt 2 Feuergeschränk für Kachelherde, Feuertür, Aschentür.

Eisenbahnwesen: DIN 1563 Nahtlose Gewinderohre aus Flußstahl St 34 (Leitungsrohre).

Maschinenbau, allgemein: DIN 654 Stahlbolzenketten. — 686 Blatt 1 und 2 Zerlegbare Gelenkketten.

Materialprüfungen der Technik: DIN DVM 2102 Prüfverfahren für natürliche Gesteine, Raumgewicht, spezifisches Gewicht, Dichtigkeitsgrad. — DVM 2103 Prüfverfahren für natürliche Gesteine, Wasseraufnahme, Wasserabgabe. — DVM 2104 Prüfverfahren für natürliche Gesteine, Frostbeständigkeit. — DVM 2105 Prüfverfahren für natürliche Gesteine, Druckfestigkeit. — DVM 2121 Teerdachpappen, beiderseitig besandet. — DVM 2122 Tränkmassen für besondere Teerdachpappen, Teilmengen in % des Gewichtes. — DVM 2123 Prüfung der Teerdachpappe. — DVM 2124 Prüfung von Tränkmassen für Teerdachpappen.

Rohrleitungen: DIN 2400 Rohrleitungen, Übersicht. — 2504 Flansche, Anschlußmaße für Nenndruck 64 und 100, Betriebsdrücke: W 64 und W 100, G 50 und G 80, H 40 und H 64. — 2620 Vorschweißflansche, überlappte Schweißung für Nenndruck 1 und 2,5, Betriebsdrücke: W 1 und Nenndruck 1 und 2,5, Betriebsdrücke: W 1 und W 2,5, G 1 und G 2. — 2621 Vorschweißflansche, überlappte Schweißung für Nenndruck 6, Betriebsdrücke: W 6, G 5. — 2622 Vorschweißflansche, überlappte Schweißung für Nenndruck 10, Betriebsdrücke: W 10, G 8. — 2630 Vorschweißflansche, autogene Schweißung für Nenndruck 1 und 2,5, Betriebsdrücke: W 1 und W 2,5, G 1 und G 2. — 2631 Vorschweißflansche, autogene Schweißung für Nenndruck 6, Betriebsdrücke: W 6, G 5. — 2660 Lose Flansche mit Vorschweißbund, überlappte Schweißung, für Nenndruck 1, Betriebsdrücke: W 1, G 1. — 2661 Lose Flansche mit Vorschweißbund, überlappte Schweißung, für Nenndruck 2,5, Betriebsdrücke: W 2,5, G 2. — 2662 Lose Flansche mit Vorschweißbund, überlappte Schweißung, für Nenndruck 6, Betriebsdrücke: W 6, G 5. — 2663 Lose Flansche mit Vorschweißbund, überlappte Schweißung, für Nenndruck 10, Betriebsdrücke: W 10, G 8. — 2664 Lose Flansche mit Vorschweißbund, überlappte Schweißung, für Nenndruck 16, Betriebsdrücke: W 16, G 13, H 13. — 2665 Lose Flansche mit Vorschweißbund, überlappte Schweißung, für Nenndruck 25, Betriebsdrücke: W 25, G 20, H 20. — 2666 Lose Flansche mit Vorschweißbund, überlappte Schweißung, für Nenndruck 40, Betriebsdrücke: W 40, G 32, H 32. — — 2670 Lose Flansche mit Vorschweißbund, autogene Schweißung, für Nenndruck 1, Betriebsdrücke: W 1, G 1. — 2671 Lose Flansche mit Vorschweißbund, autogene Schweißung, für Nenndruck 2,5, Betriebsdrücke: W 2,5, G 2. — 2672 Lose Flansche mit Vorschweißbund, autogene Schweißung, für Nenndruck 6, Betriebsdrücke: W 6, G 5.

Schreibmaschinen: DIN Vornorm 2116 Holzschutzkasten, Beschlagteile. — 2118 Holzschutzkasten für Schwinghebel-Standardmaschinen. — 2119 Holzschutzkasten für Stoßstangen-Standardmaschinen.

Stoffe (Stahl und Eisen): DIN 1691 Gußeisen.

Werkzeuge: DIN 365 Herstellungsgenauigkeit rund geschliffener Spiralbohrer, Spiralsenker und Aufstecksenker. — 2151 Normalgewindelehren, Herstellungsgenauigkeit der Lehren für metrisches Gewinde. — 2152 Normalgewindelehren, Herstellungsgenauigkeit der Lehren für Whitworth-Gewinde.

Geänderte Normblätter. Rohrleitungen: DIN 2422 Gußeiserne Flanschenrohre für Nenndruck 10, Betriebsdruck: W 10 (3. Ausgabe, geändert). — 2455 Flußstahlrohre, genietet für Nenndruck 1 bis 6, Betriebsdrücke: W 1 bis W 6, G 1 bis G 5 (2. Ausgabe, geändert). — 2501 Flansche, Anschlußmaße für Nenndruck 1 bis 6, Betriebsdrücke: W 1 bis W 6, G 1 bis G 5 (3. Ausgabe, erweitert). — 2502 Flansche, Anschlußmaße für Nenndruck 10 und 16, Betriebsdrücke: W 10 und W 16, G 8 und G 13, H 13 (3. Ausgabe, geändert). — 2503 Flansche, Anschlußmaße für Nenndruck 25 und 40, Betriebsdrücke: W 25 und W 40, G 20 und G 32, H 20 und H 32 (2. Ausgabe geändert). — 2532. Gußeisenflansche für Nenndruck 10, Betriebsdrücke: W 10, G 8, Konstruktionsblatt (3. Ausgabe, geändert).

Stoffe (Stahl und Eisen): DIN 1606 Flußstahl geschmiedet oder gewalzt, Erläuterungen zu DIN 1611 und 1661 (2. Ausgabe, geändert). — 1611 Flußstahl geschmiedet oder gewalzt, unlegiert, Maschinenbaustahl (2. Ausgabe, geändert).

Grundnormen: DIN 826 Zeitschrift im Format A 4 (210 × 297), Satzspiegel, Bildbreiten (2. Ausgabe, geändert).

Werkzeuge: DIN 863 Schraublehren, Herstellungsgenauigkeit und Aufbiegung (2. Ausgabe, geändert).

Bauwesen: DIN 1025 Blatt 2 I-Eisen, Abmessungen und statische Werte.

Lokomotivbau: DIN LON 2003 Kipproststäbe.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Vom deutschen Ausstellungs- und Messewesen. — Nach einem vom ersten Vorsitzenden des Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amtes, Direktor H. Kraemer, in der ersten Mitgliederversammlung des Amtes auf der Pressa in Köln gehaltenen Vortrag hat 1927 die Zahl der Aussteller auf den großen Messen zusammen rd. 25 000 betragen, die der Aussteller auf den übrigen Ausstellungen und Fachmessen rd. 27 000, so daß am Ausstellungs- und Messewesen im ganzen wohl mindestens 50 000 bis 55 000 Firmen aktiv beteiligt waren. Der Vorsitzende wies weiter auf die nunmehr beschlossene Teilnahme Deutschlands an der internationalen Ausstellung in Barcelona 1929 (1. IV./31. XII.) und darauf hin, daß man sich zu einer diplomatischen Konferenz rüste, deren Gegenstand die Revision und der Abschluß des schon 1912 getroffenen Abkommens über internationale Ausstellungen sein werde. Der Reichskommissar für Ausstellungen und Messen, Geheimrat Dr. P. Mathies, sprach u. a. über die Sicherung der Interessen des Staates sowie der Regierung und anschließend daran über das Problem einer gesetzlichen Regelung des Ausstellungs- und Messewesens durch staatliche Genehmigungspflicht. Trotz voller Würdigung der für letztere sprechenden Momente lehnte er es aber ab, im gegenwärtigen Zeitpunkt seinerseits auf eine solche Regelung zu drängen, weil die gesammelten Erfahrungen zu einem abschließenden Urteil noch nicht ausreichten und die Entscheidung auch von der Form der geplanten internationalen Regelung abhänge. Seinen Ausführungen folgte ein Vortrag von Prof. Dr. Jäckh über „Neudeutsche Ausstellungspolitik".

Berlin im Licht 1928. — Die maßgebenden Berliner Wirtschaftsorganisationen haben sich unter Beteiligung der



Industrie- und Handelskammer, der Handwerkskammer zu Berlin, des Städtischen Verkehrs-Amtes, des Ausstellungs-, Messe- und Fremdenverkehrs-Amtes der Stadt Berlin und der Internationalen Luftfahrt-Ausstellung Berlin 1928 zu einer Arbeitsgemeinschaft zusammengeschlossen, die während der „Ila" vom 13. bis 16. X. eine Veranstaltung „Berlin im Licht" durchzuführen beabsichtigt.

Straßenbahn-Ausstellung Essen 1928. — Um einen Überblick über die Fortschritte der Technik des Straßenbahnwesens und des damit zusammenhängenden Straßenbaues zu geben, die Fachwelt und zugleich die Öffentlichkeit über die Leistungen der in Betracht kommenden Verkehrsunternehmungen und Industriebetriebe im Interesse der allgemeinen Verkehrswirtschaft zu unterrichten, veranstalten der Verein der Straßen- und Kleinbahnen im Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk e. V., der Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk der Stadt Essen, die Süddeutsche Eisenbahn-Gesellschaft (Essener Straßenbahnen) und der Gemeinnützige Verein für die Verwertung des Essener Ausstellungsgeländes G. m. b. H. gelegentlich der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen vom 21. bis 30. IX. auf dem Gelände an der Norbertstraße in Essen eine Straßenbahn-Ausstellung. Von den sieben vorgesehenen Abteilungen umfaßt die vierte die elektrischen Einrichtungen der Straßenbahn (Oberleitung mit Tragwerk und Spezialausführungen, Materialbeobachtungen am Fahrdraht und Stromabnehmer, Speise- und Rückleitungen, Beleuchtungs- und Signaleinrichtungen, elektrische Bremsen, besondere elektrotechnische Einrichtungen für den Betrieb). Die Platzmiete beträgt für die Bodenfläche ohne Aufbau etwaiger Trennwände je nach Größe in geschlossener Halle 25 bis 15 und im Freien 8 bis 5 RM/m², mindestens aber 100 RM. Gegen besondere Vergütung steht für kleinere und mittlere Stromverbraucher Drehstrom von 220 V und 50 Hz, für größere Abnehmer Hochspannungsanschluß von 5 kV und derselben Periodenzahl zur Verfügung. Die Beschaffung von Gleichstrom bleibt den Ausstellern überlassen.

Frankfurter Herbstmesse. — Entgegen anders lautenden Mitteilungen findet die Frankfurter Herbstmesse planmäßig in der Zeit vom 30. IX. bis 3. X. statt.

Internationale elektrotechnische Ausstellung Moskau 1929. — Laut Beschluß der zuständigen Sowjetbehörden soll die für 1929 in Aussicht genommene internationale elektrotechnische Ausstellung nicht in Leningrad, sondern in Moskau stattfinden.

Internationale elektrotechnische und Industrie-Ausstellung New York 1928. — Die 21. internationale elektrotechnische und industrielle Jahresausstellung findet im Grand Central Palace, New York, vom 17. bis 27. X. statt.

19. Niederländische Messe. — Die Messe wird vom 4. bis 13. IX. in Utrecht abgehalten und eine Sondergruppe von Maschinen und Gerätschaften für die Molkereiwirtschaft enthalten. Ehrenamtlicher Vertreter für Deutschland ist Herr W. Wansleben, Krefeld, Elisabethstraße 107 a.

Energiewirtschaft.

Erfahrungen mit Hochdruckdampfanlagen. — G. A. Orrok berichtet auf Grund der alljährlichen Umfrage des Prime Movers Committee der amerikanischen National Electric Light Association, der Verhandlungen der Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique sowie noch andrer Unterlagen über die bis jetzt bekanntgewordenen Erfahrungen mit der Anwendung hoher Drücke und hoher Temperaturen in Dampfkraftwerken. Seine Zusammenstellung solcher Anlagen, die 48 verschiedene Werke in allen Ländern, darunter auch viele deutsche, umfaßt, ist wohl die vollständigste Übersicht über Hochdruckdampfanlagen, die bis jetzt veröffentlicht worden ist, wenn man unter Hochdruck Dampfdrücke zwischen 36 und 224 at versteht.

Das Ergebnis der bisherigen Betriebserfahrungen ist, daß anscheinend keine ernstlichen Schwierigkeiten bestehen, Dampfdrücke bis zu 140 at anzuwenden. Ebenso scheint es nach den bisherigen Erfahrungen durchaus möglich, Dampfüberhitzer, deren Röhren aus gewöhnlichem Stahl hergestellt sind, für Temperaturen bis 460° wirtschaftlich anzuwenden, da solche Überhitzer im bisherigen Betrieb keine ernstlichen Schwierigkeiten bereitet haben. Auf der anderen Seite sind für höhere Temperaturen heute legierte Stähle verfügbar, aus denen Rohre, Gußteile und Kesseltrommeln hergestellt werden, so daß die Kesselfirmen bereit sind, für Temperaturen bis zu 480° die Garantie für volle Betriebsicherheit zu übernehmen. Die bis jetzt vorliegenden Berichte betonen, daß die beim Betrieb von Hochdruckanlagen beobachteten Störungen von der gleichen Art sind, wie sie auch beim Betrieb von Anlagen mit 14 at auftreten, und daß gerade die Störungen ausgeblieben sind, mit denen man geglaubt hatte rechnen zu müssen. Beispielsweise hatte man geglaubt, die Sicherheitsventile durch Vorventile, die schon bei niedrigerem Druck abblasen, gegen zu schnelle Abnutzung durch den hochgespannten Dampf sichern zu sollen. Das hat sich als überflüssig erwiesen. Auch die Störungen durch Schwanken des Wasserspiegels in den Kesseltrommeln bei Änderungen der Belastung sind nicht in dem erwarteten Maß aufgetreten, da viel geringere Schwankungen vorkommen. Die Störungen an Überhitzern und Zwischenüberhitzern waren nicht zahlreicher als bei Niederdruckanlagen. Auch die großen Dampfmengen in diesen Teilen haben den Betrieb nicht erschwert, während man viel Erfindungsgeist darauf verwendet hatte, diese Massen zu verringern.

Dagegen ist über einige Störungen zu berichten, die man nicht vorausgesehen hatte, die aber im wesentlichen ebenso leicht behoben werden konnten wie bei Niederdruckanlagen. Hierunter fallen das Versagen der Mannlochdichtungen, der Pumpenstopfbuchsen und der Speisewasserregler. Fast in allen Anlagen hatte man ferner Schwierigkeiten mit den Wasserstandgläsern, die aufhören, sobald stärkere und bessere Bauarten verwendet wurden. Auch über Undichtheiten von Stahlguß wurde berichtet; doch kann dieser Mangel ebenso auch bei 14 at Betriebsdruck auftreten.

An den Dampfturbinen waren keine Störungen zu verzeichnen, die nicht auch bei niedrigeren Drücken hätten auftreten können. Mit Ausnahme der französischen Anlage Genevilliers hat man nirgendwo ein Verziehen von Dampfdüsen infolge der hohen Temperatur beobachtet. Da die Hochdruckturbinen für Dampfdrücke über 42 at bis jetzt nicht über 10 000 kW Leistung gebaut wurden, waren die Gefahren von Schwingungserscheinungen u. dergl. auch gering. Mehrfach hat man beobachtet, daß sich an den Schaufeln und Düsen leichte Oxydschichten bilden, ähnlich wie sie auch in Rohrleitungen für Hochdruckdampf auftreten. Diese Rostansätze sind sehr hart und haften außerordentlich fest. Jedenfalls kann man aus den Berichten folgern, daß auch die Dampfturbinen bis zu 140 at Dampfdruck keine ernstlichen Schwierigkeiten mehr bereiten. Nach den Erfahrungen der Anlage in Langerbrugge (Centrales Electriques des Flanders), deren Überhitzer trotz der Betriebstemperatur von 460° und zweijährigem Gebrauch nicht anders aussahen als gewöhnliche Überhitzer, kann man auch die Steigerung der Betriebstemperaturen vorübergehend auf 500° als vollkommen zulässig ansehen. Die Zahl der in Hochdruckanlagen durchgebrannten Überhitzerrohre war nicht höher als die in Anlagen mit niedrigeren Drücken. Bei den Kesseltrommeln dürfte die Nietung nur bis etwa 45 at Betriebsdruck zulässig sein. Der einzige Fall, in dem genietete Kesseltrommeln für höheren Druck verwendet wurden, ist das Werk Langerbrugge; allein hier gab es Schwierigkeiten mit Undichtheiten der Trommeln, und man spricht davon, daß sie durch geschweißte oder genietete ersetzt werden sollen. Mit den Ergebnissen der Hochdruckanlagen ist man allgemein zufrieden, gleichviel ob es sich um Grundlast-Kraftwerke oder um Gegendruckanlagen handelt. In Langerbrugge und Charlottenburg sind sogar Nachbestellungen erfolgt, so daß auch die Anlagekosten nicht zu hoch sein dürften. (Power, Bd. 67 1928, S. 339.) *Hr.*

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Über die Gründung der Preußischen Elektrizitäts-A. G., Berlin, deren Vorgeschichte und Zweck, wie sie im (ersten) Geschäftsbericht des Unternehmens für 1927 (9 Monate) dargelegt werden, ist in der ETZ 1927, S. 1764, bereits eingehend gesprochen worden. Es handelt sich, wie die Verwaltung sagt, um einen der großen Zusammenschlüsse, welche die jüngste Entwicklung der deutschen Wirtschaft auf dem Wege ihrer technischen und organisatorischen Durchbildung zwecks Erhöhung von Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit als eine Zeit der Sammlung und Neuordnung der Kräfte kennzeichnen. Der preußische Staat hat das Unternehmen unter Verzicht auf jede eigene unmittelbare elektrowirtschaftliche Betätigung in eine Reihe mit den anderen großen öffentlichen, privaten und gemischtwirtschaftlichen Stromerzeugungsgesellschaften

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1020.



gestellt. Von dem Grade, wie das Zusammengehen mit diesen erreicht werden wird, wird auch das allen gemeinsame Ziel abhängen, der Abnehmerschaft eine vollkommene, betriebsichere und besonders auch preislich vorteilhafte Versorgung mit elektrischem Strom zu verschaffen. Der mit Kartenskizzen und statistischem Bildmaterial ausgestattete Bericht erwähnt den Demarkationsvertrag mit dem RWE und das Abkommen mit den Hamburgischen Electricitäts-Werken über gemeinschaftliche Richtlinien für die wirtschaftliche Versorgung der nördlichen Interessengebiete. Zu dem Austausch der Beteiligung an der Braunkohlen-Industrie A. G. „Zukunft" gegen die des RWE an den Braunschweigischen Kohlenbergwerken ist es erst 1928 im Anschluß an den mit den Elektrowerken A. G. vereinbarten Freundschaftsvertrag gekommen. Ein Zusammenschluß mit dem Bayernwerk hat insbesondere den Austausch von Braunkohlenstrom gegen Wasserspitzenstrom zur Grundlage. Die Energieabgabe der Berichterstatterin hat sich in der Berichtszeit um 24 % erhöht, u. zw. auf 290,205 Mill. kWh (233,685 i. V.). Einschließlich des Absatzes der Nordwestdeutschen Kraftwerke A. G. (135,111 Mill. kWh) und des der Braunkohlen-Industrie A. G. „Zukunft" (146,567 Mill. kWh) betrug die Lieferung im ganzen Versorgungsgebiet der Preag 571,883 Mill. kWh (469,769 i. V.). In den Wasserkraftwerken Dörverden (12 Mill. kWh), Hemfurth (49), Helminghausen (3), Werrawerk (11), Mainwerke (27) sind zusammen 102,374 Mill. kWh, in der Braunkohlenzentrale Borken 106,073 und mit Steinkohle in Ahlem und Dörverden 75,999 Mill. kWh produziert worden, d. s. insgesamt 284,446 Mill. kWh. Im Dezember hat die Gesellschaft den ersten Maschinensatz ihres Spitzenkraftwerks Hemfurth II dem Betrieb übergeben und die Verbindung mit dem Bayernwerk fertiggestellt. Die Vorarbeiten für die 100 kV-Kuppelungsleitung zwischen ihrem Kraftwerk Hannover und dem Gersteinwerk der VEW wurden weiter gefördert. Ausweislich des Berichts betrugen der Betriebsüberschuß 6 382 379 RM, der Reingewinn 2 580 965 RM und die Dividende 4 % auf 80 Mill. RM Aktienkapital für drei Vierteljahre.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Freileitungen.

Die Kommission hat ihre bereits verschiedentlich an dieser Stelle angekündigte Absicht, die bisherigen „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" einer eingehenden Überarbeitung zu unterziehen und hierbei auch zur Erhöhung der Übersichtlichkeit eine Paragrapheneinteilung zu wählen, nunmehr durchgeführt.

Weiter sind in dem vorliegenden neuen Entwurf zu „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungslinien V. F. L./1929" die seit der letzten Ausgabe der Vorschriften vom 1. Oktober 1923 vorgenommenen Änderungen hineingearbeitet. Besonders genannt seien die neuen Bestimmungen über die erhöhte Sicherheit, die neuen einheitlichen Bestimmungen über die bei Stahlmasten zulässigen Beanspruchungen (Omega-Verfahren) und die neuen Bestimmungen über Abstände der Freileitungen von Gebäuden. Eine Änderung erfuhren ferner die Bestimmungen für Holzmaste.

Darüber hinaus enthält der neue Entwurf erstmalig Bestimmungen über den Rostschutz, über die Berechnung der Maste auf Verdrehen und für Eisenbetonmaste sowie als Anhang eine „Anleitung für die Prüfung der Verzinkungsgüte bei der Abnahme verzinkter Stahldrähte und verzinkten Stahl- und Eisenzeuges".

Um unzweideutig zu erkennen zu geben, daß die Bestimmungen, soweit nicht das Gegenteil ausdrücklich hervorgehoben ist, sowohl für Drähte als auch für Seile und unabhängig davon gelten, ob diese Spannung führen oder nicht, erschien es zweckmäßig, für sie eine gemeinsame Bezeichnung einzuführen. In Frage kamen die Bezeichnungen „Leiter" oder „Leitung". Folgende Gründe waren dafür maßgebend, daß im Entwurf der Ausdruck „Leitung" vorgeschlagen ist (siehe § 2):

Die Einführung des Begriffes „Leiter" in den Freileitungsvorschriften hätte zur Folge haben müssen, daß das Wort „Leitung" aus allen Vorschriften, Regeln, Leitsätzen, Normen usw. des VDE, in denen es gleiche oder ähnliche Bedeutung hat, hätte verschwinden müssen. Abgesehen von der dadurch verursachten, nicht zu unterschätzenden Umwälzung wäre dieses mit Rücksicht auf den langjährigen Gebrauch ohne Zweifel zu bedauern gewesen. Geradezu bedenklich wäre es aber, den Ausdruck „Leiter" auch in den Bestimmungen zu verwenden, die auf den Laien zugeschnitten sind (z. B. in „Merkblätter für Verhaltungsmaßregeln gegenüber elektrischen Freileitungen"); denn jeder Laie weiß, was eine „Leitung" ist; das Wort „Leiter" in solchen Bestimmungen könnte aber zu schwerwiegenden Mißdeutungen Anlaß geben. Die Bezeichnung „Leiter" hätte außerdem in den Freileitungsvorschriften zur Verwendung mehrerer, recht unschöner Wortzusammensetzungen geführt, z. B. „Leiterschutz", „Leiterträger", „Leitermast", wobei zu bedenken ist, daß ein „Leitermast" aus Eisen oder Eisenbeton in der ursprünglichen physikalischen Bedeutung des Begriffes „Leiter" selbst ein Leiter ist. Das letzte Beispiel zeigt, daß die Einführung des Begriffes „Leiter" geradezu zu einer Sprachverwirrung führen würde.

Zu berücksichtigen war aber weiter, daß sich der Ausdruck „Leitung" mehr oder weniger bereits als Bezeichnung für die gesamte Freileitungsanlage eingebürgert hat. Für diese mußte also ein anderer Ausdruck gefunden werden. Im Entwurf werden die Bezeichnungen „Starkstromlinien", „Hochspannungslinien" und „Niederspannungslinien" (siehe § 2) und als Titel „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungslinien" vorgeschlagen. Nicht verkannt werden soll, daß diese Ausdrücke bei denen, die sich an die Bezeichnung „Leitung" für Freileitungsanlagen gewöhnt haben, zunächst auf Abneigung stoßen werden. Diese wird sich aber überwinden lassen, wenn man bedenkt, daß die „Linie" in übertragener Bedeutung in zahlreichen Wortzusammensetzungen ähnlicher Art bereits volkstümlich ist, z. B. Eisenbahn-, Schiffahrt-, Omnibus-, Straßenbahnlinie. Die Ausdrücke „Telegraphenlinien" und „Fernsprechlinien" sind bei der Deutschen Reichspost schon seit Bestehen des elektrischen Telegraphen gebräuchlich. Im Telegraphenwegegesetz sind sie seit 1899 gesetzlich festgelegt und bisher noch von keiner Seite angefeindet worden. Schließlich findet sich die „Linie" in gleicher Bedeutung auch in mehreren ausländischen, z. B. in den englischen und amerikanischen Vorschriften. Zu erwarten ist, daß sich die „Starkstromlinien" usw. auch bei uns in kurzer Zeit einbürgern werden.

Der neue Wortlaut der „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungslinien V. F. L./1929" ist als Sonderdruck aufgelegt und wird Interessenten kostenlos von der Geschäftsstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Berlin W 57, Potsdamer Straße 68, zur Verfügung gestellt.

Einsprüche gegen diesen Entwurf werden in doppelter Ausfertigung bis zum 15. September 1928 an die vorgenannte Geschäftsstelle erbeten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
I. V. Heym.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Nachtrag

zum Bericht über die Jahresversammlung am 17. I. 1928*.

Vortrag nebst Besprechung.

Obering. König, Frankfurt a. Main:

„Darstellung von Schalt- und Überspannungsvorgängen in Bild und Film".

Vorsitz:
Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Der Vortragende führt folgendes aus:

Die genaue Kenntnis der Vorgänge in Hochspannungsanlagen, Maschinen und Apparaten führt zu einer stetigen

* ETZ 1928, S. 263.



Verbesserung derselben. Die Befruchtung der Praxis mit diesen Kenntnissen ist eine der Hauptstützen des Fortschrittes. Neben der schriftlichen oder rein mündlichen Übermittlung neuer Erkenntnisse besitzen wir im Experiment ein Mittel, Gesetzmäßigkeiten im Naturgeschehen auf einfachste Weise einem Kreise zugänglich zu machen. Diese Art des Experiments wird als „induktives Experiment" bezeichnet und dient dazu, auf gewisse in irgendeiner Weise gefundene Gesetzmäßigkeiten hinzuleiten. Die meisten Gesetzmäßigkeiten werden durch das „deduktive Experiment" gefunden, d. h. durch Untersuchung unbekannter Vorgänge auf experimentellem Wege, um die den Vorgängen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten ableiten zu können. Während also das induktive Experiment die Kenntnisse der Gesetzmäßigkeiten voraussetzt (Experimentalvorträge u. dgl.), soll das deduktive Experiment in bisher unbekannte Zusammenhänge hineinleuchten.

Für beide Experimente soll je ein Beispiel gegeben werden: Die bekannten Überspannungsvorgänge werden im Rahmen des induktiven Experiments behandelt, während die Schaltvorgänge durch deduktive Experimente weiter erforscht werden. Entgegen der bisherigen Ansicht, daß die meisten atmosphärischen Überspannungen in Freileitungsnetzen durch elektrische Induktion entstehen, zwingen die neuesten Beobachtungen (siehe die Arbeiten der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen) zu der Annahme, daß schwere Überspannungen fast stets auf den Einschlag des Hauptblitzstrahles oder einer Nebenentladung zurückzuführen sind. Auch ein Einschlag in den Mast oder das Erdseil kann einen Überschlag auf das Leitungseil bedingen. Trotz verhältnismäßig kleiner Erdwiderstände ist der Spannungsabfall im Mast bei der großen Blitzstromstärke so hoch, daß rückwärts vom Mast aus ein Überschlag auf die Leitung erfolgt (Abb. 1). Diese zunächst verblüffende Tatsache läßt sich experimentell sehr schön vor Augen führen mit einem einfachen Aufbau nach Abb. 2. Das Erdseil E wird über einen kleinen Widerstand M (Mastwiderstand) geerdet. Die Freileitung L ist durch die Isolatoren F_2 und F_3 (dargestellt durch Funkenstrecken) von Erde getrennt. Gibt man nun über F_1 eine kräftige Kondensatorenentladung (Blitz) auf das Erdseil, so schlagen trotz der „Erde" M die Isolatoren F_2 und F_3 über.

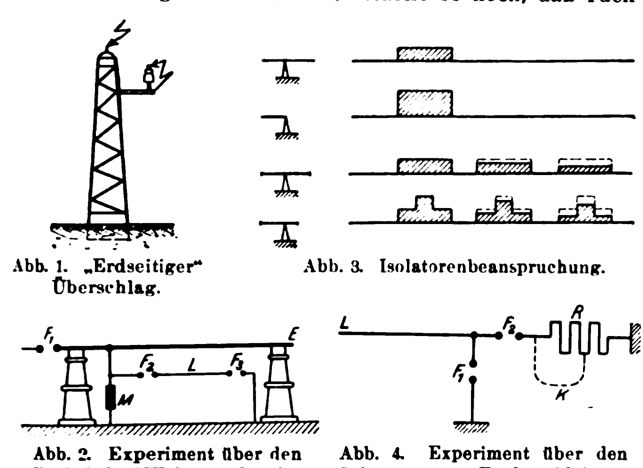


Abb. 1. „Erdseitiger" Überschlag.

Abb. 3. Isolatorenbeanspruchung.

Abb. 2. Experiment über den Einfluß des Widerstandes der Masterde.

Abb. 4. Experiment über den Schutzwert von Funkenableitern.

Die so auf die Leitungen übertragenen Elektrizitätsmengen breiten sich in Form von Wanderwellen aus. Für die Isolation sind diese um so gefährlicher, je höher ihre Spannung ist und je öfter sie auftreten (hochfrequenter Charakter). Das öftere Auftreffen einer Wanderwelle auf den gleichen Isolator kommt durch Reflexion zustande (Abb. 3). In der obersten Skizze ist die Beanspruchung eines Isolators im unendlich großen Netz dargestellt. Die Welle läuft nur ein einziges Mal über den Isolator. Die nächste Skizze zeigt die Beanspruchung in einem Netz, das einseitig begrenzt ist. Die Welle wird reflektiert; der Isolator steht unter der doppelten Spannung. Meist ist das Netz oder der Netzteil beiderseitig begrenzt (Drosselspule, Sammelschienen, Leitungsknicke usw.), so daß der Isolator mehrmals von der Welle getroffen wird. Die Form dieser Beanspruchungen geht aus den beiden unteren Skizzen hervor. Um diese wiederholte Beanspruchung zu vermeiden, werden Funkenableiter (Funkenstrecken mit Dämpfungswiderständen) eingebaut. Ob diese Apparate reine Hörnerableiter, Sterndreieckschutz, Bendmann-Ableiter usw. sind, ist für den Schutzwert grundsätzlich gleichgültig. Ein einfaches Experiment zeigt die Wirkungsweise eines derartigen Apparates. Nach Abb. 4 wird an das Ende einer Leitung L, in der die Wanderwelle erregt wird, eine direkt geerdete Funkenstrecke F_1 angeschlossen (bedeutet die Isolation der Anlage). Als Überspannungsschutz wird eine Funkenstrecke F_2 mit Dämpfungswiderstand R (zunächst etwa 2000 Ω) hinzugefügt. Beim Auftreffen der Wanderwelle schlagen F_1 und F_2 über, d. h. das **A n s p r e c h e n** des Ableiters ist nicht mit der **A b l e i t u n g** der Überspannung identisch, wie zuweilen angenommen wird. Wird der Widerstand durch den Kurzschlußbügel K verkleinert, bis der Restwiderstand in der Größenordnung des Wellenwiderstandes von L liegt, so wird nur noch F_2 überschlagen. Jetzt erst wird mit dem Ansprechen des Ableiters auch die Überspannung entfernt und die Isolation (F_1) geschützt. Dieses Experiment zeigt deutlich den bedeutenden Einfluß des Widerstandes. Die beschriebenen Experimente werden in einem Film wiedergegeben. Nach diesen und zahlreichen anderen Beispielen von Überspannungsvorgängen, in Form des induktiven Experimentes, werden nun Beispiele von Schaltvorgängen gegeben. Die im folgenden beschriebenen deduktiven Experimente dienten dazu, einige umstrittene Fragen zu klären.

Über die Vorgänge bei der Wechselstromunterbrechung unter Öl wissen wir noch verhältnismäßig wenig. Es läßt sich zeigen, daß die Unterbrechung einer Wechselstromleistung unter Öl ohne Gasentwicklung möglich ist. Die Unvollkommenheit unserer technischen Mittel erlaubt dies aber heute noch nicht. Wir müssen zufrieden sein, wenn wir stets mit dem ersten Nulldurchgang des Stromes endgültig unterbrechen können. Der Ausschaltvorgang, wie er heute möglich ist, verläuft folgendermaßen (Abb. 5):

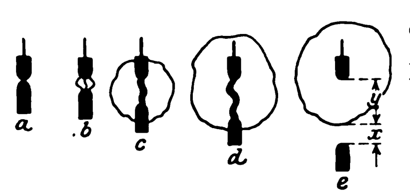


Abb. 5. Ausschaltvorgang.

a) Die Kontakte berühren sich noch.

b) Kontakttrennung; der Lichtbogen entsteht, die Gasblase bildet sich.

c) Die unter hohem Druck stehende Gasblase dehnt sich bei geringer Schaltgeschwindigkeit schneller aus, als der Kontaktbewegung entspricht. Der Lichtbogen ist vollkommen von Gas umgeben und dadurch gegen das Öl thermisch gut isoliert; die weitere Vergasung ist unerheblich.

d) Kurz vor dem Nulldurchgang des Stromes. Die Kontaktgeschwindigkeit ist größer als die Ausdehnungsgeschwindigkeit der Gasblase geworden. Beim Nulldurchgang verläßt der Kontakt die Blase.

e) Kurz nach dem Nulldurchgang befindet sich zwischen den beiden Kontakten eine Gasschicht y und eine Ölschicht x. Letztere ist in fast allen Fällen für die Rückzündung allein maßgebend. Die Schicht x muß so groß sein, daß sie von der wiederkehrenden Spannung nicht durchschlagen werden kann.

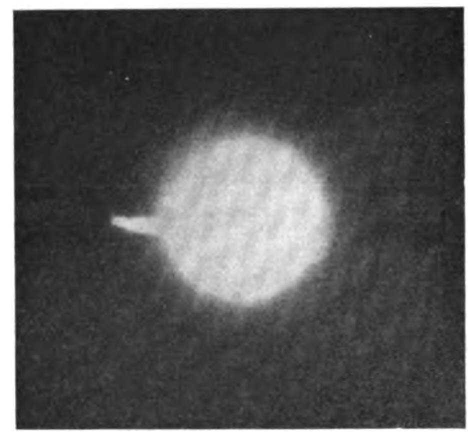


Abb. 6. Rückzündung.

Diese Form der Ausschaltung läßt sich, wie aus Zeitlupenaufnahmen hervorgeht, erreichen, wenn man gewisse Begleiterscheinungen, auf die weiter unten noch eingegangen wird, vermeidet. Oft durchschlägt aber die wiederkehrende Spannung die Ölschicht x (Rückzündung). Einen solchen Fall zeigt Abb. 6. Aus nebensächlichen Gründen



war bei den Experimenten die Kontaktlage horizontal. Die photographische Aufnahme zeigt gerade den Augenblick des Durchschlages der Ölschicht. Infolge der Vorbelichtung durch die glühende Gasblase ist der bewegliche Kontakt noch in seiner Lage beim Nulldurchgang sichtbar. Nach dieser Rückzündung wird der Lichtbogen nun während der nächsten Halbperiode dauernd durch frisches Öl gerissen, und hierbei entstehen unverhältnismäßig größere Gasmengen als in der ersten Halbperiode, wo der Bogen größtenteils in der Gasblase brannte. Von verschiedenen Seiten wurde der Vorschlag gemacht, die verlängerte Ölschicht x dadurch zu erhalten, daß man eine künstliche Ölströmung senkrecht zum Lichtbogen erzeugt. Eine solche Relativbewegung zwischen Lichtbogen und Öl kann aber ganz verheerende Folgen haben. Sie tritt z. B. auch dann auf, wenn bei sehr hohen Stromstärken durch dynamische Blasung der Bogen aus der Blase herausgetrieben wird (Abb. 7 *a*). Damit hört dann die thermische Isolation durch die Gasblase auf, es kommt zu äußerst heftiger Wechselwirkung zwischen Lichtbogen und Öl, und es werden Gasmengen gebildet, die ein Vielfaches derjenigen bei thermischer Isolation (gleiche Leistung vorausgesetzt) betragen. Teilweise unterdrücken läßt sich diese Erscheinung dadurch, daß man nach Abb. 7 *b* (Draufsicht) das seitliche Ausweichen des Lichtbogens begrenzt; ähnlich wirkt die Umhüllung der Unterbrechungsstelle gemäß Abb. 7 *c*. Abb. 8 zeigt einen Augenblick aus der Unterbrechung mit aus der Gasblase herausgeblasenem Lichtbogen (die untere dunkle Abdeckung ist ein Pol des elektromagnetischen Blasfeldes, mit dessen Hilfe der Lichtbogen aus der Gasblase herausgetrieben wurde). Der Vorgang verläuft außerordentlich turbulent und ist durch starke Gasentwicklung und Verrußung des Öles gekennzeichnet. Abb. 6 und 8 wurden bei gleicher Schaltleistung und gleicher Phasenverschiebung gewonnen.

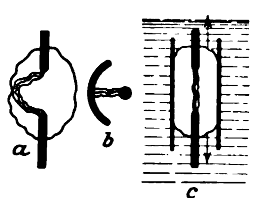


Abb. 7. Relativbewegung zwischen Lichtbogen und Öl.

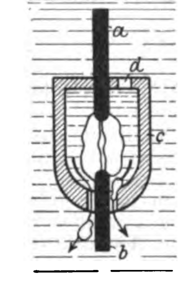


Abb. 9. Löschkammer.



Abb. 8. Ausschaltvorgang im elektromagnetischen Feld.

Ein vorzügliches Mittel, das seitliche Ausweichen des Lichtbogens zu verhindern, eine durchschlagfeste Ölschicht zwischen die Kontakte zu bringen und den Ausschaltvorgang auf die Dauer einer Halbperiode zu begrenzen, besitzen wir in der Löschkammer. Die meist gebräuchliche Form geht aus Abb. 9 hervor. Die Löschkammer arbeitet jedoch nicht ganz nach den idealen Forderungen gemäß Abb. 5, da sie eine starke Relativbewegung zwischen Lichtbogen und Öl erzeugt. Demgemäß ist auch die in einer Halbperiode gebildete Gasmenge größer als nach Abb. 5. Da aber bei richtig bemessener Löschkammer der ganze Ausschaltvorgang stets nur eine Halbperiode dauert, während er nach Abb. 5, namentlich bei hohen Leistungen, oft mehrere Perioden dauert, ist die gesamt entwickelte Gasmenge, die für die Beanspruchung des Schalters maßgebend ist, kleiner als beim Schalter mit freien Kontakten. Auf die anderen günstigen Eigenschaften der Löschkammer soll in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden. Theoretisch ist die Löschkammer in ihrer heutigen Form also nicht als ideal anzusehen; dessen ungeachtet ist sie aber praktisch das beste Mittel, höchste Ausschaltleistungen zu bewältigen. Die deduktiven Experimente, aus denen die geschilderten Vorgänge abgeleitet wurden, werden ebenfalls im Film vorgeführt. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß wir durch das induktive Experiment ein vorzügliches Mittel in der Hand haben, bekannte Vorgänge, wie sie den Überspannungserscheinungen zugrunde liegen, in leicht faßlicher Form wiederzugeben, und daß mit Hilfe des deduktiven Experimentes die unbekannten Gesetzmäßigkeiten, die den Ausschaltvorgängen zugrunde liegen, gefunden und allmählich eine umfassende Theorie dieses Vorganges geschaffen werden kann. (Beifall.)

Besprechung.

Herr **Thieme:** Ich habe in den Ausführungen des Herrn Vortragenden eine Ansicht gefunden, die mich sehr interessiert hat, weil sie sich mit meiner Auffassung über die Lichtbogenlöschung im Ölschalter deckt, nämlich, daß man danach streben muß, den beweglichen Kontakt so schnell wie möglich aus der Gasblase heraus in gesundes Öl zu bringen. Ich möchte sagen, daß die Löschkammern der üblichen Bauart diese Aufgabe theoretisch unvollkommen erfüllen. Wenn Sie sich vorstellen, daß beim Heraustreten des Kontaktstiftes aus dem Boden der Löschkammer ein Gasstrahl dem Kontakt nachfolgt, so werden Sie das als eine unangenehme Erscheinung erkennen, wenn Sie an die Ausführungen des Herrn Vortragenden zurückdenken. Denn dadurch wird die Gasblase gewissermaßen verlängert. Man findet in der Literatur bis in die jüngste Zeit hinein die Ansicht vertreten, daß die löschende Wirkung der Löschkammer hauptsächlich auf diesem plötzlichen Hinausstoßen des Gasinhalts aus der Kammer beruht. Diese Auffassung habe ich immer für unrichtig gehalten und bin deshalb zu der Folgerung gekommen, daß man dem Gasstrahl einen anderen Weg seitlich aus der Kammer geben muß. Ich habe nun Versuche in dieser Richtung gemacht und die Löschkammer durch eine Querwand im Ölschalter ersetzt. Dann wird der Ölraum des Schalters durch die Querwand in zwei Teile zerlegt: in einen unteren Raum, der nach außen vollkommen abgeschlossen ist, und in einen oberen Raum, der mit dem Luftkissen über dem Ölschalter in Verbindung steht, in dem also die Lichtbogenbildung vor sich geht. Dann kann in dem oberen Raum kein erheblicher Überdruck entstehen, und es kann daher auch einem nach unten durch die Wand hindurchtretenden Kontakt kein starker Gasstrahl folgen. Die Versuche haben ergeben, daß ein so ausgebildeter Ölschalter ebenso schnell abschaltet wie eine Löschkammer und daß er auch etwa die gleiche Gasmenge entwickelt. Wenn meine Firma noch nicht zur praktischen Anwendung dieser Versuche übergegangen ist, so hat das seinen Grund darin, daß die Löschkammer außer der Löschung des Lichtbogens noch eine andere Funktion erfüllt: sie entlastet die Kesselwände des Ölschalters vom Druck. Auf diese Wirkung glaubten wir noch nicht verzichten zu können.

Herr **Kesselring:** Herr KÖNIG hat uns wohl zum ersten Male gezeigt, daß es neben dem allgemein bekannten, im Dienste der Forschung stehenden Experiment noch ein zweites, das sog. induktive Experiment gibt. Sein Zweck soll sein, auf anderem Wege gefundene Ergebnisse der Allgemeinheit bekanntzumachen. Ich habe die Ausführungen des Herrn KÖNIG genau verfolgt und bin schließlich zu der Folgerung gekommen, daß — wenn man etwas boshaft sein will — das induktive Experiment die Wirkungsweise der bekannten Schutzapparate und Ölschalter so wiedergibt, wie man es gern haben möchte, während das deduktive Experiment die wahren Zusammenhänge enthüllt. Daß diese Schlußfolgerung zutrifft, möchte ich an zwei Beispielen erläutern, bei denen auf deduktivem Wege gefundene Meßergebnisse vorliegen, so daß ein Vergleich mit dem entsprechenden induktiven Experiment möglich ist.

Das erste Beispiel betrifft die elastische Löschkammer, die sich von der bekannten Konstruktion lediglich dadurch unterscheidet, daß die Gasaustrittsöffnungen nicht an der höchsten Stelle der Kammer, sondern etwa auf halber Höhe liegen, wodurch ein gewisses Luftvolumen in der Kammer bleibt. Derartige Löschkammern sind schon länger bekannt, jedoch m. W. wieder verlassen worden[1]. Untersucht man die Bewegung der Gasblase mit Hilfe der Zeitlupe[2], so zeigt sich, daß die Gasblase

[1] Vgl. z. B. die amerik. Patentschrift 1,537,352, Fig. 6 „expansion chamber" von Hilliard.
[2] ETZ 1927, S. 1280, Abb. 6.



gar nicht so beweglich ist, wie man denkt. Insbesondere bleibt der untere Teil der Gasblase immer in Verbindung mit dem beweglichen Schaltstück. Dies erklärt sich dadurch, daß die Wärmeübergangszahl von Gas zu Öl sehr klein ist. Eine nennenswerte Gasentwicklung tritt nur an den Lichtbogenkratern und in unmittelbarer Umgebung des Lichtbogens auf. Daß die Gasblase nach oben wegschwimmt und sich dabei von dem unteren Schaltstück ablöst, wie uns dies von Herrn KÖNIG an Hand von Skizzen gezeigt wurde, ist vollkommen ausgeschlossen. Liegt die Unterbrechungstelle nicht tief unter dem Ölspiegel, wie dies bei der elastischen Löschkammer der Fall ist, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß sich ein Trichter bildet, dessen Spitze an das bewegliche Schaltstück gebunden ist. Dann läßt sich aber zumindest bei der ersten Abschaltung nach Inbetriebsetzung des Schalters nicht vermeiden, daß das vorkomprimierte Gas-Luftgemisch in der Löschkammer explodiert und somit eine große zusätzliche Beanspruchung hervorruft. Die Überlegung, daß man versuchen soll, ein isolierendes Mittel zwischen die Schaltstücke zu bringen, ist selbstverständlich richtig, nur ist dies nicht so einfach, wie es das induktive Experiment erscheinen läßt. Nebenbei noch eine Frage an Herrn KÖNIG: Es würde mich interessieren, mit welchen Spannungen und Leistungen seine induktiven Experimente durchgeführt wurden.

Das zweite Beispiel betrifft den Ölschalter mit Blasmagnet. Die SSW hatten Gelegenheit, unter Leitung meines Kollegen Herrn Dr. ESTORFF Versuche mit einem Ölschalter durchzuführen. Dabei konnten Leistungen bis zu 90 000 kVA bei $16^2/_3$ Hz geschaltet werden. Nun zeigte sich aber, im Gegensatz zu dem, was Herr KÖNIG vorgeführt hat, daß bei dem Ölschnellschalter, der nach den Vorschlägen der Westinghouse Co. mit starken Blasmagneten ausgerüstet war, die Unterbrechung immer nach Ablauf einer Halbperiode eintrat, während beim Überbrücken der Blasspule die Abschaltdauer 2 ... 4 Halbwellen betrug. Daraus folgt, daß wir bei großen Leistungen das Gegenteil von dem festgestellt haben, was Herr KÖNIG bei seinen induktiven Experimenten gefunden hat.

Ich wollte damit nur darauf hinweisen, daß, so schön es aus propagandistischen Gründen auch ist, solche induktiven Experimente vorzuführen, immerhin eine gewisse Vorsicht geboten erscheint, denn die wirklichen Erkenntnisse werden immer an das deduktive Experiment gebunden sein. (Beifall.)

S c h r i f t l i c h e r Z u s a t z. In seinem Schlußwort wies Herr KÖNIG darauf hin, daß sich seine Überlegungen nur auf die Vorgänge innerhalb einer Halbwelle beziehen. Dies hat er aber im Vortrage nicht erwähnt. Nach seinen Ausführungen und nach dem vorgeführten Film mußte man unbedingt den Eindruck gewinnen, daß ein Ölschalter mit Blasmagnet ungünstiger arbeiten wird als einer ohne Magnet. Ein genauer Vergleich der von uns aufgenommenen Oszillogramme zeigt übrigens, daß die Abschaltarbeit auch in der ersten Halbwelle bei Schaltern mit und ohne Blasspule gleich groß ist und im Mittel einen Wert von 40 kWs aufweist.

Herr **Fleischmann:** Ich möchte die Worte des Herrn Vorredners über die Steigegeschwindigkeit der Gasblase unterstreichen. Zufällig ist vor etwa drei Wochen in der Phys. Z. ein Artikel von Herrn EXNER erschienen[3], in dem er Versuche bekannt gab, bei denen er in einer in eine Flüssigkeit getauchten Flasche Gasblasen aufsteigen ließ und die Steigegeschwindigkeit von 0,5 ... 0,8 m/s feststellte. Die Erklärung des Herrn EXNER, die mir im großen und ganzen richtig zu sein scheint, ist folgende: Eine Flüssigkeitsmenge läuft beim Aufsteigen der Gasblase um diese herum und füllt den Raum aus, den die Gasblase vorher eingenommen hat. Die potentielle Energie, die in der Flüssigkeitsmenge vorhanden ist, die um diese Gasblase strömt, muß sich natürlich zum Schluß in der lebendigen Kraft der Gasblase vorfinden. Er kommt damit zu der Formel:

$$\text{Steigegeschwindigkeit} = \frac{4}{\pi}\sqrt{r} \times \text{Erdbeschleunigung}.$$

Für eine Gasblase von 20 cm ergibt sich eine Steigegeschwindigkeit von 0,8 m/s. Rechnen wir eine Abschaltzeit von 3 Halbperioden, dann kommen wir auf Bewegungen in der Größenordnung von 4 oder 5 mm. Das heißt also, die Gasblase muß in der Nähe des unteren Kontakts bleiben. Hinzu kommt, daß man mit den Beschleunigungskräften zu rechnen hat; in dem Augenblick, in dem sich das Gas entwickelt, versucht es, die darüber liegende Flüssigkeitsäule zu beschleunigen. Das ergibt große Druckkräfte, die wiederum die Gasblase verkleinern. Ich bin eigentlich in der Erwartung hierher gekommen, in den Aufnahmen zu sehen, daß die Gasblase eine Schwingung macht, aus folgendem Grunde: die Energieentwicklung ist nicht konstant. Man kann zwar die Lichtbogenspannung gewissermaßen als eine Konstante einsetzen (abgesehen von der Zündspitze). Der Strom selbst jedoch ist eine Sinusfunktion der Zeit. Ich bezweifle nun allerdings die immer wiederkehrende Behauptung, daß die entwickelte Gasmenge den Kilowattsekunden proportional ist. Ich habe 1911 Versuche gemacht und konnte damals k e i n e Proportionalität feststellen. Aber selbst wenn wir unterstellen, daß die Gasentwicklung der Energie proportional ist, müßte, da die Energie sich wie eine Sinusfunktion der Zeit ändert, auch die Gasentwicklung sich dementsprechend ändern; d. h. zu gewissen Zeiten ist der Zuwachs an Gas gleich Null. In diesem Augenblick müßte eigentlich durch die Schwere des Ölkolbens die Gasblase wieder etwas zusammengedrückt werden. Wir müssen also ein langsames Aufsteigen der Blase bei gleichzeitiger Oszillation feststellen. Ich nehme an, daß, da die Kontakte seitwärts bewegt wurden, das Bid des Vorganges etwas verschleiert worden ist.

Herr **Thieme:** Ich möchte Herrn Dr. FLEISCHMANN sagen, daß wir durch Druckmessungen solche Oszillationen festgestellt haben, allerdings innerhalb der Löschkammer; in der freien Gasblase kann man sie nicht messen. Druckmessungen in der Löschkammer haben ergeben, daß der Druck im Rhythmus der Wechselstromfrequenz schwankt.

Herr **Krämer:** Auf Grund von Versuchen mit Sicherungen, die Anfang 1900 zu den von mir erfundenen Hochspannungsölsicherungen führten, glaube ich davor warnen zu müssen, Ergebnisse, die aus Versuchen in kleinerem Maßstabe gewonnen wurden, auf größere Vorgänge zu übertragen. Die ersten dieser Versuche mit hoher Spannung (20 000 V), aber nur 50 ... 100 A, gelangen sehr gut: die darauf aufgebauten Sicherungen versagten aber in großen Zentralen vollständig. Als dann, um große Energiemengen in den Sicherungen beim Durchschmelzen freiwerden zu lassen, die Versuche in der Weise abgeändert wurden, daß große Stromstärken bei nur 100 V benutzt wurden, traten Explosionserscheinungen auf, also Vorgänge, auf die man aus den früheren Versuchen nicht schließen konnte. Ich glaube, daß auch der Vortragende den Fehler gemacht hat, die Untersuchungen nicht auf größere Energiemengen auszudehnen. Bei Versuchen im kleineren Maßstabe treten eben häufig solche Erscheinungen am auffälligsten hervor, die bei Steigerung der Energiemengen völlig gegen neu hinzukommende verschwinden. Während die Versuche des Vortragenden nur das verhältnismäßig langsame Aufsteigen von Gasblasen durch das Öl und ihr verschiedenes Verhalten zeigen, lassen sie von dem bei Steigerung der Energiemengen auftretenden Explosionscharakter nichts erkennen. Nun nimmt aber bekanntlich bei großen Kurzschlußleistungen der Ausschaltvorgang unter Öl mehr und mehr den Charakter einer Explosion an. Die plötzlich freiwerdende Energiemenge ist so groß, daß das Öl mit ungeheurer Kraft beschleunigt wird; die Explosionswelle pflanzt sich durch das Öl fort und kann, auf die Kesselwände auftreffend, diese zersprengen. Nach rohen Schätzungen traten in der Explosionskammer der Ölsicherungen Drücke bis 100 atü auf. Durch die Explosionskammer wird diese plötzliche Drucksteigerung zunächst aufgenommen; die entwickelten Gase finden nur nach unten in das Öl hinein einen Ausweg, wobei einerseits durch Abkühlung und Wirbelbildung ihre Energie aufgezehrt, anderseits frisches Öl in die Trennstrecke zwischen die Kontakte getrieben wird. Hierdurch erklärt sich die Überlegenheit der Sicherungen und Ölschalter mit Explosionskammern, während nach den Versuchsergebnissen des Herrn Vortragenden ein horizontaler Schalter die günstigste Anordnung sein müßte. Bekanntlich haben aber derartige Ausführungen völlig versagt.

Herr **König:** Den Ausführungen des Herrn THIEME habe ich nichts hinzuzufügen; sie decken sich mit meiner Auffassung. Herrn Dr. KESSELRING möchte ich erwidern, daß er nicht so gut aufgepaßt hat, wie er glaubt; denn ich habe nicht allgemein von dem Ausschaltvorgang gesprochen, sondern bei allen Versuchen und Darstellungen vorausgesetzt, daß der Ölschalter so gebaut ist, daß die Ausschaltung nicht länger als eine halbe Periode dauert. Daß bei sehr großen Schaltleistungen durch Anwendung magnetischer Blasung die Ausschaltzeit auf eine halbe Periode verringert werden kann, während sie sonst län-

[3] Phys. Z. Bd. 28 S. 825.

ger dauert, will ich durchaus nicht bestreiten. Aber wenn durch andere konstruktive Maßnahmen erreicht werden kann, daß der Ölschalter in einer halben Periode ausschaltet, so wird dieser Ölschalter, wenn durch magnetische Blasung der Lichtbogen in frisches Öl hineingetrieben wird, noch eine erheblich größere Gasentwicklung zeigen. Die Versuche mit der Blasung wurden durch den Vorschlag veranlaßt, im Ölschalter eine Ölströmung zu erzeugen, die gegen den Lichtbogen gerichtet ist, also eine Relativbewegung zwischen Öl und Lichtbogen senkrecht zur Lichtbogenachse zu schaffen. Die Versuche haben ergeben, daß durch Hineinblasen des Lichtbogens in das Öl die Gasentwicklung wesentlich vergrößert und der Ausschaltvorgang erschwert wird. Die Leistung betrug, um unter allen Umständen die Ausschaltung auf die Dauer einer Halbperiode zu begrenzen und um aus nächster Nähe beobachten zu können, 80 kVA bei etwa 10 kV. Es soll durchaus nicht bestritten werden, daß beim Übergang zu höheren Leistungen noch andere Erscheinungen auftreten. Die Versuche sollten lediglich einen Teil des Gesamtausschaltvorganges beleuchten: die Wechselwirkung zwischen Gasblase, Lichtbogen und Öl.

Die von Herrn FLEISCHMANN angeführte Steigegeschwindigkeit der Gasblase von 0,5 ... 0,8 m/s fand ich bestätigt. Nach den Zeitlupenaufnahmen ergeben sich Steigegeschwindigkeiten von 40 cm/s. Diese sind natürlich auch von der Viskosität des Öles abhängig. Nun spielt aber die Steigegeschwindigkeit der Ölblase innerhalb der Halbperiode, in der der Lichtbogen brennt, eine vollständig zu vernachlässigende Rolle; die Gasblase zeigt in dieser Zeit nur wenig Bewegung, die auf die Erdbeschleunigung zurückgeführt werden könnte. Vorwiegend ist die Bewegung der Gasblase durch Ausdehnung, denn sie steht anfangs unter hohem Druck. Die Ausdehnungsbewegung der Gasblase ist wesentlich größer und geht viel schneller vor sich als das Aufsteigen durch den Auftrieb. Schwingungen konnten aus den Versuchen, die ich vorgeführt habe, nicht abgeleitet werden; denn, wie ich ausdrücklich hervorgehoben habe, sind bei den Versuchen nur Vorgänge wiedergegeben, die innerhalb einer Halbperiode aufgetreten sind. Da die zu erwartenden Schwingungen frequenzgleich mit dem Wechselstrom sind und die Versuche nur eine Halbperiode umfassen, kann eine Schwingung der Gasblase nicht zum Vorschein kommen.

Was die Löschkammer anbetrifft, so herrscht hier wohl ein Mißverständnis. Herr KRÄMER behauptet, aus meinen Ausführungen gehe hervor, daß eine horizontale Aufstellung der Löschkammer die beste sein soll. (Herr **Krämer:** Ich habe das nicht behauptet, sondern gesagt, daß man aus den Ergebnissen Ihrer Experimente den Schluß ziehen müßte, daß eine horizontale Lage der Ölschalter die beste Konstruktion sei!) Dieser Schluß ist eigentlich nicht folgerichtig. Denn ob der Schalter horizontal oder vertikal liegt, kann bei der Dauer einer Halbperiode nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Löschkammerwirkung ist darauf zurückzuführen, daß durch den Druck des Gases in der Löschkammer eine Ölschicht im Augenblick des Nulldurchgangs zwischen beweglichen Kontakt und Gasblase gedrückt wird, die infolge des hohen Druckes sehr durchschlagfest ist und dadurch eine weitere Rückzündung verhindert.

Nachträglich schriftlich eingesandt: Die Ausführungen des Herrn Dr. KESSELRING zwingen mich, etwas ausführlicher auf seine Entgegnungen einzugehen. Die beiden Arten des Experimentes sind von mir durchaus nicht zum ersten Male gezeigt worden, sondern es ist das induktive Experiment überall dort zu finden, wo Experimentalvorträge u. dgl. gehalten werden. Wie ich ausdrücklich erwähnt habe, werden als Beispiele des induktiven Experimentes die bekannten Überspannungserscheinungen gebracht, während über die mehr oder weniger unbekannten Schaltvorgänge einige deduktive Experimente wiedergegeben werden, die, wie Herr Dr. KESSELRING selbst zugibt, die wahren Zusammenhänge enthüllen. Gegen jeden Versuch, meine Ausführungen als tendenziös hinzustellen, muß ich im Interesse der Sache aufs schärfste Verwahrung einlegen.

Daß die Gasblase sich vom unteren Kontakt loslöst und nach oben wegschwimmt, ist von mir in keiner Skizze gezeigt worden. Ich habe bei sämtlichen Skizzen über die Bewegung der Gasblase auf den Auftrieb, der während der kurzen Dauer der Vorgänge außerordentlich klein ist, überhaupt keine Rücksicht genommen. Es ist jedoch möglich, daß, wie ebenfalls von mir gezeigt, die Gasblase infolge eines Druckes so schnell expandiert, daß sie wenigstens bei kleinen Schaltgeschwindigkeiten den beweglichen Kontakt anfangs überholt. Wenn die Versuche von SSW gezeigt haben, daß mit Hilfe der magnetischen Blasung die Ausschaltdauer von 2 ... 4 Halbwellen auf 1 Halbwelle verkleinert werden kann, so ist dies noch lange kein Beweis dafür, daß die von mir vorgetragene und durch das Experiment belegte Behauptung, daß die Gasmenge in der Halbperiode durch die Blasung vergrößert wird, unrichtig ist. Ein vollständiges Analogon hierzu haben wir an der Löschkammer. Die Löschkammer verringert ebenfalls die Ausschaltdauer meist auf eine Halbwelle, jedoch ist die Gasentwicklung während dieser Halbwelle größer als während einer Halbwelle beim Ausschaltvorgang ohne Löschkammer. Dadurch, daß in letzterem Falle die Zahl der Halbperioden größer ist, wird die gesamte Gasmenge auch größer als beim Löschkammerschalter. Der Schlußsatz ist unverständlich, denn die von mir vorgetragenen Erkenntnisse über die Wechselwirkung zwischen Lichtbogen, Gasblase und Öl verdanken wir ja dem deduktiven Experiment. Im Gegensatz zu den angeführten Oszillogrammen haben wir festgestellt, daß die Schaltarbeit in der ersten Halbperiode mit Blasspule wesentlich größer ist als ohne Blasspule. Die Gasentwicklung betrug bei einigen Versuchen das 22fache derjenigen bei Abschaltung ohne Blasung.

Zu den Ausführungen des Herrn KRÄMER wäre noch zu erwähnen, daß sich die Wechselwirkung zwischen Lichtbogen, Gasblase und Öl nur dadurch genau beobachten ließ, daß wir mit kleinen Leistungen arbeiteten, um aus nächster Nähe beobachten zu können und Photographien in übernatürlicher Größe zu erhalten. Erst nachdem die Vorgänge im kleinen genau geklärt sind, wird man schrittweise zu höheren Leistungen übergehen, um dann auch die dort auftretenden Erscheinungen richtig deuten zu können. Der Explosionscharakter bei den Untersuchungen ist in den Zeitlupenaufnahmen übrigens deutlich zu erkennen. Er wirkt nur nicht als solcher, da die Vorgänge sich bei der Wiedergabe wesentlich langsamer abspielen als bei der Aufnahme. Bei allen Versuchen konnte festgestellt werden, daß die explosionsartige Ausdehnung der Gasblase nach allen Seiten den Einfluß des Auftriebes vollständig zum Verschwinden bringt. Die Überlegenheit der Löschkammerschalter wird auch von mir stets hervorgehoben, jedoch wurde die horizontale Anordnung der Schaltstücke lediglich aus experimentellen Gründen gewählt. Da der Auftrieb der Gasblase während der ersten Halbperiode die Vorgänge in keiner Weise beeinflussen kann, ist es bei derartigen Untersuchungen völlig gleichgültig, wie die Kontakte im Raum angeordnet sind.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

ZV

Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie E. V.

Untergruppe IV (gummifreie Isolierstoffe) der Fachgruppe 19.

Zuschriften an den Zentralverband sind an seine Geschäftsstelle, Berlin W. 10, Corneliusstr. 3, Fernspr.: Amt Nollendorf Nr. 2992—2994, zu richten.

Typisierung der gummifreien Isolierpreßmassen.

Die dem Zentralverbande der deutschen elektrotechnischen Industrie angehörenden Isolierstoffabrikanten haben die nachstehend durch ihre Eigenschaften charakterisierten Typen von Preßmassen zur Herstellung von Isolierteilen für die Elektrotechnik festgelegt. Im geschäftlichen Verkehr sowie in Anpreisungen sollen die Isolierstoffe außer durch die Handelsnamen durch die Angabe der Type, der die betreffende Preßmasse angehört, bezeichnet werden.

Normaltype	Biegefestigkeit mind. kg/cm²	Wärmebeständigkeit mind. Martensgrade	Schlagbiegefestigkeit mind. cmkg/cm²	Oberflächenwiderstand nach 24stündigem Liegen in Wasser, Mindest-Vergleichszahl	Glutsicherheit, Mindest-Gütegrad
S	600	150	5,0	3	3
0	500	125	4,0	3	2
1	500	150	3,5	3	4
2	350	150	2,[illegible]	3	4
3	200	150	1,[illegible]	3	4
4	150	150	1,2	3	4
7	250	65	1,5	3	1
8	150	45	1	3	3
X	150	150	1,5	—	5

Die zahlenmäßige Feststellung der Biegefestigkeit, der Wärmebeständigkeit, der Schlagbiegefestigkeit und des Oberflächenwiderstandes erfolgt an gepreßten Normalstäben gemäß den VDE-Prüfvorschriften für elektrische Isolierstoffe (ETZ 1922, S. 445; 1923, S. 577, 768; 1924, S. 964; 1927, S. 156, 860). Die Glutsicherheit wird bestimmt auf Grund der in den Erläuterungen beschriebenen Prüfmethode.

Die dem Zentralverband angehörenden Isolierstofffabrikanten behalten sich vor, zur Verwendung unter besonderen Bedingungen, z. B. zur Herstellung von Isolierteilen, die betriebsmäßig einer Spannung von mehr als 750 V oder ungewöhnlichen Erwärmungsgraden ausgesetzt sind oder die chemischen Einflüssen widerstehen müssen, Sonderpreßmassen herzustellen.

Erläuterungen zu der Typisierung.

1. Durch die vorstehende Typeneinteilung wird die bisherige Klassifizierung (ETZ 1924, S. 730, und 1925, S. 979) ersetzt.

2. Theoretisch lassen sich zwar die Eigenschaften der Isolierpreßmassen durch Variierung der Zusammensetzung und durch Anwendung der verschiedenen Methoden der Verpressung nahezu beliebig verändern, indessen hat sich unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Elektrotechnik und der wirtschaftlichen Verhältnisse eine geringe Anzahl ziemlich scharf umrissener Typen von Preßmassen herausgebildet, die in der Typeneinteilung zusammengestellt ist.

3. Die Typen sind zwar lediglich durch zahlenmäßige Festlegung ihrer Eigenschaften in der Typeneinteilung charakterisiert, indessen stellt tatsächlich jede Type in der Hauptsache die Zusammenfassung von gleichartig zusammengesetzten und nach der gleichen Methode verpreßten Massen dar. In der Regel entspricht die Zusammensetzung der Preßmassen, die Verpressungsart und — annähernd — das spezifische Gewicht den Angaben in der nachfolgenden Zusammenstellung:

Type	Zusammensetzung	Preßtechnik	Spez. Gew. rd.
S	Kunstharz, Holzmehl od. andw. Zellstoff	Warmpressung	1,4
0	desgleichen	„	1,4
1	Kunstharz, Asbest	„	2,0
2	Kunstharz, Asbest, mineral. Füllstoffe	Kaltpressung	2,1
3	desgleichen	„	2,1
4	Asphalt, Asbest (evtl. mineral. Füllstoffe)	„	2,0
7	Naturharz, Asphalt, Asbest (evtl. mineral. Füllstoffe)	Warmpressung	1,9
8	Asphalt, Asbest od. Baumwollfaser, mineral. Füllstoffe	„	2,0
X	Zement od. Wasserglas, Asbest (evtl. mineral. Füllstoffe)	Kaltpressung	2,2

4. Die Typisierung entspricht dem heutigen Stande der Technik. Der Fortschritt auf dem Gebiete der Herstellung der gummifreien Isolierstoffe soll durch die Festlegung der Typen nicht unterbunden werden. Sofern Preßmassen mit wesentlich abweichenden Eigenschaften in neuartiger Zusammensetzung sich in größerem Maßstabe einführen sollten, wird die Einfügung neuer Typen erforderlich sein.

5. Festgesetzt sind in der Einteilung der Typen lediglich die unteren Grenzen der für die Typisierung maßgebenden Eigenschaften. Überschreitungen dieser Grenzen sind selbstverständlich zulässig, doch würde es dem Sinne der Typisierung widersprechen, wenn Preßmassen in eine Type eingeordnet würden, obwohl sie nach ihren Eigenschaften in eine höhere Type einzuordnen wären.

6. Berücksichtigt bei der Einteilung der Typisierung sind diejenigen Typen von Isolierpreßmassen, die nach dem gegenwärtigen Stande der Technik als für normale Verwendungszwecke gangbar anzusehen sind, dagegen sind in die Typisierung nicht eingeordnet solche Preßmassen, die nur für besondere Verwendungszwecke dienen. Bei solchen Sonderpreßmassen wird im allgemeinen die für den betreffenden Verwendungszweck wichtigste Eigenschaft, meist auf Kosten der anderen, besonders entwickelt, z. B. wird man für gewisse Zwecke eine Isolierpreßmasse von ganz besonderer mechanischer Festigkeit und zugleich außergewöhnlich hohem Isoliervermögen benötigen, ohne daß auf Wärmebeständigkeit Wert gelegt zu werden braucht. Eine derartige Isolierpreßmasse kann beispielsweise die Biegefestigkeit, die Schlagbiegefestigkeit und den Oberflächenwiderstand, der für die Type 1 vorgeschrieben ist, aufweisen und dabei eine Wärmebeständigkeit und Glutsicherheit haben, die nur der Type 7 entspricht. Es würde dem Sinne der Typisierung nicht entsprechen, wenn eine derartige Preßmasse in die Type 7 eingeordnet würde, sie wäre vielmehr als Sonderpreßmasse anzusehen.

7. Im Gegensatz zu der Klasseneinteilung, wie sie bisher festgelegt ist (ETZ 1924, S. 730, und 1925, S. 979), sind für die Einordnung in die Typisierung nicht nur die Wärmebeständigkeit und die Biegefestigkeit zugrunde gelegt, sondern auch die Schlagbiegefestigkeit und die Glutsicherheit herangezogen. Hierdurch sind, da für alle Typen bis auf die Type X auch eine Prüfung des Oberflächenwiderstandes vorgeschrieben ist, die für normale Verwendungszwecke wichtigen Eigenschaften sämtlich berücksichtigt und demzufolge für derartige Verwendungszwecke die Preßmassen ausreichend charakterisiert. Die Glutsicherheit, die nach Ziffer 9 bestimmt wird, wird deswegen berücksichtigt, weil beabsichtigt ist, den Begriff der „Feuersicherheit", wie er im § 2 der Errichtungsvorschriften festgelegt ist, künftig fallen zu lassen.

Für die Type X ist eine Prüfung des Oberflächenwiderstandes überhaupt nicht vorgesehen. Bei dieser Klasse kommt es nur auf den höchsten Grad der Glutsicherheit und die Lichtbogensicherheit, die hierdurch gewährleistet ist, an. Eigentliche Isolierstoffe sind die Preßmassen dieser Type nicht.

8. Die Wärmebeständigkeit wird in Martens-Graden angegeben. Obwohl diese Methode dem Konstrukteur unmittelbar kein rechtes Bild gibt, bis zu welcher Höchsttemperatur ein Isolierteil noch eine für den Verwendungszweck ausreichende Festigkeit besitzt, ist man dabei geblieben, die Wärmebeständigkeitszahlen nach der Martens-Probe der Typisierung zugrunde zu legen, da die Angabe der Wärmebeständigkeit in Martens-Graden sich nahezu allgemein eingeführt hat.

9. Methode zur Bestimmung der Glutsicherheit. Für die Versuche sind Flachstäbe folgender Abmessungen anzuwenden: Dicke $a = 3$ mm, Breite $b = 15$ mm, ganze Länge $L = 120$ mm. Bei Stoffen geringer Brennbarkeit genügen auch Stäbe von einer geringeren Länge als 120 mm (durch teilweises Abschleifen der Normalstäbe herstellbar). Bei Stoffen, die nur in geringerer Dicke als 3 mm vorhanden sind, ist die Methode sinngemäß anzuwenden. Drei Versuche.

Die Glutsicherheit ist durch den Schrammschen Glühstabapparat (Abb. 1) festzustellen.

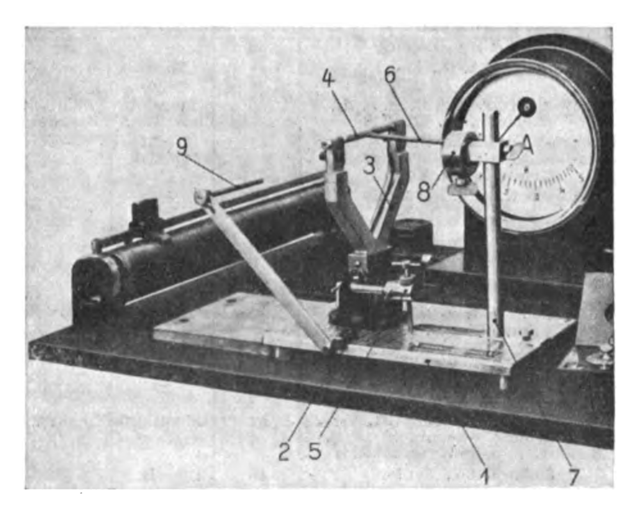


Abb. 1. Glühstabapparat zur Bestimmung der Glutsicherheit.

Auf einer Grundplatte (1) befindet sich ein drehbarer Lagerbock (2) mit dem schwenkbaren, aus Isolierstoff bestehenden Halter (3), der den elektrisch beheizbaren Silitstab (4) von 8 mm Durchmesser und 80 mm freier Länge trägt.

Der Apparat kann mit einem entsprechenden Regulierwiderstande mit Gleichstrom oder Wechselstrom von 110 V an aufwärts betrieben werden und ist vor Luftzug geschützt aufzustellen.

Das Gegengewicht (5) mit Einstellschraube dient zur Begrenzung des Nachfolgeweges des Silitstabes auf 5 mm. Zur Befestigung des Probestabes (6) dient eine verschiebbare Säule (7) mit dem Klemmring (8); zur Einstellung dient ein an Stelle des Silitstabes zu schwenkender Einstellstab (9). *(Schluß s. S. 1097.)*





Staatliches Materialprüfungsamt.

Berlin-Dahlem, Unter den Eichen 87. Fernspr.: Amt Breitenbach (G 6) 2751.

Bekanntmachung über Isolierpreßmassen.

Der regelmäßigen Überwachung durch das Staatliche Materialprüfungsamt unterliegen die in folgender Tabelle zusammengestellten Isolierpreßmassen, die gemäß der vorangehenden Bekanntmachung des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie (Untergruppe IV der Fachgruppe 19), typisiert sind.

Berlin-Dahlem, den 2. VII. 1928.

Der Präsident des Staatlichen Materialprüfungsamtes
in Vertretung:
gez. Memmler.

Firma	Kenn-Nr. d. Firma i. Schutzzeichen	Type								
		S	0	1	2	3	4	7	8	X
Gebr. Adt, Aktiengesellschaft, Ensheim (Saargebiet)	36	—	—	—	—	Australit F	—	—	—	Australit Z
AEG, Fabrik für Isolier- und Preßmaterial, Hennigsdorf b. Berlin	38	Tenacit 11 Tenalan (Tenacit 10)	—	Tenacit 6	Tenatherm (Tenacit 8)	—	Tenacit 1	Tenacit 4 Tenacit 9	Tenacit 4 s	Tenacit 2
Aronwerke Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Charlottenburg	35	—	Aronit 0	—	Aronit 2	—	—	—	Aronit 8	—
Ernst Backhaus & Co., Kierspe-Bhf. i. Westf.	53	Isolit S	—	—	—	—	—	Isolit 7	—	—
Bergmann-Elektricitäts-Werke, Aktiengesellschaft, Werke Rosenthal, Berlin-Rosenthal	29	Fulgurit S	—	—	Fulgurit 2	Fulgurit 3	—	Fulgurit 7	—	Fulgurit X
Robert Bosch A.-G., Abt. Bosch-Metallwerk, Feuerbach b. Stuttgart	55	Resiform S	Resiform 0	—	—	—	—	—	—	—
Ernst Bremicker, Kierspe-Bhf. i. Westf.	61	Toledoit S	—	—	—	—	—	—	—	—
Brümmer & Dietrich, Dresden-A.	28	Tolzit S	—	—	Tolzit 2	—	—	—	Tolzit 8	—
Dr. Deisting & Co., G. m. b. H., Kierspe i. Westf.	39	Isolierstahl	—	—	Isolierstof Type 2	—	—	—	Isolierstoff Type 8	—
Deutsche Philips Gesellschaft m. b. H., Berlin	58	—	Philit 0	Philit 1	—	—	—	—	—	—
Elektrotechnische Fabrik G. m. b. H., Bebra H.-N.	22	Bebrit S	—	Bebrit 1	Rulit 2	Rulit 3	—	Bebrit 7	—	—
Ellinger & Geissler, Dorfhain (Bez. Dresden)	54	Elgesit Nr. 2	Elgesit Nr. 1	Elgesit Nr. 3	—	—	—	—	—	—
Friedrichswerk G. m. b. H., Schöppenstedt	44	Roderit-material XXX	Roderit-material XX	—	Roderit-material XXV	Roderit-material X	—	—	Roderit-material V	Roderit-material XXXV
August Füllgrabe & Co., Kassel	63	Fatamin	—	—	—	—	—	—	—	—
Isola Werke A.-G., Birkesdorf b. Düren (Rheinland)	40	Durax II	Durax I	—	—	Fermit I a	—	—	Luxit V	Fermit II
Julius Klein, Coburg	60	—	—	—	—	Kleinit 3	—	—	—	—
Mammut-Isolation G. m. b. H., Berlin-Reinickendorf	57	Mammut S	—	—	—	Mammut 3	—	Mammut 7	—	—
H. Mende & Co., Dresden-N.	56	Mendelith S	Mendelith 0	—	—	—	—	—	—	—
Gebrüder Merten, Gummersbach (Rheinland)	24	—	—	—	Merit 2	Merit 3	—	Merit 7	Merit 8	—
Müller & Ros, Coburg	66	—	—	—	—	Rosit	—	—	—	—
Preßwerk A.-G., Essen	45	Thesit supra	—	—	Thesit Nr. 2	Thesit Nr. 3	—	—	—	—
Preßwerk Königstein G. m. b. H., Königstein a. Elbe	65	Königstein-Bakelite S	Königstein-Bakelite 0	—	—	—	—	—	—	—
Rheinisch-Westfälische Sprengstoff-Actien-Gesellschaft, Celluloidfabrik, Troisdorf (Bez. Köln)	43	Trolit Spezial	—	—	Gummon 24	Gummon 11 Gummon 25	Gummon 12	—	Gummon 180	Gummon C
Romit G. m. b. H., Berlin	48	—	—	—	Spezial-Romit Type 2	Spezial-Romit hell Nr. 1 Spezial-Romit schwarz Nr. 2	—	Heißpreß-Romit Nr. 1	—	—
H. Römmler Aktien-Gesellschaft, Spremberg N.-L.	32	Hares C Spezial	—	Hares C Spezial F	Resistan hell Resistan rotbraun	Resistan schwarz	—	Heliosit A	Heliosit B	Resistan E
Seckelmann & Co., Lüdenscheid i. Westf.	59	—	—	—	—	—	—	Sekolit 7	—	—
Siemens-Schuckertwerke A.G. Vertriebsabteilung Gummiwerk (VG), Berlin-Siemensstadt (Gartenfeld)	84	Eshalit E76	Eshalit E74	Eshalit E87	Eshalit E59 Eshalit E95	—	Eshalit E 61	Eshalit E 81	—	Eshalit E 90
Soldin & Co., Berlin	49	Esconit S	—	—	—	Esconit 3	—	Esconit 7	—	—
Solith-Werk Sonneberg (Bierschenk & Bietzinger), Sonneberg i. Thür.	75	—	—	—	Solith 4 a Solith 37	Solith 50	—	—	—	—
Süddeutsche Isolatorenwerke G. m. b. H., Freiburg i. Br.	25	—	Ricolit Type 0	—	Ricolit Type 2	Ricolit Type 3	Ricolit Type 4	Ricolit Type 7	Ricolit Type 8	—
Dr. Heinr. Traun & Söhne vormals Harburger Gummi-Kamm Co., Hamburg	21	Formolit S	—	Formolit 1	Formolit 2	Formolit 3	Formolit 4	—	—	—
Vereinigte elektrotechnische Fabriken F. W. Busch & Gebr. Jaeger Aktiengesellschaft, Lüdenscheid	23	Bilit S	—	Bilit 1	Bilit 2	Bilit 3	—	—	—	—
Vereinigte Isolatorenwerke Aktiengesellschaft, Berlin-Pankow	31	Ambroin S	Ambroin 0	Ambroin 1	Margolit 2	Margolit 3	—	Ambroin 7	Ambroin 8	Ambroin X
Gebr. Vollmerhaus, Kierspe-Bahnhof i. Westf.	50	Vollmerit S	—	—	—	—	—	—	Vollmerit 8	—
Wacker & Doerr Söhne G. m. b. H., Nieder-Ramstadt bei Darmstadt	62	—	Dowal 27	Dowal 451	—	—	—	Dowal 2	—	—
Winkel & Schulte, Herscheid i. Westf.	51	Herschelit S	—	Herschelit 1	—	—	—	Herschelit 7	—	—
Erich Wippermann, Halver i. Westf.	46	Permanit S	—	—	—	—	—	—	Permanit 8	—
Wolff & Co., Walsrode	33	—	—	—	Kiwitan 2	Kiwitan 3	—	—	—	—
Zang, Schaumberger & Co., Neuses b. Coburg (Bayern)	47	—	—	—	Antiflammit extra	Antiflammit	—	Zaschalit	—	—



(Schluß v. S. 1095.)

(Schluß v. S. 1095.)

Der Probestab wird auf 1 mg genau abgewogen, danach in den Klemmring (8) eingespannt und auf die Mitte des hochgeschwenkten Einstellstabes (9) derart eingerichtet, daß die 15 mm breite Kante den Silitstab in seiner Mitte berührt. Der Silitstab wird in heruntergeschwenkter Lage auf Grund der jedem Apparat beigegebenen Eichkurve mit Hilfe eines Regulierwiderstandes und eines Amperemeters auf die Temperatur von 950 ° C eingestellt; die hierzu notwendige Stromstärke beträgt bei einem Spannungsabfall von 100 V am Silitstab etwa 4 A. Sowie die Temperatur konstant ist, was dadurch festgestellt wird, daß der Zeiger des Amperemeters sich beruhigt, ist der Einstellstab herunter- und der Silitstab hochzuschwenken. Nach 3 min oder bei stark brennbaren Materialien im Augenblick, in dem die Flamme die Einspannstelle des Probestabes erreicht, ist die etwa vorhandene Flamme am Prüfstab auszulöschen, der Stab herauszunehmen und der Gewichtsverlust in Milligramm und die Flammenausbreitung in ganzen Zentimetern zu bestimmen. Bei der Abrundung der Flammenausbreitung in ganze Zentimeter sind Werte unter 1 cm auf 1 cm zu erhöhen, während Werte über 1 cm in der üblichen Weise nach oben oder nach unten abgerundet werden.

Ist bei stark brennbaren Stoffen der Versuch nach kürzerer Zeit als 3 min abgebrochen worden, so ist sowohl der gefundene Gewichtsverlust wie die Flammenausbreitung auf die Zeit von 3 min umzurechnen, indem man diese beiden Größen der Brennzeit direkt proportional annimmt.

Das Produkt aus den beiden festgestellten Größen, dem Gewichtsverlust in Milligramm und der Flammenausbreitung in Zentimeter, ergibt die Meßzahl für die Glutsicherheit. Die Gütegrade stufen sich folgendermaßen ab:

Produkt mg.cm	Gütegrad
über 100 000	0
100 000 ... 10 000	1
10 000 ... 1000	2
1 000 ... 100	3
100 ... 10	4
unter 10	5

Gütegrad 0 bezeichnet die völlig verbrennenden, Gütegrad 5 die unbrennbaren Stoffe.

10. Die Angabe der Typenbezeichnung für einen Isolierstoff bedeutet eine Gewährleistung dafür, daß gepreßte Probestäbe aus der betreffenden Isolierpreßmasse im Durchschnitt in bezug auf die in der Typeneinteilung berücksichtigten Eigenschaften keine geringeren Zahlen aufweisen als diejenigen, die als Mindestwert für die betreffende Type festgesetzt sind. Für den Oberflächenwiderstand und die Glutsicherheit dürfen auch die Einzelwerte die festgesetzte Mindestzahl nicht unterschreiten; Unterschreitungen der unteren Grenzen durch die Einzelwerte sind für die Wärmebeständigkeit bis höchstens 5 %, für die Biegefestigkeit und die Schlagbiegefestigkeit bis höchstens 10 % zulässig.

Der Vorsitzende:
Dr. Schiff.

Technische Vereinigung von Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe E. V.

Unter Bezugnahme auf die in der gegenwärtigen Nummer der ETZ veröffentlichte neue Typisierung der Isolierpreßmassen wird bekanntgegeben, daß die Typenbezeichnung im Überwachungszeichen gemäß ETZ 1925, S. 865, liegend einzupressen ist, während die bisherige Klassenbezeichnung stehend einzupressen war.

Das in Abb. 1 dargestellte Überwachungszeichen bezeichnet eine von der Firma Nr. 89 hergestellte Isolierpreßmasse der Type S, das in Abb. 2 dargestellte Überwachungszeichen eine von der gleichen Firma hergestellte Isolierpreßmasse der Type 2.



Abb. 1



Abb. 2

Technische Vereinigung von Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe E. V.
Der Vorstand:
Schramm. Dr. Schiff.

SITZUNGSKALENDER.

Lichttechn. Gesellschaft, Karlsruhe. 26. VII. 1928, abds 8½ h, gr. Hörsaal d. Chem.-Techn. Inst. d. T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. H. Oehlschlägel „Aus der Praxis der Flutlichtbeleuchtung".

PERSÖNLICHES.

Auszeichnungen. — Von der Preußischen Akademie der Wissenschaften wurde dem Herausgeber der „Naturwissenschaften" Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Arnold Berliner die silberne Leibnizmedaille verliehen. Bei der Überreichung wurde die große Bedeutung der von Dr. Berliner begründeten und geleiteten Zeitschrift hervorgehoben und auf das ausgezeichnete von ihm verfaßte Lehrbuch der Physik hingewiesen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Gleichseitige Prüfung von Drehstrom-Dreileiterzählern in Aronschaltung.

Als ich den Aufsatz des Herrn DOERICHT in der ETZ 1928, S. 180, las, fiel mir ein, daß dieselbe Methode schon 1910 sogar noch etwas allgemeiner von Herrn Ir. FEHMERS in der holländischen Zeitschrift „De Ingenieur" auf S. 243 ausführlich beschrieben wurde. Auf den Aufsatz des Herrn FEHMERS folgte noch eine Diskussion, wobei die Herren Prof. SCHOUTEN und VAN DEN PAUWERT sich gegen und Dr. LULOFS und HANSON sich für die Eichung des Drehstromzählers auf diese Weise aussprachen[1]. Die Methode wurde noch etwas ergänzt und ist in der 1. Auflage meines Buches „Elektrizitätszähler und Wandler" (Verlag Oscar Leiner 1914) auf S. 182 und 183 beschrieben. Ich meinte aber, daß die Methode an Interesse verloren hätte, weil die Zählereichtische für Drehstrom so verbessert wären, daß Drehstromzähler nicht mehr mit Einphasenstrom geeicht zu werden brauchten; ich hatte deshalb in der neuesten Auflage meines Buches (Verlag Oscar Leiner 1926) diese nicht mehr erwähnt.

Soweit mir bekannt wurde, ist die Methode vor Jahren wohl praktisch mit Erfolg angewandt worden. Sie wurde aber wieder verlassen, weil sie doch weniger leicht zu übersehen ist, und Eichtische sowohl für Spannungs- als für Stromspulen-Drehstromspeisung relativ nicht wesentlich teuer sind als Einphaseneichtische, und man sich endlich, wenn man aufs äußerste sparen will, anstatt mit zwei Kontrollinstrumenten auch mit einem Wattmeter und einem Umschalter behelfen kann.

Delft, 13. II. 1928. H. W. L. Brückman.

[1] De Ingenieur 1910, S. 384 u. 511.

Erwiderung.

Nach Einsichtnahme in die von Herrn BRÜCKMAN angeführte Literatur gebe ich zu, daß die Priorität an der von mir in der ETZ 1928, S. 180, beschriebenen Prüfmethode für Drehstrom-Dreileiterzähler Herrn FEHMERS zuzusprechen ist. Mir war von der Existenz der Veröffentlichungen des Herrn FEHMERS früher nichts bekannt, was ja auch nicht verwunderlich ist, da die einzige deutsche Beschreibung der Schaltung anscheinend in der Ausgabe 1914 des Buches des Herrn BRÜCKMAN zu finden ist. Dort ist die Methode übrigens nur sehr kurz erwähnt, so daß ich wohl mit Recht annehmen darf, daß auch anderen deutschen Fachleuten von der Methode FEHMERS früher nichts bekannt war. Dafür spricht auch das Verhalten des Deutschen Reichspatentamtes. Ich habe nämlich die Schaltung am 23. VII. 1926 in Deutschland zum Patent angemeldet. Als Ergebnis der Vorprüfung wurde mir im März 1927 mitgeteilt, daß die Bekanntmachung voraussichtlich erfolgen könne. Erst bei der weiteren Prüfung ergaben sich Schwierigkeiten, und die Anmeldung wurde schließlich abgewiesen, weil der Siemens & Halske A.-G. im Jahre 1905 ein Patent erteilt worden war, welches ganz allgemein die Kombination der verschiedenen Spannungen und Ströme in einem Drehstromnetz zur Erzielung verschiedener Phasenverschiebungen beim Eichen schützte. Die



Zurückweisung erfolgte also nicht wegen Bekanntheit der Methode.

Im Gegensatz zu Herrn BRÜCKMAN bin ich der Ansicht, daß die zur Erörterung stehende Schaltung auch heute noch von Wert ist. Wie ich bereits in meinem Aufsatz gesagt habe, ist das Verfahren mit Vorteil besonders bei der Prüfung von Zählern am Ort der Installation zu verwenden. Der Wert der Methode ist bewiesen, wenn folgende Punkte bewiesen sind:

1. die Notwendigkeit von Zählerprüfungen in der Installation überhaupt,
2. der Vorteil gegenüber anderen Prüfmethoden,
3. die Genauigkeit der Fehmersschen Methode.

Zu 1. habe ich schon in meinem Aufsatz den Standpunkt vertreten, daß selbstverständlich die Prüfung von Zählern in der Werkstatt der Prüfung in der Installation im allgemeinen vorzuziehen ist. Die Prüfung in der Werkstatt läßt sich jedoch nicht in allen Fällen anwenden. Die kleineren Elektrizitätswerke und vor allen Dingen die vielen ländlichen Elektrizitätsgenossenschaften sind darauf angewiesen, ihre Zähler am Ort der Installation prüfen zu lassen. Besonders bei den Elektrizitätsgenossenschaften liegt das Zählerwesen wegen der relativ hohen Kosten häufig sehr im argen, und es ist jedes Moment, welches eine Verbilligung der Zählerprüfung herbeiführt, hier von besonderer Wichtigkeit.

Zu 2. bemerke ich folgendes: Die gebräuchlichsten Methoden zur Prüfung von Drehstromzählern in der Installation sind folgende:

a) gleichseitige Prüfung mit Betriebslast,
b) einseitige Prüfung mit künstlicher Belastung.

Eine künstliche gleichseitige Belastung kam bisher meistens nicht in Frage, da die hierzu erforderlichen Belastungsapparate zu schwer transportabel sind. Die Methode a) hat den Nachteil, daß meist nicht die Belastung erzielt wird, unter welcher der Zähler bei normalem Betriebe läuft. Wird der Konsument gezwungen, ohne besondere Vorbereitungen seine Dreschmaschine oder dgl. zu belasten, so wird die Belastung nie an den normalen Betrieb herankommen, und es ist so gut wie ausgeschlossen, verschiedene Belastungsstärken herzustellen.

Die Methode b) hat den Nachteil, daß sie zeitraubend ist und kein genaues Bild vom Verhalten des Zählers bei gleichseitiger Belastung gibt.

Was Punkt 3, also die Meßgenauigkeit der beschriebenen Schaltung, betrifft, so ist bereits im Anschluß an die Veröffentlichung von Herrn FEHMERS in der Zeitschrift „De Ingenieur" ein Urteil darüber gefällt worden. Die Herren W. LULOFS und A. F. E. HANSON schreiben in De Ingenieur 1910, H. 26, wörtlich:

„Die Methode Fehmers ist praktisch befunden worden und besitzt nicht zu unterschätzende Vorteile. Aus einer Untersuchung, welche wir im Laboratorium der städtischen Elektrizitätswerke zu Amsterdam anstellten, geht hervor, daß sie vollkommen korrekte Resultate ergibt, selbst bei den Zählern, welche nur eine Scheibe haben. Die 120°-Phasenverschiebung des einen Systems scheint absolut keinen Einfluß auf die Zählerangaben zu haben."

Ich möchte noch bemerken, daß man bei der Diskussion über die Methode FEHMERS in Holland seiner Zeit übersehen zu haben scheint, daß eine Umkehrung des Drehsinnes stattfindet, die nachteilige Folgen für die Meßgenauigkeit haben könnte. Die Zählertypen, welche eine nennenswerte Beeinflussung durch die Phasenfolge aufweisen, sind aber nur ältere und außerdem wenige, und sämtliche neuen Typen von Drehstromzählern in Aronschaltung, wie z. B. die neuen Fabrikate der AEG und SSW, besitzen nachgewiesenermaßen überhaupt keine Abhängigkeit von der Phasenfolge. Dieser Umstand spricht sogar dafür, die Methode zur Belastung von Hochspannungszählern neueren Herstellungsdatums anzuwenden. Bei Zählerdifferenzen in Anlagen von Großabnehmern müssen oft umfangreiche Hochspannungsmessungen in der Installation vorgenommen werden. Häufig sind diese Messungen dadurch außerordentlich erschwert, daß die Belastung schwankt. Darunter leidet natürlich die erzielte Meßgenauigkeit. Derartige Messungen beanspruchen unter Umständen mehrere Tage. Würde man die Methode FEHMERS unter Benutzung eines geeigneten einphasigen Belastungswandlers anwenden, welcher die Herstellung von Phasenverschiebung ermöglicht, so könnte die ganze Zählerprüfung während einer einzigen Betriebspause, also etwa in ein bis zwei Stunden, erledigt sein.

Striegau i. Schl., 28. III. 1928. C. Doericht.

Neue Wanderwellenaufnahmen mit einer neuen Bauart des Kathodenoszillographen.

Herr Prof. Dr. ROGOWSKI hat der Aussprache über seinen Vortrag einen schriftlichen Nachsatz zugefügt (s. ETZ 1928, S. 232), in welchem er feststellt, daß Teile des von Herrn Dr. GABOR vorgeführten Oszillographen (s. Abb. 1 auf S. 228) von dem Apparat herrühren, welchen das Aachener Institut an die Studiengesellschaft geliefert hat. Diese Feststellung ist durchaus richtig (s. auch Diskussionsbeitrag MATTHIAS). Wir bestätigen auch gern, daß wir mit dem Unterteil und insbesondere mit dem dasselbe abschließenden Schliff ausgezeichnete Erfahrungen gemacht haben. Über das Verhalten der übrigen Teile können wir wegen des Umbaus nicht urteilen.

Als wir den Oszillographen vom Aachener Institut übernahmen und von dort keinen eingearbeiteten Herrn für das Arbeiten an ihm bekommen konnten, haben wir Herrn Dr. GABOR als Mitarbeiter gewonnen, nachdem er seine Arbeiten bei Herrn Geh. Rat ORLICH zu einem gewissen Abschluß gebracht hatte. Der Aachener Oszillograph wurde damals zum Zwecke unserer Gewitterstudien sofort umgebaut; auch späterhin wurden öfters Verbesserungen an ihm angebracht. Die Grenze, wo ein solchermaßen umgeänderter Apparat zur ursprünglichen oder zur späteren Entwicklung zu rechnen ist, läßt sich im allgemeinen schwer ziehen. Herrn Dr. GABOR wäre es zweifellos persönlich lieber gewesen, wenn wir einen neuen Apparat ganz nach dem Muster seines ursprünglichen gebaut hätten; für uns war natürlich die Benutzung der vorhandenen Teile eine Selbstverständlichkeit.

Bei der Veröffentlichung in unserem Forschungsheft haben wir zwar die Unterstützung durch Herrn Prof. Dr. ROGOWSKI in allgemeiner Form dankend anerkannt, haben es aber leider unterlassen, bei der Beschreibung des betreffenden Oszillographen auf seine Entstehungsgeschichte hinzuweisen, weil wir eine Auseinandersetzung über den Umbau, für den in erster Linie der Verwendungszweck maßgebend war, für überflüssig hielten, und weil wir auch nicht bedacht haben, daß Herr Prof. Dr. ROGOWSKI hierauf Wert legen könnte. Von den auf S. 230 abgebildeten Oszillogrammen sind die beiden der Abb. 6 mit dem Gaborschen Originalapparat im Laboratorium von Herrn Geh. Rat ORLICH, die beiden der Abb. 5 mit dem Rogowskischen Apparat aufgenommen, nachdem er unter Berücksichtigung der Gaborschen Ergebnisse umgebaut worden war.

Berlin, 12. VI. 1928.

Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen.
Matthias.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der Transformator. Von Dipl.-Ing. C. Aron. (Techn. Fachbücher Bd. 13, herausg. v. Dipl.-Ing. A. Meyer.) Mit 47 Abb. im Text, 115 Aufg. nebst Lös., IV u. 117 S. in 8°. C. W. Kreidel's Verlag, München 1926. Preis kart. 2,25 RM.

Wie diese Fachbücher grundsätzlich nur Anspruch auf die elementarsten mathematischen Kenntnisse erheben, so versucht auch dieses Büchlein nur grundlegende Kenntnisse über Wirkungsweise und allgemeinen Aufbau des Transformators zu vermitteln, und vor allem diese Kenntnisse rechnerisch ausgiebig zu verwerten. Dabei ist aber der „Übungsstoff" am Schluß des Bändchens in klein gedruckter Schrift in Aufgabe und Lösung abgedruckt, so daß er nur 15 von insgesamt 117 Seiten einnimmt. Es gelingt tatsächlich, auf diesem Raum nicht nur alle erforderlichen physikalischen Grundlagen unterzubringen, sondern auch in die eigentliche Technik der Wicklungsarten, der allgemeinen Anordnung der Ölkessel, der Blechverzapfungen, der Verbolzungen usw. mit guten perspektivischen Skizzen einzudringen, die mehr zu lehren vermögen als die sonst so beliebten Photos. — Zur Gewinnung einer ersten Übersicht über diesen Stoff wird das Bändchen dem Anfänger gute Dienste zu leisten vermögen. Einen Anspruch darauf, dem Praktiker Unterlagen für seine Arbeit zu liefern, erhebt es nicht.

Max Breslauer.



Piles et accumulateurs électriques. Von L. Jumau. (Collection Armand Colin Nr. 55.) Mit 76 Textabb. u. 194 S. in 16°. Verlag von Armand Colin, Paris 1928. Preis geh. 9 Fr, geb. 10,25 Fr.

Der Verfasser unternimmt es, in dem vorliegenden Buch „à la portée de tout le monde" auf rd. 200 Seiten kleinen Formates einen Überblick über galvanische Elemente und die Akkumulatoren zu geben. Obwohl er keinerlei Vorkenntnisse auf elektrochemischem Gebiete voraussetzen kann, geht er trotzdem auf die Theorie der Elemente ein und bringt die Grundlagen der Thermodynamik und der Ionentheorie mit den Formeln von Helmholtz, Nernst usw., wobei die klare und leichtverständliche Darstellung dieses Kapitals alle Anerkennung verdient. Weiter bespricht er die Schaltung der Elemente, ihren Wirkungsgrad und die Messung der elektromotorischen Kraft und des inneren Widerstandes derselben. Leider versäumt er anzugeben, daß nach der beschriebenen Methode (Messung der Spannung bei offenem Stromkreis und unter Belastung) nur der scheinbare Widerstand gefunden wird, und gibt keine Verfahren zur Messung des wahren Widerstandes an.

Der theoretische Teil schließt mit der Berechnung der Stromkosten aus galvanischen Elementen, worauf die Beschreibung und Anwendung der Elemente folgt. Hierbei wird der Hauptwert in zweckmäßiger Weise auf die neuzeitlichen Formen und Arten der nassen und trocknen Elemente gelegt. Unter den Trockenelementen hätte wohl das Leclanché-Element mit Chlormagnesium als Erregersalz noch erwähnt werden können, welches sich vor dem mit Salmiak durch eine größere Lagerfähigkeit auszeichnet und neuerdings in großem Maßstabe hergestellt wird.

Im zweiten Teil, der sich mit elektrischen Akkumulatoren beschäftigt, nimmt er für Gautherot das Verdienst in Anspruch, die Sekundärbatterien entdeckt zu haben. Der Verfasser hätte an Stelle von Gautherot oder zum mindesten neben ihm hier den Deutschen Ritter erwähnen sollen, dessen Verdienste auf diesem Gebiete zweifellos größer sind (s. z. B. den Aufsatz des Dr. Beckmann „Zur Geschichte des Akkumulators und der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft" aus „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie", Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure 1924, 14. Band). Weiter wird die Theorie des Akkumulators auf Grund der Thermodynamik und der Ionentheorie in äußerst klarer und leicht verständlicher Weise entwickelt. Die folgenden Kapitel entsprechen ihrer Anordnung nach ungefähr dem großen Buche desselben Verfassers („Les Accumulateurs Electriques", Paris, 2. Ausgabe, 1907), welches als Standardwerk der Akkumulatoren allgemein bekannt ist, und sind nur für den vorliegenden Zweck entsprechend gekürzt und auf die neueren Formen beschränkt. Bei der Besprechung der Scheider hätte der Verfasser wohl auf die kaum mehr angewandten porösen Tonplatten verzichten und dafür besser Scheider aus porösem Gummi (Willard, Wildermann usw.) erwähnen können. Im übrigen verraten auch diese Kapitel, welche die Eigenschaft des Bleiakkumulators und verschiedener anderer Akkumulatoren, die Beschreibung des Bleiakkumulators, die Herstellung seiner Bestandteile und deren Montage, die Beschreibung des Eisennickelakkumulators und des Bleiakkumulators mit Panzerplatten und endlich die Anwendungsarten der stationären und transportablen Akkumulatoren enthalten, daß der Verfasser nicht nur in der Theorie beschlagen ist, sondern auch als langjähriger Fachmann die Praxis vollkommen beherrscht.

Im ganzen genommen stellt das Buch eine schätzenswerte Bereicherung der technischen Literatur dar, und es wird nicht nur der Laie, sondern auch der Spezialist auf diesen Gebieten das Buch mit Interesse lesen.

Dr. Strasser.

Mathematisches Praktikum. Von Prof. Dr. H. v. Sanden. (Teubners technische Leitfäden Bd. 27.) 1. Teil, mit 17 Textabb., 20 Zahlentaf., IV u. 122 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1927. Preis geb. 6,80 RM.

Die Aufgabensammlun soll eine Einführung in die „praktische" Mathematik, d. h. in die „Methodik der numerischen Berechnung partikulärer Lösungen" darstellen. Der erste Teil setzt die Grundzüge der Differential- und Integralrechnung voraus, der zweite soll die numerische Behandlung der Differentialgleichungen bringen. Aus dem Inhalt des ersten Teils seien erwähnt die Kapitel über den Rechenschieber, über die numerische Auflösung von Gleichungen, über die Ausgleichsrechnung, über die harmonische Analyse (Zipperertafeln). Die numerischen Methoden werden im einzelnen beschrieben; die Lösungen erfahren eine vollkommene Durchrechnung. Am Anfange eines jeden Kapitels findet sich eine kurze Zusammenstellung der mathematischen Begriffe. Die Aufgaben entstammen der Praxis und gewähren einen Einblick in die Anwendbarkeit der Mathematik auf technische Probleme. Sicher bildet die Sammlung eine Ergänzung zu den Anfangsvorlesungen, neben denen sie gebraucht werden soll.

Fender.

Technische Navigation und Meteorologie. Von Dr. H. Meldau. Nachtr. zur 10. Aufl. Mit 89 Textabb., 176 S. u. 1 Anh. in 8°. Verlag von G. Winter, Bremen 1927. Preis geb. 6 RM.

Wie der Titel des vorliegenden Buches sagt, ist es ein Nachtrag zu dem bekannten, vom gleichen Verfasser herausgegebenen Breusingschen Lehrbuch der Steuermannskunst. Die Tatsache, daß die Navigation durch die Fortschritte auf dem Gebiete der Mechanik und Elektrotechnik in den letzten Jahren immer mehr beeinflußt wurde, machte ein kurzes, möglichst leicht verständliches Lehrbuch der „Technischen Navigation" notwendig. Das in Frage stehende Buch behandelt zunächst in vier verhältnismäßig kurzen Abschnitten den Kreiselkompaß, den Anschütz-Selbststeuerer und Kursschreiber, die neuzeitlichen Lotmittel (das Freilot und die verschiedenen Systeme des Echolotes) und die Bordfunkpeiler. Es ist in diesen Abschnitten alles kurz zusammengestellt und erläutert, was der Seemann von den wichtigsten heutigen Geräten und Methoden der Richtungs-, Tiefen- und Ortsbestimmung kennen muß. Dem elementaren Charakter des Buches entsprechend sind die in Frage kommenden Gesetze und Formeln für den Kreisel und Kreiselkompaß nur kurz und ohne weitere Erklärungsversuche angegeben. Die genannten vier Kapitel werden für einen Lehrer, der sich bereits über das zum Teil nicht ganz einfache Lehrgebiet anderweitig gründlich unterrichtet hat, und der über gutes Anschauungsmaterial verfügt, einen brauchbaren Unterrichtsleitfaden abgeben. Das fünfte Kapitel, die Meteorologie (bearbeitet von Dr. J. Georgi in Hamburg) steht mit der eigentlichen Navigation nur in mittelbarem Zusammenhang; es könnte auch ein selbständiges kleines Buch sein, zumal es ebenso umfangreich ist wie die übrigen vier Kapitel zusammengenommen. Es gibt m. E. eine einwandfreie und im besten Sinne gemeinverständliche Einführung in den heutigen Stand der Meteorologie. Die Beigabe von 19 sehr schönen, farbigen Wolkenbildern mit Erklärungen erhöht noch seinen Wert. Für jeden, der sich von Berufswegen für Witterungsfragen interessieren muß — mag dies ein Seemann, Luftschiffer, Artillerist oder sonstwer sein —, wird der fünfte Abschnitt sehr wertvoll sein. Aber auch mancher gebildete Laie und besonders der Lehrer für Erdkunde und Physik an unseren höheren Schulen wird diesen sehr anregend geschriebenen Abschnitt mit wahrem Vergnügen lesen.

Hänert.

Von Kopernikus bis Einstein. Der Wandel unseres Weltbildes. Von Prof. Dr. H. Reichenbach. Mit 11 Textabb. u. 122 S. in 16°. Verlag von Ullstein, Berlin 1927. Preis geh. 0,85 RM, geb. 1,35 RM.

Das Buch versucht, wie schon so viele andere, dem gebildeten Laien u. a. einen Begriff von der Relativitätstheorie zu vermitteln, und zwar soll gleich betont werden, daß dieser Versuch durchaus gelungen ist. Das ist einmal der bekannten Befähigung des Verfassers zu klarer Darstellung, weiter seiner völligen Beherrschung der behandelten Probleme, die er ja selbst vielfach gefördert hat, und schließlich dem geschickten Aufbau des Werkchens zuzuschreiben. Die Entwicklung des physikalischen Weltbildes wird von Ptolemäus über Kopernikus zu Newton verfolgt; anschließend werden die Fragen des Äthers und der speziellen Relativitätstheorie erörtert, um dann, ausgehend von E. Mach und seiner Kritik der Newtonschen Sätze, zu der allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins fortzuschreiten. Die lebendige Sprache und geschickt durchgeführte Beispiele halten das Interesse des Lesers wach und vermitteln ihm fast mühelos die neuen Erkenntnisse.

G. H. Winkler.

Das österreichische Patentgesetz in gemeinverständl. Darstell., nebst d. wichtigsten Bestimm. d. internat. Rechtes u. 1 Anhang üb. d. Schutz v. Marken u. Mustern. Von Hofrat Dr. F. Arlt. (Tagblatt-Bibliothek Nr. 586/589.) Mit 192 S. in 8°. Steyrermühl-Verlag, Wien 1927. Preis geh. 1,60 S.

Es handelt sich um eine knappe Darstellung des österreichischen Erfinderschutzwesens, der auch das übliche Material an Gesetzes- und Verordnungstexten, Formularen sowie kurzen Hinweisen auf Marken- und Musterschutz beigegeben ist. Für diejenigen, die eine erste kurze Information über das österreichische Patentwesen wünschen, wird die Arbeit zweckdienlich sein.

Dipl.-Ing. H. Herzfeld I.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Im März 1928 hat die Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile 9 668 279 $ ergeben, d. s. 1 801 137 $ oder 23 % mehr als im Vormonat (7 867 142 $) und 1 000 200 $ bzw. 11 % mehr als im gleichen Monat des Vorjahres (8 668 079 $). Die Zunahme letzterem gegenüber war erheblich bei Gleichstromgeneratoren, Akkumulatoren und Batterien, Starkstromschalttafeln, Zählern, Bahnmotoren, anderen als Metallfadenlampen, elektromedizinischen Apparaten, Radioempfängern nebst Zubehör, Kühlvorrichtungen bis zu 1 ton Leistungsfähigkeit und bei Waschmaschinen für den Haushalt. Der Export von größeren Schaltern und Sicherungen, Fernsprechschalttafeln und -ausrüstungen, Eisenbahnsignalen und nicht näher bezeichneten elektrischen Apparaten zeigt dagegen eine merkliche Verringerung des Wertes. Die Lieferungen betrugen nach Europa 2 118 948 $ (England: 766 900 $), nach der westlichen Halbkugel 5 001 867 $ (Kanada: 2 150 849 $), nach Afrika, Asien und Ozeanien 2 547 464 $ (Japan: 755 772 $). Im abgelaufenen Vierteljahr stellte sich der Export auf rd. 25,516 Mill. $ und war damit um 1,771 Mill. $ größer als in der gleichen Zeit des Vorjahres (23,745 Mill. $).

Im ganzen ist einem Bericht der El. World[2] zufolge die Ausfuhr elektrischer Maschinen aus den V. S. Amerika nach Europa 1927 wertlich von 1,827 Mill. $ i. V. auf 3,048 Mill. $ gestiegen und der Export nach dem Westen dieses Erdteils von 1,502 auf 2,383 Mill. $. 1926 hat die Union für 84,226 Mill. $ elektrische Apparate versandt, wovon solche im Wert von 10,341 Mill. $ oder rd. 12 % in die europäischen Staaten gingen. Innerhalb der Jahre 1923/26 fanden durchschnittlich 16 % der ganzen elektrotechnischen Ausfuhr Nordamerikas den Weg auf die europäischen Märkte, doch zeigt dieser Export eine gleichmäßige Abnahme, seit sich Europa von den im Weltkrieg erlittenen Verlusten erholt hat. Das stetige Wachsen der elektrotechnischen Ausfuhr im allgemeinen, anderseits das langsame Sinken des europäischen Absatzes wird z. T. damit begründet, daß man in der Union jetzt größere Anstrengungen mache, um andere Märkte, wie z. B. die Lateinamerikas, zu erschließen. Aus einer Übersicht über die Elektromärkte der Welt im Jahr 1923 ergibt sich, daß England, die V. S. Amerika und Deutschland zusammen 80,6 % des Weltbedarfs an elektrischen Maschinen und 78,4 % der Nachfrage nach solchen und Apparaten zusammen gedeckt haben. Der geringere Prozentsatz für beide Warengruppen wird mit der großen Ausfuhr elektrischer Lampen durch die Niederlande und den französischen Handel mit Isolatoren und Kabeln erklärt. Für die Jahre 1913, 1923/24 gibt El. World folgende Werte des Elektroexports in Mill. $ an:

Ausfuhrländer	1913	1923	1924
V. S. Amerika	28,2	75 6	81,0
Deutschland	77,0	69 3	69,3
Großbritannien	37,3	68 8	75,1
Frankreich	10,6	17,3	22,2
Schweiz	6,1	9,6	10,2
Summe:	159,2	240,6	257,8

Nach den von der genannten Zeitschrift[3] mitgeteilten Angaben des amerikanischen Handelsamts hatte die Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse im ersten Vierteljahr 1928 einen Wert von 527 844 $. Hiervon entfielen 207 543 $ auf Maschinen und deren Teile, 81 169 $ auf Apparate nebst ihren Teilen, 143 942 $ auf Kohlefadenlampen und davon 64 450 $ auf solche kleinster Type, ferner 51 904 $ auf Vorrichtungen für drahtlose Telegraphie und Rundfunk. Deutschland war an diesem Import der V. S. Amerika mit dem Höchstbetrag von 163 975 $, Schweden mit 119 328 $, Japan mit 90 429 $, England mit 58 314 $ und die Schweiz mit 54 381 $ beteiligt.

Aus der schwedischen Elektroindustrie. — Die Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson, Stockholm, hat 1927 ihre ausländischen Interessen wesentlich verstärkt. Die Tochtergesellschaften in Italien, Polen, Österreich und Südamerika haben Kapitalserhöhungen vorgenommen. In Mailand wurde eine Finanzgesellschaft mit 5 Mill. Le zur Durchführung der erforderlichen Transaktionen bei den Tochtergesellschaften in Rom, Neapel und Genua gegründet. Ferner hat sich die Berichterstatterin an dem größten Elektrizitätsunternehmen Rumäniens, „Energia“, beteiligt und die Aktienmehrheit der Svenska Radio A. B. (Kapital 0,7 Mill. Kr) erworben; der Rest befindet sich im Besitz der Marconi Wireless Co., London. L. M. Ericsson kommt hierdurch in die Lage, über die Patente der Marconigruppe zu verfügen, welche für eigene Mehrfachtelephonie- usw. Anlagen verwertet werden können. Im laufenden Jahr wurde das in Händen der Familie Sievert befindliche Kabelwerk in Sundbyberg bei Stockholm für 7,3 Mill. Kr. angekauft. Dieses befaßt sich mit der Herstellung von Schwach- und Starkstromkabeln, Leitungsdraht, eisengekapselten Schaltapparaten, Kondensatoren zum Phasenausgleich usw. und hat sich 1923 vertraglich eine Unterstützung der Western Electric Co. gesichert. Der Umsatz der Telephonfabrik von Ericsson in Stockholm (ohne den 4,1 Mill. Kr betragenden des Kabelwerks Älvsjö) stellte sich bei 2683 Beschäftigten auf 20,6 Mill. Kr (15,3 i. V.), der Reingewinn auf 2,49 Mill. Kr (2,05 i. V.). Hiervon wurden 6 % (3 % i. V.) Dividende auf 40.33 Mill. Kr Aktienkapital ausgeschüttet. Letzteres erfährt eine Erhöhung auf 60 Mill. Kr. *Hldn.*

Der Geschäftsbericht der A. B. Elektrolux, Stockholm, für 1927 stellt fest, daß sich die Betriebe außerordentlich günstig entwickelt haben und der Verkauf von Staubsaugern sowie von Kühlschränken Höchstziffern erreichte. Die zur besseren Ausnutzung der technischen und Verkaufseinrichtungen neu aufgenommene Fabrikation von Bohnermaschinen und Wasserfiltern verheißt weitere gute Erfolge. Im laufenden Jahr wurde mit dem Vertrieb von Waschmaschinen begonnen. Das Geschäft mit Staubsaugern innerhalb Schwedens ist der zu diesem besonderen Zweck gegründeten Elektrolux' Svenska Försäljnings-A. B. übertragen worden; der Auslandvertrieb verbleibt den Tochtergesellschaften. Das Aktienkapital wurde von 7 auf 60 Mill. Kr erhöht zwecks Erwerbs der Aktienmehrheit der zum Konzern gehörenden Unternehmungen, zu denen auch die A. B. Lux nebst ihrer Tochtergesellschaft zählt. Die Bilanz schließt mit 23,028 Mill. Kr. Der Gewinn betrug 7,266 Mill. Kr. Als Dividende wurden wieder 10 % verteilt. *H.*

Ausschreibung des Baus von Hoch- und Niederspannungsleitungen in Luxemburg. — Die Compagnie Grand-Ducale d'Electricité du Luxembourg bittet uns — leider sehr verspätet —, mitzuteilen, daß sie demnächst den Submissionswettbewerb für den Bau der Hoch- und Niederspannungsleitungen für die allgemeine Elektrisierung des Großherzogtums Luxemburg, gemäß Gesetz vom 4. I. 1928 und der mit der Regierung am gleichen Tage abgeschlossenen Vertragsbeilage, ausschreiben wird.

Die Baufirmen, welche an diesem Wettbewerb teilnehmen wollen, sind gebeten, vor dem 21. VII. 1928 folgende Belege durch versiegelten Einschreibebrief an die Gesellschaft einzusenden:

1. Ein Fähigkeitszeugnis, welches nicht älter als 1 Jahr ist, mit genauen Angaben über die von ihnen ausgeführten oder von ihnen überwachten Arbeiten;
2. Die Referenzenliste der ausgeführten Installationen, welche den in diesem Submissionswettbewerb ausgeschriebenen Arbeiten in Umfang und Ausführungsart gleichkommen;
3. Offizielle oder gleichwertige Zeugnisse von Prüfungsstationen über das vorgeschlagene Material;
4. Möglichst vollständige finanzielle Referenzen.

Wegen aller weiteren Auskünfte wende man sich an den Direktor der Gesellschaft, Luxemburg, Avenue de la Porte-Neuve 21.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 229: Wer stellt Sicherungseinrichtungen für Normalfassungen gegen Diebstahl von Glühlampen her?

Frage 230: Wer ist Hersteller von Tauchlacken für elektrotechnische Fabriken? Die Lacke müssen tiefschwarz und hochglänzend sein, geeignet für Trockenofen mit rd. 180°.

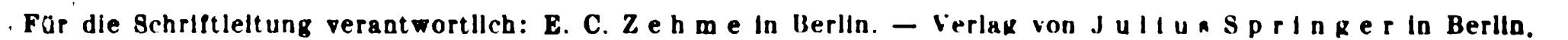
Berichtigung.

Im Inhaltsverzeichnis der ETZ für das erste Halbjahr 1928 ist auf Seite XVII, linke Spalte, unter dem Stichwort „Wasserleitung“ ein neues Stichwort „Wasserturbinen“ einzuschalten, und zwar vor dem Aufsatztitel „Kaplan- und Propellerturbinen“. Wir bitten unsere Leser, diese Berichtigung in ihren Inhaltsverzeichnissen vorzunehmen.

Abschluß des Heftes: 14. Juli 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

[1] Nach El. World, Bd. 91, 1928, S. 1319. Vgl. ETZ 1928, S. 824.
[2] Bd. 91, 1928, S. 1369.
[3] El. World, Bd. 91, 1928, S. 1173.

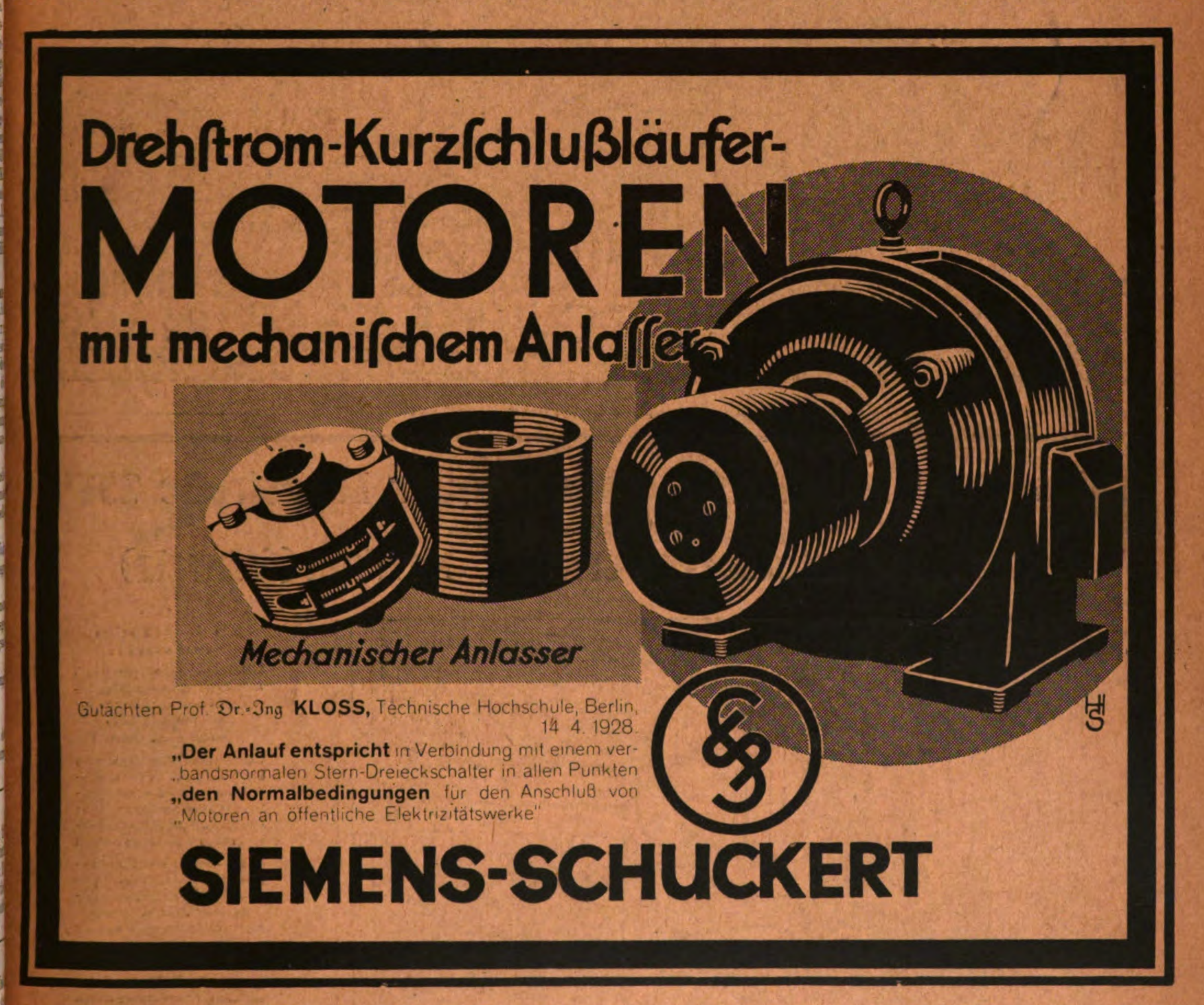


Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 26. JULI 1928
(…01—1140)

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24
49. Jahrgang Berlin, 26. Juli 1928 Heft 30

Die Einphasenkoppelung, ein Mittel zur Erhöhung der Betriebsicherheit der Hochfrequenztelephonie auf Leitungen?

Von **G. Dreßler**, Berlin.

Eine Betrachtung von Herrn P. Tätz[1], die theoretisch die Vorteile der Einphasenkoppelung vor der Zweiphasenkoppelung beim Hochfrequenztelephon auf Starkstromleitungen erörtern und begründen will, stützt sich meßtechnisch auf eine Dämpfungsmessung an einer 110 kV-Leitung. Die Messung ergibt, daß die Dämpfung beim Zweiphasenanschluß rund ein Drittel von der Dämpfung beim Einphasenanschluß beträgt. Zur Auswertung dieses beim normalen Zustande des Leitungssystems gewonnenen Meßergebnisses für den Erdungsfall in den Schaltstationen und den Störungsfall auf der Strecke werden drei Voraussetzungen gemacht.

1. Bei Erdung der Leitungen in den Stationen erhöhe sich die Dämpfung $b_2 E$ einer Zweiphasenanlage mit nur je einer Drossel je Phase und Station auf den Wert der Dämpfung $b_1 E$ einer Einphasenanlage, also auf rund das Dreifache.

2. Bei Leitungsstörungen und ihrem schlimmsten Fall, dem Bruch einer besprochenen Phase, müsse die Zweiphasenkoppelung stets durch Erdung einer Phase vor den Drosseln in den Stationen erst in eine einphasige umgeschaltet werden. Hierdurch vergrößere sich die Dämpfung b_2^S der Zweiphasenanlage bis auf den Wert der Dämpfung b_1 für die Einphasenanlage.

3. Ein Vergleich des Phasenbruches einer unbesprochenen Phase einer Einphasenkoppelungs-Anlage mit dem Phasenbruch einer besprochenen Phase bei Zweiphasenanschluß ließe einen Schluß auf die Betriebsicherheit der beiden Systeme zu.

Hiergegen ist im einzelnen folgendes anzuführen:

Zu 1. Selbst wenn ein Beweis für die Richtigkeit dieser Voraussetzung möglich wäre, gestattete er nicht, daraus allgemeine Schlüsse für jedes Zweiphasensystem zu ziehen. Bei vollwertiger Drosselung bleibt vielmehr bei Erdung der Leitung in den Stationen die Dämpfung des Zweiphasenanschlusses genau die gleiche wie im Normalzustande der Leitung.

Zu 2. Bei etwa 50 stationären Zweiphasenstationen in Deutschland kann man je eine der besprochenen Phasen auf der Strecke erden oder unterbrechen, ohne daß eine Umschaltung der Zweiphasenkoppelung auf Einphasenkoppelung in den Stationen vorgenommen werden muß, um die Verständigung aufrechtzuerhalten. Die Dämpfung der Zweiphasenanlage vergrößert sich zwar in diesem Falle etwas, wird aber nie gleich der einer Einphasenanlage. Dies erklärt sich ohne weiteres energetisch, wenn man nach der Maxwell-Poyntingschen Vorstellung das Dielektrikum zwischen den stromdurchflossenen Leitern als Weg für die Fortpflanzung der Energie betrachtet. Die Erdung bzw. Unterbrechung eines der Leiter auf kurze Strecke bringt dann wohl eine geringe Absickerung der Energie, vermag aber den Hauptenergiefluß nicht wesentlich zu beeinflussen. Beim Einphasenanschluß wirkt dagegen die Leitungstörung der besprochenen Phase wie die Einschiebung eines je nach der Einschiebestelle mehr oder weniger durchlässigen Sperrventils direkt in den Energieweg hinein.

Zu 3. Der Vergleich ist nicht zulässig, denn der Phasenbruch der unbesprochenen Phase einer Einphasenanlage kann nur mit Phasenbruch der unbesprochenen Phase einer Zweiphasenanlage billigerweise verglichen werden. Hierbei bleiben die Dämpfungsverhältnisse für jede Anschlußart dieselben wie im normalen Fall.

Aus der oben angegebenen Messung ermittelt nun Herr Taetz unter Zuhilfenahme der genannten Voraussetzungen eine beträchtliche Dämpfungserhöhung und damit eine Lautstärkenschwankung und Betriebsunsicherheit für den Zweiphasenanschluß. Mit den Voraussetzungen aber fallen natürlich auch alle darauf aufgebauten Diagramme, Berechnungen und Schlußfolgerungen.

Zur Frage der Dämpfungserhöhung bei Rauhreif sei nur darauf hingewiesen, daß beispielsweise im Februar 1927 auf einer 220 km langen 110 kV-Leitung bei einer Zweiphasenanlage eine Beeinträchtigung der Sprechverständigung durch Rauhreif von etwa 12 cm Stärke nicht festgestellt werden konnte. Der Zweiphasenanschluß erweist sich hier, also auch auf einer sehr langen Strecke, als betriebstüchtig. Der Skineffekt spielt dabei offenbar nicht die entscheidende Rolle, die ihm zugemessen wird.

Bezüglich der Abhörbarkeit von Ein- und Zweiphasenanlagen bestehen nicht nur qualitative sondern auch sehr starke quantitative Unterschiede. Zum Beispiel konnte in einem Falle eine Einphasenanlage in rd. 3 km Entfernung von einem Rundfunkhörer mit einem gewöhnlichen Rundfunkapparat abgehört werden, während die nur rd. 800 m entfernte Zweiphasenanlage im gleichen Empfangsgerät unhörbar blieb.

Im Hinblick auf die amerikanischen Anlagen, die ausschließlich Zweiphasenkoppelung verwenden, sei bemerkt, daß nach dem Berichte der Nela nur die Western Electric Co. eine Energieerhöhung im Störungsfalle vornimmt. Die General Electric Co. und die Westinghouse El. & Mfg. Co. arbeiten mit der gleichen Energie im Normalzustande wie bei Störungen. Die Western Electric verwendet normalerweise nur 1 W, so daß es verständlich wird, wenn sie für den Störungsfall eine Energieerhöhung vorsieht. An keiner Stelle ist in dem Bericht davon die Rede, daß etwa Dämpfungsänderungen gerade der Zweiphasenkoppelung diese Energiereserve nötig machten. Beide — Abnehmer und Hersteller — heben im Gegenteil die Vorteile der Zweiphasenkoppelung einstimmig hervor.

[1] ETZ 1928, S. 669.

Bemerkungen zu vorstehenden Äußerungen.

Von **P. Tätz**, Berlin.

Der vorstehende Aufsatz geht von der Annahme aus, daß meine Arbeit eine rein theoretische Erörterung und Begründung lediglich der Vorteile der Einphasenkoppelung vor der Zweiphasenkoppelung bezwecke. Demgegenüber kam nur in Frage, a l l e Eigenschaften b e i d e r Koppelungsmethoden zu erörtern, und zwar soweit wie irgend möglich ohne Beschränkung auf theoretische Überlegungen, vielmehr auf meßtechnischer Unterlage, damit bezüglich der aus dem Sachverhalt zu ziehenden Schlußfolgerungen eine Aussprache und den Hauptinteressenten,



nämlich den Elektrizitätswerken, eigenes Urteil ermöglicht würden.

Bezüglich Punkt 1 der Ausführungen von Herrn Dreßler ist zu sagen, daß die Erhöhung der Dämpfung einer Zweiphasenanlage bei Erdung der Leitungen im Werke keine Voraussetzung für die Schlußfolgerungen, sondern vielmehr Meßergebnis ist, ferner daß dieses Meßergebnis keineswegs eine Erhöhung der Dämpfung auf den dreifachen Betrag zeigte. Voraussetzung war lediglich die in der Praxis einer Zweiphasenanlage bisher übliche Drosselung nur einer Welle je Phase[1]. Es ist physikalisch naheliegend, daß der Charakter der Erscheinungen auch bei Freileitungen anderer Betriebspannungen erhalten bleiben wird, was Herr Dreßler zu bezweifeln scheint, ohne Erklärungen dafür abzugeben. Erst bei einer in der Praxis nicht üblichen vollwertigen Drosselung aller Koppelungsphasen wird der Schaltzustand im Werke selbstverständlich für die Leitungsdämpfung bedeutungslos. Die Schlußfolgerungen bezüglich des Verhaltens gegenüber Leitungstörungen werden durch diese Bemerkungen überhaupt nicht berührt.

Auch die Voraussetzung, daß bei Bruch einer besprochenen Phase eine Zweiphasenanlage erst in eine Einphasenanlage umgeschaltet werden müßte (vgl. Punkt 2 der Arbeit von Herrn Dreßler), ist im Aufsatz tatsächlich nicht zugrunde gelegt worden, wie aus den Ausführungen auf S. 672 links oben hervorgeht. Zweiphasenanlagen müssen in diesem Fall als Einphasenanlagen weiterarbeiten, wobei der Übergang, wie angegeben, sich durchaus auch ohne besondere Schaltmaßnahmen, also selbsttätig, vollziehen kann. Es ist lediglich in Frage gestellt worden, ob unter diesen Umständen die Größe des Senderleitungstromes bzw. die Größe der Empfangsempfindlichkeit, d. h. also die Wirksamkeit der Hochfrequenzanlage für sich, erhalten bleiben, da technische Schwierigkeiten bestehen.

An sich stellt der Hinweis auf diese Schwierigkeiten lediglich eine für die Praxis bedeutungsvolle Nebenbemerkung dar. Für das Thema aber, nämlich für den in Frage stehenden Vergleich zwischen den beiden Koppelungsmethoden, kommt es nur darauf an, festzustellen, in welchem Sinne sich die Leitungsdämpfung bei einem derartigen Störungsfall verändert. Herr Dreßler bestätigt, daß die Dämpfung sich in diesem Fall bei Zweiphasenanlagen erhöht, ohne genauere Zahlen anzugeben. Die erwähnten Erfahrungen an ausgeführten Zweiphasenanlagen ergeben keinen Widerspruch, da im Aufsatz nirgends behauptet worden ist, daß Zweiphasenanlagen dann in jedem Fall unbedingt versagen müssen und da der Begriff „Aufrechterhaltung der Verständigung" quantitativ nicht verwertbar ist.

Die Zuhilfenahme der Poyntingschen Vorstellung in der von Herrn Dreßler gewählten Weise zur Beschreibung der Verhältnisse verleitet sehr leicht zu unvollständigen Folgerungen, da es ja bekanntlich für die Wirkung nicht auf Phasenbruch bzw. Erdschluß an sich ankommt. Für die Größe der Wirkung im Störungsfall ist selbstverständlich allein die Größe (und zwar relativ zum Wellenwiderstand) der durch Phasenbruch oder Erdschluß eingeschalteten Reihen- bzw. Nebenwiderstände maßgebend. Parallel führende Leitungen üben außerdem einen schwer übersehbaren Einfluß aus. Die Natur der Verhältnisse bringt es mit sich, daß bei Phasenbruch in den meisten Fällen hohe Reihenwiderstände und damit stärkere Rückwirkungen, bei Erdschluß aber hohe Nebenwiderstände und damit geringere Rückwirkungen auf das Hochfrequenztelephon auftreten.

Für den Vergleich beider Koppelungsmethoden miteinander ist also die Untersuchung der Rückwirkungen von Phasenbrüchen von größerer praktischer Bedeutung als die Untersuchung der Rückwirkungen von Erdschlüssen. Es bedarf bekanntlich besonderer Mittel, um den Erdschlußwiderstand auf einen für den Hochfrequenzbetrieb gefährlichen, geringen Betrag herabzudrücken. Es wäre daher wohl mehr ein unglücklicher Zufall, wenn ein sich im Hochspannungsbetrieb bemerkbar machender Erdschluß gleichzeitig ein das Hochfrequenztelephon gefährdender Erdschluß wäre. Dabei braucht im übrigen wegen der zeitlich begrenzten Lichtbogendauer im allgemeinen sogar nur der lichtbogenfreie Erdschluß berücksichtigt werden. Der Unterschied zwischen dem Begriff „Erdschluß" im Hochspannungs- und im Hochfrequenzbetrieb verdient besondere Beachtung: Die Zahl von Freileitungs-Erdschluß-Störungen gegenüber anderen Freileitungsstörungen im „Hochspannungsbetrieb" könnte z. B. nicht im geringsten als Maß für die Bedeutung des Erdschlusses im „Hochfrequenzbetrieb" dienen.

Was schließlich die Bemerkungen 3 von Herrn Dreßler anbetrifft, so könnte selbstverständlich eine Beurteilung der Betriebsgüte beider Koppelungsmethoden nicht auf Grund von zwei Störungsfällen erfolgen, die willkürlich aus der Fülle aller möglichen herausgegriffen werden. Die Wahl derjenigen Störungsfälle, die das allgemeine Verhalten der beiden Koppelungsmethoden am besten zu charakterisieren gestatten, konnte natürlich erst nach einer gründlichen Auseinandersetzung (vgl. S. 671 und 672) mit den übrigen erfolgen; Herr Dreßler gibt keine sachlichen Einwände gegen die diesbezüglichen Ausführungen. Die Richtigkeit der Untersuchung wird am besten durch das Ergebnis bewiesen, das ganz allgemein ohne Bezugnahme auf bestimmte Störungsfälle aussagt, daß die im normalen Betriebszustand so überaus günstigen Übertragungsverhältnisse der Zweiphasenkoppelung zu für den Betrieb gefährlichen Dämpfungschwankungen Anlaß geben und daß die Einphasenkoppelung die Möglichkeit zu einer die Betriebsicherheit erhöhenden Gleichhaltung der Leitungsdämpfung bietet. Abgesehen von diesem Hauptergebnis können im einzelnen auch alle Diagramme, Berechnungen und sonstigen Schlußfolgerungen aufrechterhalten bleiben, da die von Herrn Dreßler aufgestellten Voraussetzungen, wie bereits vorher angegeben, in meinem Aufsatz nicht enthalten sind.

Die Bemerkung von Herrn Dreßler über die Rauhreifwirkung bei Zweiphasenanlagen zeigt keinen Widerspruch gegenüber den Ausführungen im Aufsatz, da dort nirgends behauptet worden ist, daß eine Zweiphasenanlage dann unbedingt versagen müßte. Es ist vielmehr auf Grund von Meßresultaten lediglich festgestellt worden, daß sich die Einphasenkoppelung hierbei günstiger verhält als die Zweiphasenkoppelung und deshalb eher als diese als Mittel zur Verringerung der Rauhreifwirkung auf das Hochfrequenztelephon bezeichnet werden kann. Ganz abgesehen davon, erscheint die Beschreibung der Rauhreiferscheinung für die Beurteilung nicht ausreichend, da die genaue Länge der eigentlichen Rauhreifstrecke (vermutlich nur ein kleiner Bruchteil der Gesamtstrecke) nicht angegeben und nicht klar ist, ob unter Rauhreifstärke die Dicke der den Leiter umgebenden Rauhreifschicht oder nur der Außendurchmesser der Rauhreifschicht zu verstehen ist. Die physikalische Erklärung für die Dämpfungserhöhung bei Rauhreif ist in meinem Aufsatz nirgends diskutiert worden, insbesondere auch vom „Skineffekt" und einer ihm in dieser Hinsicht „zugemessenen entscheidenden Rolle" nirgends die Rede gewesen. Bezüglich der Schlußfolgerungen aus dem Meßergebnis erscheint es gleichgültig, wie die Dämpfungserhöhung bei Rauhreifwirkung im einzelnen zu erklären ist.

Bezüglich der Abhörbarkeit wird leider lediglich die Beobachtung eines „Rundfunkhörers" wiedergegeben, der kaum in der Lage sein wird, zu beurteilen, welche Rolle beispielsweise die Größe der Leitungströme, die Entfernung vom Ort der Hochfrequenzgeräte, die Empfangsantennenanordnung und schließlich die Bedienung des Empfängers für die exakte Feststellung der Abhörbarkeit spielen. Ein mit den Verhältnissen nicht vertrauter Leser könnte sogar aus der Beobachtung die Unabhörbarkeit einer Zweiphasenanlage folgern. Ob die exakte Festlegung überhaupt erforderlich oder lohnend ist, ist fraglich, da die Unabhörbarkeit des Hochfrequenztelephons nur mit anderen Mitteln als der Koppelungsmethode erzielbar sein wird, da ferner eine Verringerung der Abhörbarkeit mit Hilfe der Koppelungsmethode nur auf Kosten der Betriebsicherheit möglich erscheint und da schließlich die „Feldstreuung" zu keinen Schwierigkeiten mit anderem Hochfrequenzverkehr geführt hat und so gering ist, daß neuerdings sogar eine wesentliche Erhöhung der Hochfrequenzleistungen behördlich ermöglicht ist. Die Abhörbarkeit verdient m. E. nicht die ihr häufig gegebene Bedeutung, da gegenüber dem Gesichtspunkt der Betriebsicherheit alle anderen in den Hintergrund zu treten haben.

Der von Herrn Dreßler erwähnte amerikanische Bericht der Nela ist vermutlich der bereits im Juli 1926, also vor beinahe zwei Jahren veröffentlichte Bericht der amerikanischen National Electric Light Association. Nach meiner Meinung ist die Bedeutung des „Multi-Power-Systems" der Western Electric und der großen Senderleistung (trotz Zweiphasenkoppelung!) bei den anderen amerikanischen Gesellschaften größer, als in der Auseinandersetzung von Herrn Dreßler über diesen Bericht[2] zum Ausdruck kommt.

[1] Vgl. den Aufsatz von Herrn Dreßler, Elektrizitätswirtsch. Bd. 27, S. 8, Abb. 21.

[2] Vgl. G. Dreßler, wie Fußnote 1, S. 5.



In der Zwischenzeit scheint sich die amerikanische Entwicklung noch weiter in der Richtung einer Kombination der Zweiphasenkoppelung mit Hochfrequenzgeräten großer maximaler Senderleistung und variabler Reichweite bewegt zu haben, wobei die variable Reichweite der Geräte entweder senderseitig durch das „Multi-Power-System" oder empfangsseitig durch Verwendung selbsttätig veränderlicher Verstärkung erzielt wird[2]. Größe der Senderleistung und des Variationsbereiches der Reichweite werden insbesondere auf Überwindung sehr großer Leitungsstrecken bemessen. Diese technischen Maßnahmen offenbaren deutlich die in meinem Aufsatz hervorgehobenen Schwierigkeiten, die durch die im Betriebe möglichen großen Schwankungen der Leitungsdämpfung (Zweiphasenanlage) hervorgerufen werden, und bestätigen die Anschauung, daß man die Zweiphasenkoppelung infolge ihrer sich bei Leitungsstörungen bemerkbar machenden Nachteile nicht ohne weiteres, d. h. nicht ohne technische Zusätze, wie z. B. größere Senderleistung und variable Reichweite, von der Mehrfachtelephonie auf die E.W.-Telephonie übertragen darf.

[2] Vgl. El. World Bd. 91, S. 495.

Es ist eine Frage für sich, ob auch die Bevorzugung der Zweiphasenkoppelung für uns, d. h. für die bei uns üblichen, relativ kurzen Entfernungen, eine zwingende Lehre aus der amerikanischen Entwicklung sein muß. Die Aussagen über die Nachteile der Einphasenkoppelung in der Literatur sind bisher stets nur theoretisch qualitativ zu werten gewesen; die quantitative Untersuchung erschien daher notwendig und ergab Verneinung der eben gestellten Frage. Auch für Weitsprechverbindungen erscheint die Koppelungsfrage infolge der dadurch nicht erzielbaren Ersparnis an Hochfrequenzleistung und -verstärkung (deren Größe durch den Störungsfall bestimmt wird) nicht von der Bedeutung wie die Frage, ob diese Aufgabe mit Geräten großer Leistung und selbsttätig regelbarer Verstärkung oder mit Geräten kleiner Leistung und Zwischenverstärkern gelöst werden soll.

Neuartige Wicklungen für Wechselstrommaschinen.

Von **J. Tittel,** Lübars bei Waidmannslust.

Übersicht. **Mit Hilfe eines einfachen Nutenschemas, das im Wesen dem bekannten Nutenstern entspricht[1], werden fünf neuartige Wicklungsanordnungen ermittelt. Das gleiche Nutenschema ermöglicht auch, die Wicklungsfaktoren selbst der schwierigsten Bruchlochwicklungen auf einfache Weise zu bestimmen und die Symmetrie der Phasen nachzuweisen.**

Die hohen Ansprüche, die man heute an Wechselstrommaschinen stellt, erfordern eine besondere Sorgfalt im Aufbau der Wicklung, da diese als der wichtigste Teil der Maschine für die Betriebsicherheit und den Wirkungsgrad bestimmend ist. Was die Betriebsicherheit betrifft, so ist es bereits mit den jetzt zur Verfügung stehenden Isolierstoffen und Isolierverfahren möglich, die Maschine auch für sehr hohe Spannungen vollkommen betriebsicher zu bauen. Aber auch durch eine geeignete Wicklungsanordnung wird die Betriebsicherheit der Maschine noch weiter erhöht.

I.

Von dieser Erkenntnis ausgehend, wurde für die besonders bei größeren Maschinen oft verwendeten Zweistabwicklungen eine neuartige Wicklungsanordnung geschaffen, die gegenüber der üblichen Wicklungsanordnung wesentliche Vorteile besitzt.

Abb. 1. Wicklungselement der Zweistabwicklung: Doppelschleife.

Abb. 2. Schaltbild einer Zweistab-Drehstrom-Bruchlochwicklung für 4 Pole mit 3,5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase.

Bei der üblichen Ausführung von Zweistabwicklungen als Wellenwicklung ist es unvermeidlich, daß bei Ganzlochwicklungen in jeder Phase nach dem Durchlaufen der Wicklung der erste Stab am Beginn des Stranges mit dem letzten in eine Nut zu liegen kommt. Es herrscht also zwischen diesen beiden Stäben die volle Phasenspannung. Noch ungünstiger wird es bei Bruchlochwicklungen, die heute wegen Beseitigung der sog. „Nutenharmonischen" sehr oft gewählt werden; denn dann kommen eine Anzahl Nuten vor, in denen Stäbe verschiedener Phasen liegen, so daß im ungünstigsten Fall als Spannungsdifferenz zwischen zwei Stäben in der Nut die volle verkettete Spannung auftreten kann. Nur durch eine große Zahl von Umleitungen und Leernuten ist es bestenfalls möglich, diese Spannungsdifferenz zwischen zwei Stäben in der Nut auf die halbe verkettete Spannung herabzusetzen.

[1] Vgl. R. Richter, Ankerwicklungen für Gleich- u. Wechselstrommaschinen.

Tritt nun eine durch Schaltvorgänge oder äußere Einflüsse verursachte Wanderwelle in die Wicklung, so kann im ungünstigsten Falle fast die vierfache Phasenspannung als Spannungsdifferenz zwischen den beiden Stäben auftreten. Gelingt es nun, die Wicklungsanordnung so zu treffen, daß die Spannung zwischen den zwei Stäben nur eine Windungspannung beträgt, dann ist auch der Spannungsunterschied, wenn eine Wanderwelle in die Wicklung eintritt, nur ein geringer Bruchteil der gesamten Überspannung, da ja die Wellenstirn in Maschinen stets auf etwa 20 ... 30 m Länge abgeflacht ist.

Diese Forderung, daß der Spannungsunterschied zwischen zwei Stäben in der Nut nur eine Windungspannung betragen darf, wurde durch eine Wicklungsanordnung gelöst, deren Wicklungselement eine Doppelschleife ist, wie sie in Abb. 1 dargestellt ist.

Es läßt sich nun jede Wicklung, sei es Ganzloch- oder Bruchlochwicklung, aus lauter derartigen Wicklungselementen zusammensetzen. Ein Beispiel soll am besten den Aufbau einer derartigen Wicklung zeigen. Für einen vierpoligen Drehstromgenerator mit 3,5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase soll das Wicklungsbild entworfen werden. Die Wicklung besteht also aus Dreifach- und Vierfach-Spulen. Die Verteilung der Spulen auf die drei Phasen erfolgt wie bei einer gewöhnlichen Spulenwicklung. Auf eine Polteilung entfallen 3 × 3,5 = 10,5 Nutenteilungen. Man trägt nun fortlaufend die Nuten aller vier Polteilungen in das folgende Nutenbild ein und gleichzeitig auch die Spulenseiten der drei Phasen.

Polteilung	Phase *U* →						← Phase *W* →							← Phase *V* → ←							
1	1 •		2 •		3 •		4 ×		5 ×		6 ×		7 ×		8 +		9 +		10 +		11 +
2		12 •		13 •		14 •		15 ×		16 ×		17 ×		18 +		19 +		20 +		21 +	
3	22 •		23 •		24 •		25 •		26 ×		27 ×		28 ×		29 +		30 +		31 +		32 •
4		33 •		34 •		35 •		36 ×		37 ×		38 ×		39 ×		40 +		41 +		42 +	
Ersatzbild	1 • • 22	33 • • 12	23 • • 2	13 • • 34	3 • • 24	35 • • 14	25 • × 4	15 × × 36	5 × × 26	37 × × 16	27 × × 6	17 × × 38	7 × × 28	39 × + 18	29 + + 8	19 + + 40	9 + + 30	41 + + 20	31 + + 10	21 + + 42	11 + • 32

Werden jetzt die Nuten aller vier Polteilungen derart zu einem Ersatzbild zusammengeschoben, daß man alle ungeradzahligen Nuten in die erste Reihe, alle geradzahligen Nuten in die zweite Reihe legt, so erkennt man sofort, daß sich die ganze Wicklung aus lauter Einzel-

spulen gleicher Spulenweite zusammensetzen läßt. Als Einzelspule wird nun das in Abb. 1 dargestellte Wicklungselement verwendet. Die Verbindung der Einzelspulen im Schaltbild geschieht wie bei jeder anderen Wellenwicklung.

In Abb. 2 ist das endgültige Schaltbild dargestellt. Man sieht, daß die Wicklung an der unteren Seite vollkommen gleich ist wie jede gewöhnliche Zweistab-Wellenwicklung. Die obere Seite hingegen besteht aus lauter Doppelgabeln, die man entweder durch Verlängerung der Oberstäbe in zwei Ebenen anordnen kann, oder aber man kröpft die Stabenden an der Oberseite ab und zieht die oberen Gabeln in die Ebene der unteren Gabeln zurück. Das kann sehr leicht geschehen, denn die benachbarten Gabeln sind voneinander um zwei Nutenteilungen entfernt, so daß genügend Raum zum Zurückziehen der oberen Gabeln in die Ebene der Unterstäbe vorhanden ist. Die Wicklung ist auf beiden Seiten vollkommen gleichmäßig verteilt, man erhält die geringste Induktivität der Gabelverbinder und damit auch die geringsten zusätzlichen Verluste, örtliche Erwärmungen der Schilder durch Streufelder werden vermieden und eine gleichmäßige Belüftung und Versteifung der Wicklung erreicht.

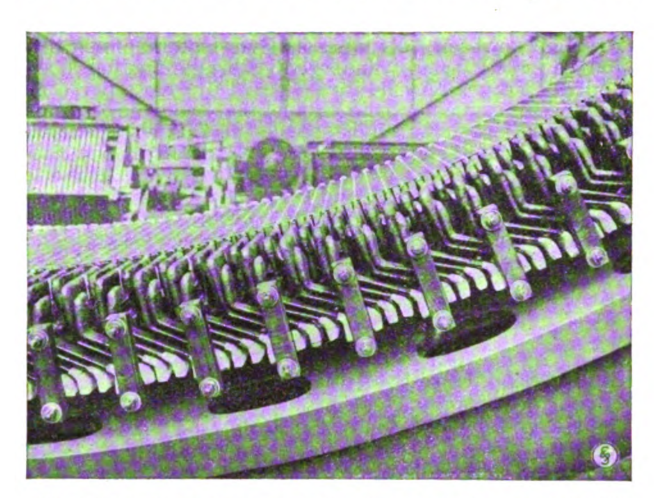


Abb. 3. Ständerwicklung eines Drehstromgenerators für 8500 kVA, 6300 V, 50 Hz, 75 U/min. Ansicht der Doppelgabelseite.

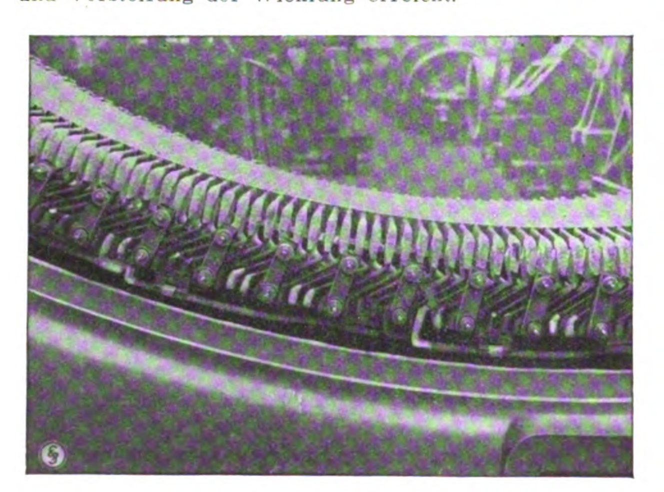


Abb. 4. Drehstromgenerator wie Abb. 3, Ansicht der anderen Seite.

Die Wicklung wurde bereits verschiedentlich ausgeführt und ist zum Patent angemeldet. In Abb. 3 und 4 sind die beiden Seiten einer derartigen Wicklung dargestellt, wie sie für die Generatoren des Kachletwerkes Rhein-Main-Donau-A. G. mit 8500 kVA, $\cos \varphi = 0{,}7$, 6300 V, 50 Hz, 75 U/min ausgeführt wurde.

II.

Ein weiterer wichtiger Faktor bei Wechselstrommaschinen ist die Form der Spannungskurve. Man trachtet immer eine rein sinusförmige Spannungskurve bei Leerlauf und Belastung der Maschine zu erreichen; denn jede Abweichung von der Sinusform bedeutet zusätzliche Verluste und eine Gefahr für die Maschine, wenn eine bestimmte Oberwelle in der Spannungskurve in gefährliche Resonanznähe zur Eigenfrequenz des Netzes kommt.

Das geeignetste Mittel zur Erreichung einer sinusförmigen Spannungskurve bei Leerlauf und Belastung ist bei allen jenen Maschinen, bei denen die Erregung nicht durch die Arbeitswicklung selbst geschaffen wird, die Wahl einer gesehnten Bruchlochwicklung; das kommt im besonderen für die mit Gleichstrom erregten Synchronmaschinen in Frage.

In manchen Fällen gelangt man aus wickeltechnischen Gründen oder auf Grund der gegebenen Spannung zu einschichtigen Bruchlochwicklungen oder Einstabwicklungen, und es entsteht nun die Frage, ob es auch möglich ist, einschichtige Wicklungen, das sind Wicklungen mit 1 Einzelspulenseite auf 1 Nut, zu sehnen. Mit Hilfe des in Abschn. I beim Entwurf der Zweistabwicklung verwendeten Nutenbildes läßt sich nun leicht zeigen, daß man auch jede einschichtige Bruchlochwicklung sehnen kann[2].

Es soll der Entwurf einer einschichtigen, gesehnten Bruchlochwicklung mit 6,5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase für einen vierpoligen Drehstromgenerator durchgeführt werden. Zuerst entwirft man das bekannte Nutenbild mit dem Ersatzbild, Abb. 5 a) und b). Aus dem Ersatzbild ersieht man sofort, daß sich die Wicklung aus lauter Einzelspulen gleicher Spulenweite zusammensetzen läßt. Jede Einzelspule besitzt eine Spulenweite von 19 Nutenteilungen. Wenn man nun die Spulenweite von 19 auf 17 Nutenteilungen verkürzt und die Lage der Spulenseiten in den ungeradzahligen Nuten beibehält, ergibt sich das Ersatzbild Abb. 5 c). Auch hier erhält man eine vollkommen symmetrische Verteilung der drei Phasen. Die Sehnung ist also $\frac{17}{19{,}5}$ Nutenteilungen.

Phase *U* →¦← Phase *W* →¦← Phase *V* →¦←

a)

Polteilung																				
1	1 •	2 •	3 •	4 •	5 •	6 •	7 •	8 ×	9 ×	10 ×	11 ×	12 ×	13 ×	14 +	15 +	16 +	17 +	18 +	19 +	20 •
2	21 •	22 •	23 •	24 •	25 •	26 •	27 ×	28 ×	29 ×	30 ×	31 ×	32 ×	33 ×	34 +	35 +	36 +	37 +	38 +	39 +	
3	40 •	41 •	42 •	43 •	44 •	45 •	46 ×	47 ×	48 ×	49 ×	50 ×	51 ×	52 ×	53 +	54 +	55 +	56 +	57 +	58 +	59 +
4	60 •	61 •	62 •	63 •	64 •	65 •	66 ×	67 ×	68 ×	69 ×	70 ×	71 ×	72 +	73 +	74 +	75 +	76 +	77 +	78 +	

b) Ersatzbild

1	21	41	61	3	23	43	63	5	25	45	65	7	27	47	67	9	29	49	69	11	31	51	71	13	33	53	73	15	35	55	75	17	37	57	77	19	39	59
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•
40	60	2	22	42	62	4	24	44	64	6	26	46	66	8	28	48	68	10	30	50	70	12	32	52	72	14	34	54	74	16	36	56	76	18	38	58	78	20

c) Ersatzbild

1	21	41	61	3	23	43	63	5	25	45	65	7	27	47	67	9	29	49	69	11	31	51	71	13	33	53	73	15	35	55	75	17	37	57	77	19	39	59
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
•	•	•	•	•	•	•	•	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•
40	60	2	22	42	62	4	24	44	64	6	26	46	66	8	28	48	68	10	30	50	70	12	32	52	72	14	34	54	74	16	36	56	76	18	38	58	78	20

Abb. 5. Nutenbild einer einschichtigen Drehstrom-Bruchlochwicklung für 4 Pole und 6,5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase.

Aus dem Ersatzbild Abb. 5 c) kann man nun das endgültige Schaltbild der gesehnten, einschichtigen Bruchlochwicklung entwerfen, das in Abb. 6 dargestellt ist.

Durch einen Vergleich der Wicklungsfaktoren bei der gewählten Bruchlochwicklung mit einer ungesehnten Ganzlochwicklung mit 6 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase erkennt man den wesentlichen Vorteil der gesehnten Bruchlochwicklung.

Ordnungszahl der Oberwelle	1	5	7	11	39
6 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase ohne Sehnung	0,995	0,197	0,1453	0.1016	0,578
6,5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase, Sehnung = $\frac{17}{19{,}5}$	0,935	0,1032	0,022	0,063	0

Bei Einphasenmaschinen, bei denen zwei Drittel der Nuten bewickelt sind, erhält man bei ungesehnten Wicklungen eine trapezförmige Ankerfelderregerkurve, damit stark ausgeprägte Oberwellen bei Belastung der Maschine und eine verzerrte Spannungskurve. Man muß deshalb in diesem Falle fast immer eine Sehnung der Wicklung vorsehen. Der Vorgang ist genau so wie bei einer Dreiphasen-



[2] D.R.P. angemeldet.

maschine, man läßt dann nur eine Phase fort. Durch das Wegfallen der dritten Phase vereinfacht sich die Anordnung der Wickelköpfe. Man teilt jede bewickelte Zone am Umfang in zwei Spulenseiten und verbindet sie über die unbewickelten Zonen hinweg zur nächsten Spulenseite. In Abb. 7 ist die gleiche Wicklung wie in Abb. 6, aber als Einphasenwicklung, dargestellt, wobei die frühere Phase U fortgelassen wurde.

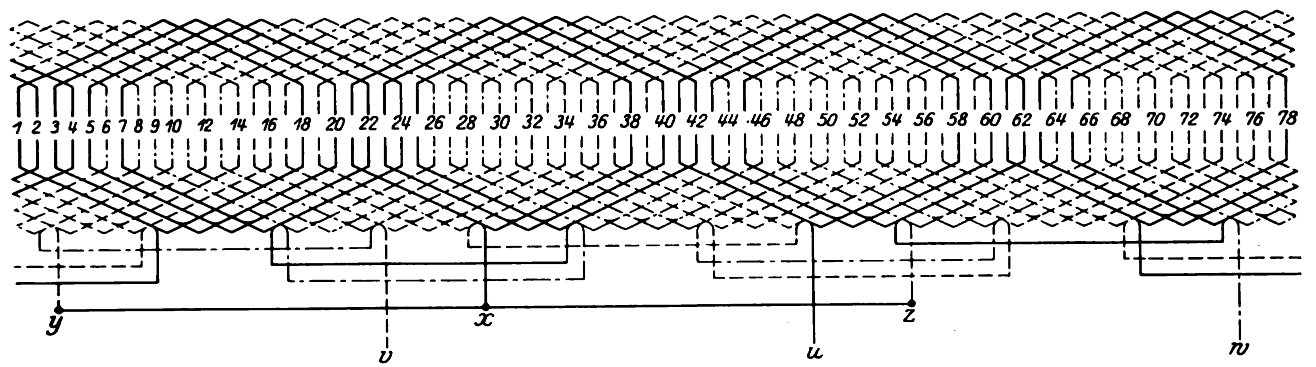


Abb. 6. Schaltbild einer gesehnten, einschichtigen Drehstrom-Bruchlochwicklung für 4 Pole und 6,5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase.

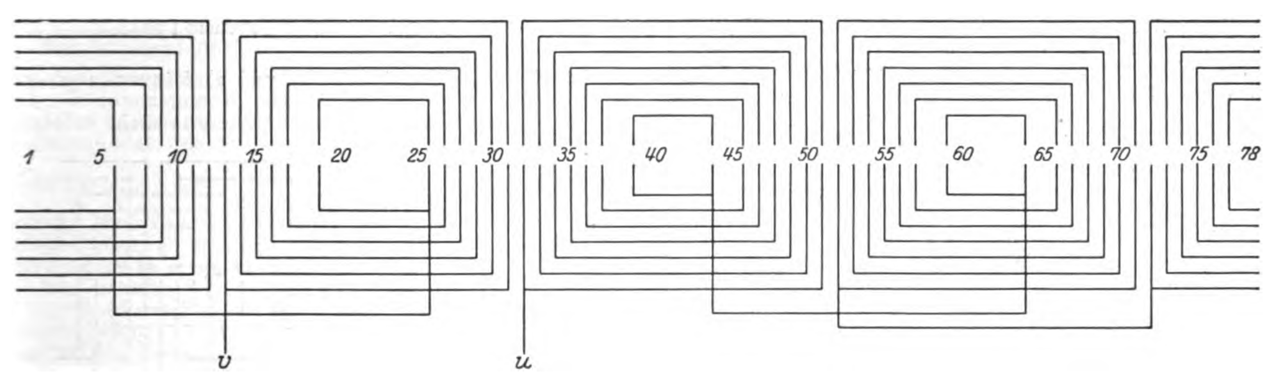


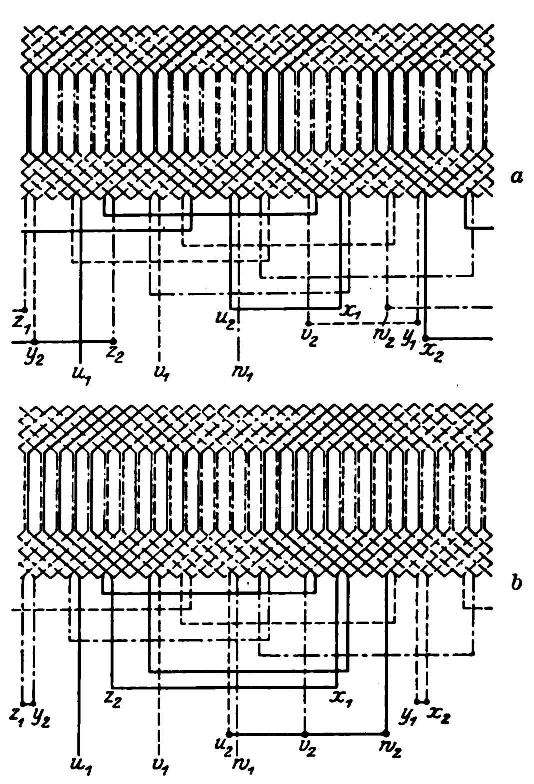
Abb. 7. Schaltbild einer gesehnten Einphasen-Bruchlochwicklung für 4 Pole und 6,5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase (bezogen auf 3 Phasen).

III.

Außer einer richtigen Wicklungsanordnung kann man auch in Fällen, wo ein und dieselbe Wicklung abwechselnd für zwei verschiedene Betriebsverhältnisse bestimmt ist, durch eine richtige Umschaltung der Wicklung in bezug auf Verluste, Spannungskurve und Betriebsicherheit die günstigsten Verhältnisse erzielen. Mitunter wird z. B. verlangt, daß eine Drehstrommaschine zeitweise an ein Netz mit 42 Hz, dann wieder an ein Netz mit 50 Hz bei gleichbleibender Spannung angeschlossen werden kann. Würde man beim Übergang vom 42 Hz-Betrieb auf 50 Hz-Betrieb an der Maschine in magnetischer oder elektrischer Hinsicht keine Änderungen vornehmen, so würde die Maschine bei 50 Hz und gleicher Spannung mit sehr geringer Sättigung arbeiten. Das hat dann große Spannungsänderungen bei Änderung der Belastung, eine ungünstige Regelung und geringere Stabilität der Maschine zur Folge. Man kann diese Nachteile durch stärkere Krümmung der Charakteristik beim Betrieb mit der höheren Periodenzahl beheben, indem man z. B. bei Synchronmaschinen mit ausgeprägten Polen den Polschaftquerschnitt verringert und dadurch eine stärkere magnetische Sättigung in den Polen erzielt. Diese Änderung erfordert aber eine längere Betriebsunterbrechung. Soll nun der Übergang auf eine andere Periodenzahl in kürzester Zeit erfolgen, dann kann dies nur durch eine Änderung oder Umschaltung der Ständerwicklung geschehen, z. B. Verringerung der Leiterzahl, Zickzackschaltung oder Dreieck-Doppelsternschaltung. Alle diese bisher bekannten Methoden haben aber gewisse Nachteile.

Die Verringerung der Leiterzahl führt bei Schleifenwicklungen zu verzerrten Ankerfeld-Erregerkurven und damit höheren Verlusten, mitunter auch zu einem unruhigen Lauf der Maschine, hervorgerufen durch die entstehenden Unterschwingungen. Die ganz gleichen Erscheinungen ergeben sich auch bei der Zickzackschaltung. Bei der Dreieck-Doppelsternschaltung treten die vorher erwähnten Nachteile nicht auf, aber die Dreieckschaltung bedingt das Auftreten der dritten Oberwelle, was bei Synchrongeneratoren mit ausgeprägten Polen besondere Maßnahmen, wie lamellierte Polschuhe, Sehnenwicklung und Dämpferwicklung erfordert. Die △/⅄⅄-Schaltung ist auch nicht bei allen Polzahlen und Nutenzahlen ausführbar.

Nach einer von den SSW zum Patent angemeldeten Wicklungsumschaltung werden die beschriebenen Nachteile, wie Wicklungsunsymmetrien oder Übergang auf Dreieckschaltung, vermieden. Es wurde von dem Gedanken ausgegangen, keine Windungen abzuschalten oder wie bei Zickzackschaltung den halben Strang einer Phase gegen den halben Strang der anderen Phase zu schalten, sondern



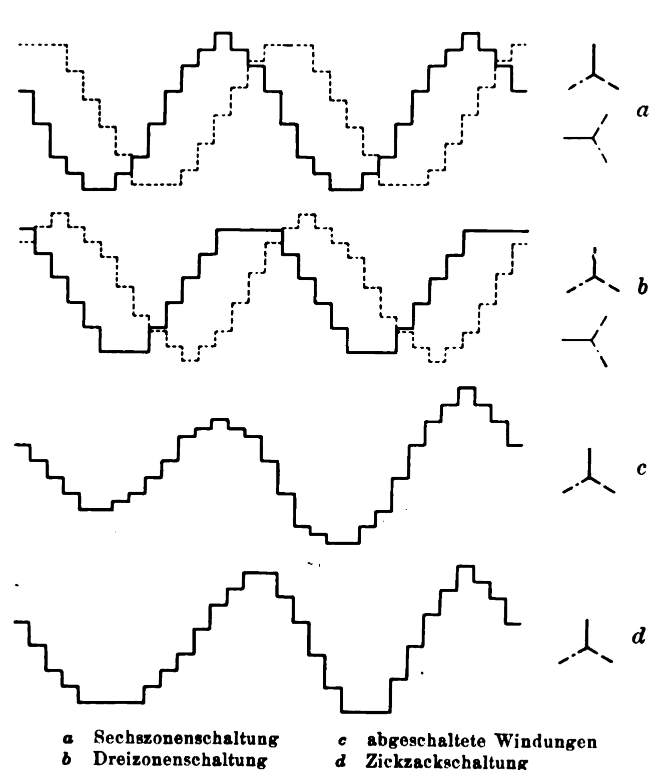
a in Sechszonenschaltung, *b* in Dreizonenschaltung

Abb. 8. Schaltbild einer zweischichtigen Bruchlochwicklung für 4 Pole mit 2,5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase.



lediglich die Wicklung derart umzuschalten, daß die Wicklungsbreite jedes Stranges verdoppelt wird. Es wird also aus der üblichen Sechszonenwicklung (6 Stränge auf 1 Polpaar) eine Dreizonenwicklung. Dadurch ändert sich der Wicklungsfaktor der Grundwelle im Verhältnis $\frac{2}{\sqrt{3}}$. Die Umschaltung ist also für alle jene Periodenzahlen geeignet, wo das Verhältnis der zwei verschiedenen Periodenzahlen dem Verhältnis $\frac{2}{\sqrt{3}}$ nahekommt, z. B. 50 auf 42 oder 60 auf 50 Hz. Die Umschaltung ist bei jeder Drehstromwicklung möglich, sei es Ganz- oder Bruchlochwicklung, Spulen- oder Stabwicklung, Einschicht- oder Zweischichtwicklung.

Am einfachsten gestaltet sich die Umschaltung bei zweischichtigen Wicklungen. Bei der Umschaltung auf die höhere Periodenzahl werden immer die oberen Schichten zweier benachbarten Zonen zu einer Zone der neuen Dreizonenwicklung zusammengefaßt. Die Lage der Zonen in der unteren Schicht ergibt sich dann zwangläufig. In Abb. 8a ist eine vierpolige Zweischichtwicklung mit 2,5 Nuten auf einen Pol und eine Phase in der üblichen Sechszonenschaltung dargestellt und darunter in Abb. 8b die umgeschaltete Wicklung für die höhere Periodenzahl in Dreizonenschaltung. Den besten Vergleich über den Wert der verschiedenen Arten der Umschaltung geben die in Abb. 9 dargestellten Ankerfelderregerkurven. Man erkennt deutlich die Überlegenheit der Umschaltung auf Dreizonenwicklung, denn die Ankerfelderregerkurve wird nach der Umschaltung auf Dreizonenwicklung genau so gut wie vorher bei der Sechszonenwicklung, während bei den beiden anderen Umschaltarten beim Betriebe mit der höheren Periodenzahl die Ankerfelderregerkurve wesentlich schlechter ausfällt.



a Sechszonenschaltung *b* Dreizonenschaltung *c* abgeschaltete Windungen *d* Zickzackschaltung

Abb. 9. Ankerfelderregerkurven der in Abb. 8 dargestellten zweischichtigen Bruchlochwicklung.

Auch bei einschichtigen Wicklungen ist die Umschaltung von Sechszonen- auf Dreizonenwicklung nicht schwierig. Soll z. B. obige Wicklung mit 2,5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase auch als einschichtige Spulenwicklung für Umschaltung vorgesehen werden, dann braucht man nur das in den vorangehenden Teilen der Arbeit verwendete Nutenbild zu entwerfen und das Ersatzbild Abb. 10 b) zu bilden. Dadurch ist die Bruchlochwicklung auf eine Ganzlochwicklung mit 5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase zurückgeführt. Man hat jetzt im Ersatzbild nur die 5 Nuten jeder Zone über 2 Zonenbreiten zu verteilen, wie es im Ersatzbild Abb. 10 c) geschehen ist, und erhält damit die Spulenanordnung für die Dreizonenschaltung. In Abb. 11 ist das Schaltbild in Sechs- und Dreizonenschaltung dargestellt.

	Phase U →					← Phase W →					← Phase V →					
Polteilung 1	1 •		2 •		3 •		4 ×		5 ×		6 +		7 +		8 •	a)
2		9 •		10 •		11 ×		12 ×		13 ×		14 +		15 +		
3	16 •		17 •		18 ×		19 ×		20 ×		21 +		22 +		23 +	
4		24 •		25 •		26 ×		27 ×		28 +		29 +		30 +		
Ersatzbild	1 • • 16	9 • • 24	17 • • 2	25 • • 10	3 • × 18	11 × × 26	19 × × 4	27 × × 12	5 × × 20	13 × + 28	21 + + 6	29 + + 14	7 + + 22	15 + + 30	23 + • 8	b)
Ersatzbild Phase U	1 •	• 24	17 •	• 10	3 •	• 26	19 •	• 12	5 •						• 8	c)
Phase V	+ 16	9 +	+ 2	25 +						+ 28	21 +	+ 14	7 +	+ 30	23 +	
Phase W					× 18	11 ×	× 4	27 ×	× 20	13 ×	× 6	29 ×	× 22	15 ×		

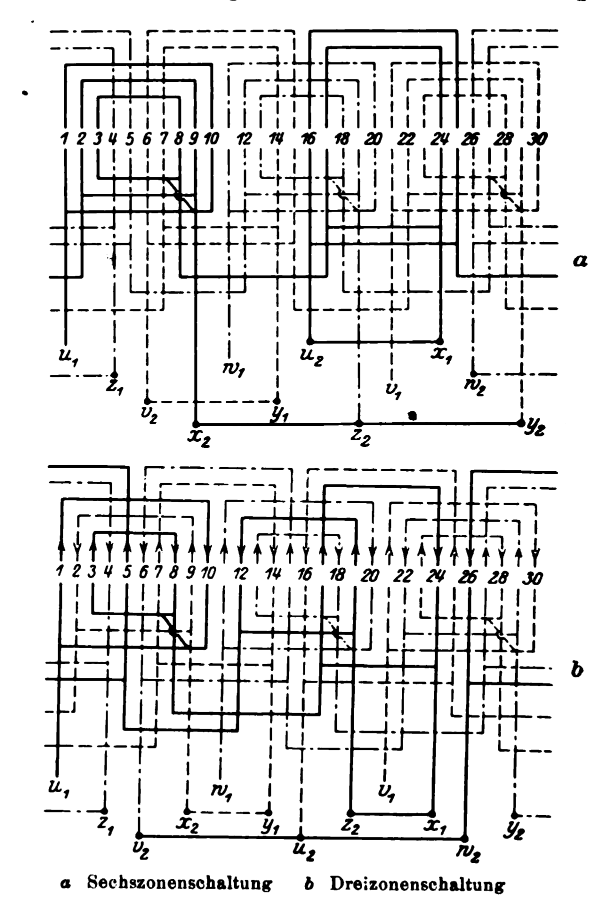
Abb. 10. Nutenbild einer 4poligen, einschichtigen Bruchlochwicklung mit 2,5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase.

Die Ersatzbilder Abb. 10 b) und c) können auch zur Ermittlung der Wicklungsfaktoren herangezogen werden. Bei Bruchlochwicklungen und besonders nach erfolgter Umschaltung wäre eine Bestimmung der Wicklungsfaktoren aus dem Schaltbild allein recht umständlich und langwierig. Bedeutet

τ die Polteilung,
z die Zonenbreite,
ϑ die Nutenteilung,
} wobei alle Werte entsprechend dem Ersatzbild in Nutenteilungen ausgedrückt werden,

s die Sehnung der Unterschicht im Ersatzbild gegenüber der Oberschicht, dann ist der Wicklungsfaktor der ν-ten Oberwelle

$$w_\nu = \sin \nu \frac{\pi}{2} \frac{s}{\tau} \cdot \frac{\sin \nu \frac{\pi}{2} \frac{z}{\tau}}{\nu \frac{\pi}{2} \frac{z}{\tau}} \cdot \frac{\nu \frac{\pi}{2} \frac{1}{\vartheta}}{\sin \nu \frac{\pi}{2} \frac{1}{\vartheta}} .$$



a Sechszonenschaltung *b* Dreizonenschaltung

Abb. 11. Schaltbild einer Einschicht-Bruchlochwicklung für eine 4polige Drehstrommaschine mit 2,5 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase.

Für die Sechszonenschaltung nach Ersatzbild Abb. 10 b) ist

$$w_1 = \sin\frac{\pi}{2}\cdot\frac{14}{15}\cdot\frac{\sin\frac{\pi}{2}\cdot\frac{5}{15}}{\frac{\pi}{2}\cdot\frac{5}{15}}\cdot\frac{\frac{\pi}{2}\cdot\frac{1}{15}}{\sin\frac{\pi}{2}\cdot\frac{1}{15}} = 0{,}95\,.$$

Für die Dreizonenschaltung nach Ersatzbild Abb. 10 c) ist

$$w_1 = \sin\frac{\pi}{2}\cdot\frac{14}{15}\cdot\frac{\sin\frac{\pi}{2}\cdot\frac{10}{15}}{\frac{\pi}{2}\cdot\frac{10}{15}}\cdot\frac{\frac{\pi}{2}\cdot\frac{2}{15}}{\sin\frac{\pi}{2}\cdot\frac{2}{15}} = 0{,}828\,.$$

Diese Umschaltung von Sechszonenwicklung auf Dreizonenwicklung oder umgekehrt kann auch noch für andere Zwecke verwendet werden. So z. B. beim Unterspannungsetzen von Netzen mit hoher Ladeleistung, da beim Umschalten auf Dreizonenwicklung die Generatoren viel höher gesättigt sind, d. h. untererregt wesentlich höher belastet werden können (rd. 20 ... 25 %).

Bei Prüfgeneratoren erreicht man durch Verwendung dieser Umschaltung eine größere Zahl von Spannungstufen bei guten Regelungsverhältnissen. Man hat dabei noch den Vorteil, daß auch bei △-Schaltung die dritte Oberwelle nicht auftritt.

Bei Selbstanlauf durch ⅄/△-Schaltung ist in der Anlaßstellung (⅄) die Sättigung der Maschine $\frac{100}{\sqrt{3}} = 58\,\%$ der normalen Sättigung. Sieht man in der Betriebstellung (△) Dreizonenwicklung vor, dann ist die Sättigung in der Anlaßstellung (⅄) nur $\frac{100}{\sqrt{3}}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = 50\,\%$ der normalen Sättigung. Man erhält also einen entsprechend geringeren Anlaßstrom, und außerdem tritt in der Δ-Schaltung die dritte Oberwelle nicht auf.

Das gleiche wie bei ⅄/△-Schaltung gilt auch bei Selbstanlauf mit Reihen-Parallelschaltung, wo durch Sechszonenwicklung bei Reihenschaltung und Dreizonenwicklung bei Parallelschaltung die Sättigung in der Anlaßstellung nur $\frac{100}{2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = 43\,\%$ beträgt.

Die Umschaltung auf Dreizonenwicklung hat gegenüber den anderen Umschaltungen auch noch den Vorteil, daß im Falle einer Erdung des in ⅄ geschalteten Generators die dritte Oberwelle nicht auftritt und die Generatorschutzeinrichtungen durch diese Oberwelle in ihrer Wirkungsweise nicht gestört werden. Hierzu sei noch erwähnt, daß man in Fällen, wo die Eigenfrequenz des Netzes in der Nähe der dritten oder fünften Oberwelle liegt, auch bei Maschinen ohne Umschaltung die Dreizonenwicklung wählen wird. Im Falle eines einphasigen oder zweiphasigen Kurzschlusses ist nämlich die Spannungskurve in der gesunden Phase bei Sechszonenwicklungen sehr stark verzerrt, und zwar enthält die Spannungskurve überwiegend die dritte und fünfte Oberwelle. Durch eine gesehnte Dreizonenwicklung ist es nun möglich, beide Oberwellen vollkommen zum Verschwinden zu bringen.

Auch bei bereits vorhandenen Maschinen ist die Umschaltung von Sechszonen- auf Dreizonenwicklung ohne weiteres möglich. Es vermehrt sich dabei die Klemmenzahl von 6 auf 12, außerdem müssen einige Schaltverbindungen zwischen den Einzelspulen geändert werden.

IV.

Bei gewöhnlichen einschichtigen Drehstromwicklungen mit einer Spulenseite auf eine Nut gehört immer eine Spule einer Phase zu einem Polpaar, so daß man aus der gesamten Anordnung der Spulen die Polzahl sofort erkennen kann. Wenn man sich aber von dieser gewohnten Annahme freimacht und bedenkt, daß nur die richtige Leiteranordnung und -verbindung für die Polzahl der Wicklung bestimmend ist, so müssen sich in gewissen Fällen bei ein und derselben Wicklung Umschaltmöglichkeiten ergeben, die für die Praxis von außerordentlicher Wichtigkeit sind. Bei Synchronmaschinen kommt es oft vor, daß bei gleichbleibender Periodenzahl eine vorhandene Maschine für eine andere Drehzahl vorgesehen werden soll. Das erforderte bisher in den meisten Fällen außer einer Änderung der Polzahl im Läufer eine vollkommene Neuwicklung des Ständers. Meist handelt es sich in solchen Fällen nur um einen Übergang auf benachbarte Polzahlen, denn eine weitere Entfernung von der alten Polzahl ist aus Festigkeitsgründen bzw. wegen Belüftungsschwierigkeiten nicht möglich. Wenn es nun gelingt, die Ständerwicklung auf eine andere Polzahl umzuschalten, dann erspart man damit eine Neuwicklung des Ständers. Aber auch bei neuen Maschinen wird man von dieser Erkenntnis Gebrauch machen. Bezüglich Form der Spannungskurve fordert man jetzt schon fast allgemein, daß diese einer Sinusform soweit als möglich nahekommt und auf jeden Fall frei von Nutenoberschwingungen ist. Das führt bei Synchronmaschinen fast immer zu Bruchlochwicklungen, wenn man nicht von der Wahl halbgeschlossener Nuten mit teueren gefädelten oder gelöteten und schwer auswechselbaren Wicklungen Gebrauch machen will. Die Bruchlochwicklung wieder ergibt eine größere Zahl verschiedenartiger Spulen, was für die Reservehaltung an Spulen recht erschwerend wird. Diesen Unannehmlichkeiten kann man in vielen Fällen aus dem Wege gehen, wenn man die neue Wicklung für die benachbarte Polzahl als Ganzlochwicklung mit lauter gleichartigen Spulen wickelt und sie dann auf die gewünschte Polzahl umschaltet[3]. Für diese ist sie dann eine Bruchlochwicklung, die außerdem noch eine gewisse Sehnung in sich birgt.

Schließlich sei noch erwähnt, daß man aus Fabrikationsrücksichten vorhandene Nutenschnitte für gebräuchliche Drehzahlen durch diese Umschaltung auch für anomale Drehzahlen (z. B. $2p = 38$) verwenden kann.

Zum Entwurf einer derartigen Wicklung kann wieder das bekannte Nutenschema herangezogen werden. Es sei z. B. eine zwölfpolige Drehstrommaschine mit 2 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase gegeben. Diese soll auf 14 Pole umgeschaltet werden. Die Nutenzahl auf 1 Pol und 1 Phase bei 14 Polen ist dann $2\cdot{}^{12}/_{14} = {}^{12}/_{7} = 1^{5}/_{7}$, auf eine Polteilung entfallen $3\cdot 1^{5}/_{7} = 5^{1}/_{7}$ Nuten.

Man bildet nun das bekannte Nutenschema über 7 Polteilungen (Abb. 12). Um die Zugehörigkeit der einzelnen Nuten zu den Spulenseiten vor Augen zu haben, zeichnet man darunter das frühere bekannte Wicklungschema der zwölfpoligen Drehstrommaschine mit 2 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase. Die Verteilung der Spulen auf die 3 Phasen bei 14 Polen erfolgt nun derart, daß man, mit der ersten Zweifachspule beginnend, diese der Phase U zuteilt. Im Nutenschema um 60° el. versetzt, liegt dann die Zweifachspule der Phase W. Sie füllt die Nuten 13, 14, 19, 20 aus. Um weitere 60° el. versetzt liegt die Zweifachspule der Phase V (25, 26, 31, 32).

Trägt man die bereits erledigten Spulen in das Ersatzbild I ein, so erkennt man deutlich, daß sich 3 Zonen

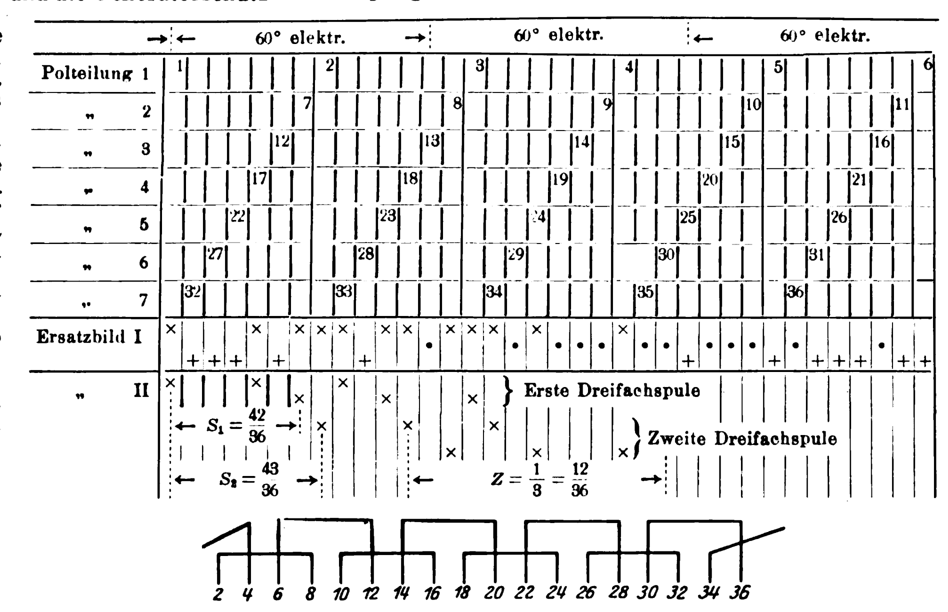


Abb. 12. Nutenschema über 7 Polteilungen mit $1^{5}/_{7}$ Nuten auf 1 Pol und 1 Phase.

---
[3] D. R. P. angemeldet.

bilden, in die man nun auf gleiche Weise die übrigen Spulen einreihen wird. Aus dem Ersatzbild I kann man schon das Wicklungsbild aufzeichnen (Abb. 13). Zu beachten ist dabei nur die richtige Verbindung der Zweifachspulen. Das läßt sich am besten durch Eintragen der 14 Polteilungen über dem Wicklungsbild erreichen. Das vollständige Ersatzbild I läßt sich nun auch zur Ermittlung der Wicklungsfaktoren verwenden. Hierzu nimmt man eine gewisse Gruppierung der Nuten einer Phase vor. Es lassen sich die 12 Nuten einer Phase in 2 Dreifachspulen zerlegen, wie es in Ersatzbild II dargestellt ist. Die beiden Dreifachspulen sind gegeneinander um $S_2 = {}^{43}/_{36}$ versetzt.

Der Wicklungsfaktor ist also

$$w_\nu = \sin \nu \frac{\pi}{2} \cdot \frac{42}{36} \cdot \sin \nu \frac{\pi}{2} \cdot \frac{43}{36} \cdot \frac{\sin \nu \frac{\pi}{2} \cdot \frac{12}{36}}{\nu \frac{\pi}{2} \cdot \frac{12}{36}} \cdot \frac{\nu \frac{\pi}{2} \cdot \frac{4}{36}}{\sin \nu \frac{\pi}{2} \cdot \frac{4}{36}}.$$

Für einige Oberwellen sind in nachstehender Tafel die Wicklungsfaktoren bei $1^5/_7$ Nuten auf 1 Pol und 1 Phase zum Vergleich mit einer gewöhnlichen Ganzlochwicklung mit 2 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase dargestellt.

Oberwelle ν	1	5	7	11	13
$1^5/_7$ Nuten auf 1 Pol und 1 Phase	0,884	0,00196	0,0247	0,159	0,154
2 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase	0,966	0,2588	0,2588	0,966	0,966

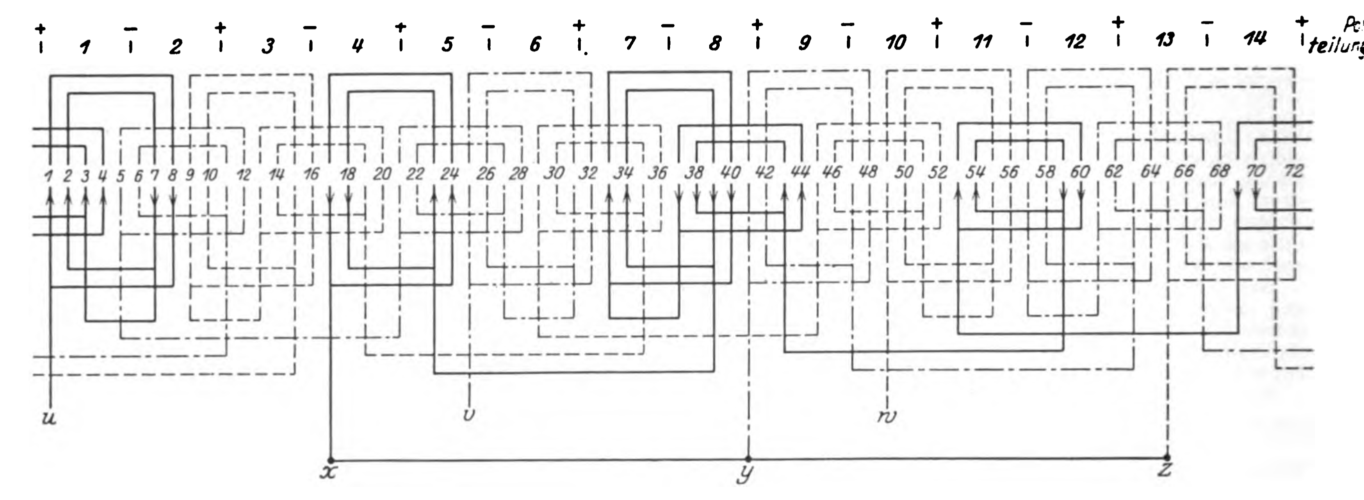


Abb. 13. Schaltbild einer einschichtigen, 14poligen Drehstrom-Bruchlochwicklung mit $1^5/_7$ Nuten auf 1 Pol und 1 Phase, mit nur gleichartigen Zweifachspulen.

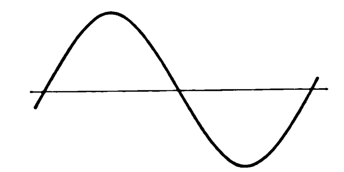


Abb. 14. Spannungskurve einer 10poligen Drehstrom-Bruchlochwicklung mit $2^2/_5$-Nuten auf 1 Pol und 1 Phase.

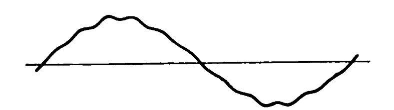


Abb. 16. Spannungskurve einer 10poligen Drehstrom-Ganzlochwicklung mit 2 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase.

In Abb. 14 ist die Spannungskurve einer derartig umgeschalteten Wicklung für 10 Pole und $2^2/_5$ Nuten auf 1 Pol und 1 Phase von einer ausgeführten Maschine oszillographiert worden. Das zugehörige Schaltbild ist in Abb. 15 dargestellt. Zum Vergleich ist in Abb. 16 die Spannungskurve einer Maschine mit praktisch gleichen Verhältnissen, aber mit 2 Nuten auf 1 Pol und 1 Phase, aufgenommen. Man erkennt darin deutlich die ausgeprägten Nutenoberschwingungen erster Art (11. und 13. Oberwelle).

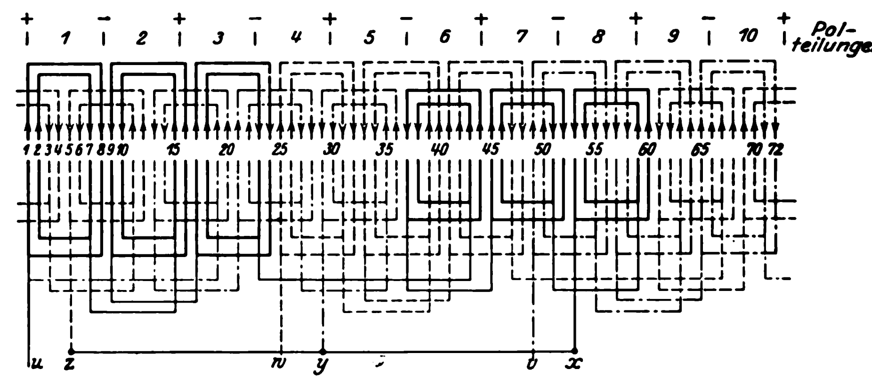


Abb. 15. Schaltbild einer einschichtigen, 10poligen Drehstrom-Bruchlochwicklung mit $2^2/_5$ Nuten auf 1 Pol und 1 Phase und nur gleichartigen Zweifachspulen.

Es ist selbstverständlich auch möglich, nicht nur von einer Ganzloch- auf eine Bruchlochwicklung sondern auch von einer einfachen Bruchlochwicklung auf eine feinere

Polteilung											
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
3	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
4	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
5	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Ersatzbild I	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • × ×	× × × × ×	× × × × ×	× × × × ×	× + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + − −
II	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • × ×	× × × × ×	× × × × ×	× × × × ×	× + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + +
III Oberschicht	• • • • •	• • • • •	• × • × •	× • × × ×	• × × × ×	× × × × +	× + × + ×	+ + + + +	+ + + + +	+ + • + •	+ • + •
III Unterschicht	• • • • •	• • • × ×	× × × × •	× • × × ×	+ × + × +	× + + + +	+ × + • +	+ + + • +	• + • + •	• • • • •	• • • •

← S₁ → ← ϑ →; ← Z →; ← S₂ →

Abb. 17. Nutenschema über 5 Polteilungen mit $3^3/_5$ Nuten auf 1 Pol und 1 Phase.

umzuschalten. Der Vorgang ist dabei der gleiche wie bei der Ganzlochwicklung.

V.

Die im Abschnitt III durchgeführte Sehnung von einschichtigen Bruchlochwicklungen läßt sofort den Gedanken aufkommen, ob es nicht möglich sei, bei einer zweischichtigen Bruchlochwicklung eine doppelte Sehnung auszuführen. In gewissen Fällen ist tatsächlich eine doppelte Sehnung, d. h. die Unterdrückung der fünften und siebenten Oberwelle, möglich. Wenn nämlich die Zahl der Nuten auf 1 Pol und 1 Phase, in einen unechten Bruch verwandelt, im Zähler eine gerade Zahl ergibt, oder bei einer Ganzlochwicklung die Nutenzahl auf 1 Pol und 1 Phase gerade ist (bei Einphasenmaschinen auch bei ungerader Zahl), dann ist eine doppelte Sehnung ausführbar[4]. Es soll z. B. eine zehnpolige Dreiphasenmaschine mit $3^3/_5$ Nuten auf 1 Pol und 1 Phase mit doppelter Sehnung ausgeführt werden.

Man entwirft wie früher das bekannte Nutenschema über 5 Polteilungen (Abb. 17), es entfallen auf 1 Polteilung $3 \cdot 3^3/_5 = 10^4/_5$ Nuten. Zieht man wieder die 5 Polteilungen zu einer Ersatzpolteilung zusammen und teilt diese in 3 gleiche Zonen, so entfallen auf jede Phase $^{54}/_3 = 18$ Nuten. Die eingezeichneten Nuteninhalte im Ersatzbild I seien die Oberschicht in der Nut, also z. B. alle linken Spulenseiten der Einzelspulen. Die rechten Spulenseiten (Unterschicht) sind entsprechend einer Sehnung $\frac{9}{10^4/_5} \approx \frac{4}{5}$ um 9 Nutenteilungen von den linken Spulenseiten entfernt (nicht angezeichnet). Dies wäre also die erste Sehnung zur Unterdrückung der fünften Oberwelle. Die zweite Sehnung zur Unterdrückung der siebenten Oberwelle besteht darin, daß man auch noch die Zone jeder Phase sehnen kann. Man teilt gemäß Ersatzbild II die Oberschicht jeder Zone in 2 Schichten und sehnt die zweite Schicht gegenüber der ersten Schicht im Verhältnis $^{47}/_{54} \approx {}^6/_7$. Die zweite Sehnung zeigt Ersatzbild III.

Aus dem Ersatzbild III kann man nun sofort das eigentliche Schaltbild entwerfen. Die eine Wicklungsseite ist in Abb. 18 dargestellt.

Das Ersatzbild III dient auch gleichzeitig zur Ermittlung der Wicklungsfaktoren.

Es ist

$$w_\nu = \sin \nu \frac{\pi}{2} \frac{s_1}{\tau} \sin \nu \frac{\pi}{2} \frac{s_2}{\tau} \frac{\sin \nu \frac{\pi}{2} \frac{z_1}{\tau}}{\nu \frac{\pi}{2} \frac{z}{\tau}} \frac{\nu \frac{\pi}{2} \frac{\vartheta}{\tau}}{\sin \nu \frac{\pi}{2} \frac{\vartheta}{\tau}} .$$

Für die Grundwelle ist

$$w_1 = \sin \frac{\pi}{2} \cdot \frac{45}{54} \cdot \sin \frac{\pi}{2} \cdot \frac{47}{54} \cdot \frac{\sin \frac{\pi}{2} \cdot \frac{9}{27}}{\frac{\pi}{2} \cdot \frac{9}{27}} \cdot \frac{\frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{27}}{\sin \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{27}} .$$

Zum Vergleich sind in Zahlentafel 1 die Wicklungsfaktoren bei ungesehnter, bei einfacher und doppelter Sehnung zusammengestellt.

[4] D.R.P. angemeldet.

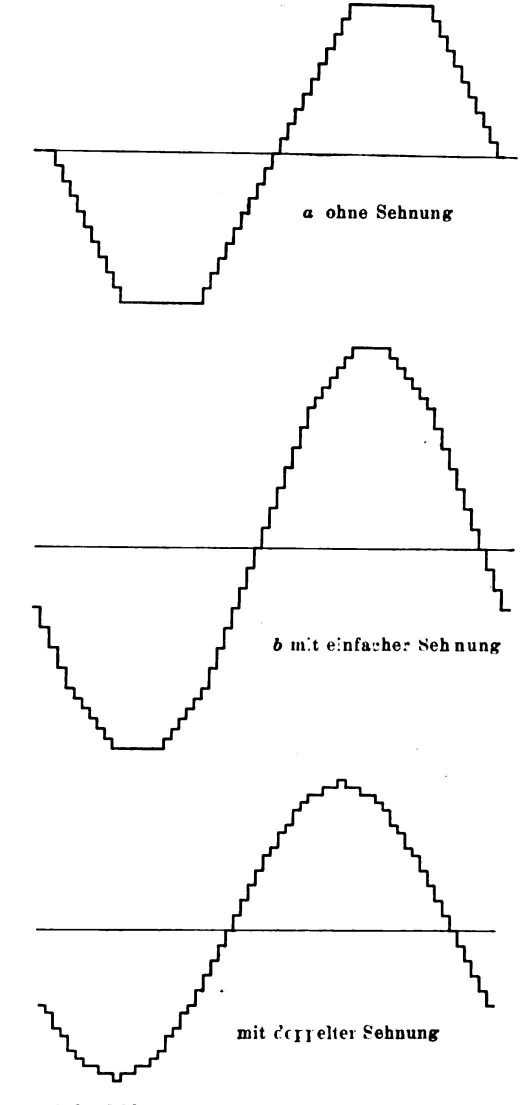


Abb. 20. Ankerfelderregerkurven eines Einphasen-Turbogenerators mit $^2/_3$ bewickelten Nuten.

Zahlentafel 1.

Sehnung	1	3	5	7	9	11
ungesehnt . .	0,955	0,634	0,1895	0,134	0,207	0,0838
einfach	0,923	0,45	0,0497	0,0355	0,1515	0,085
doppelt	0,903	0,368	0,0263	0,00506	0,0406	0,056

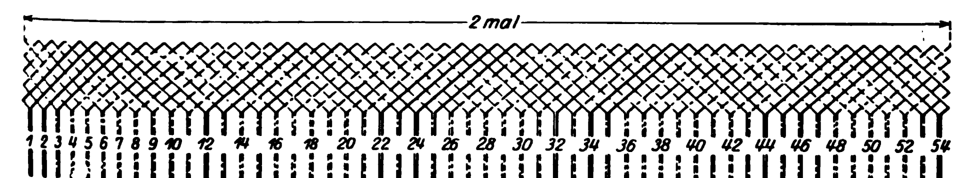


Abb. 18. Schaltbild einer doppeltgesehnten, zweischichtigen Drehstrom-Bruchlochwicklung für 10 Pole mit $3^3/_5$ Nuten auf 1 Pol und 1 Phase.

Durch Weglassen einer Phase erhält man das Schaltbild einer Einphasenmaschine mit $^2/_3$-Bewicklung.

Im allgemeinen wird man sich mit einer einfachen Sehnung zufriedengeben, aber es tritt mitunter der Fall ein, daß bei gewissen Netzverhältnissen irgendeine der Oberwellen zu Resonanzerscheinungen führt, dann hat man

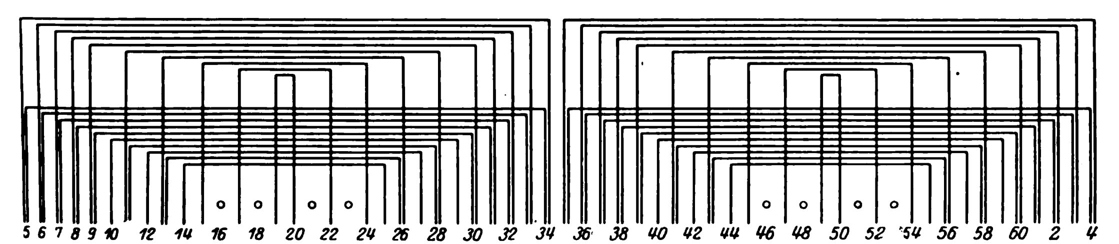


Abb. 19. Schaltbild einer doppeltgesehnten Einphasenwicklung eines zweipoligen Turbogenerators mit 60 Nuten.

in der doppelten Sehnung, die durch Umschaltung in der Ständerwicklung auch an fertigen Maschinen erreicht werden kann, ein einfaches Mittel, die Resonanzerscheinungen zu schwächen bzw. zu beseitigen. Auch für den Fall eines ein- oder zweipoligen Kurzschlusses wird man mit Erfolg das gleiche Mittel anwenden, um unangenehme Nebenerscheinungen von den Generatorschutzeinrichtungen fernzuhalten.

Ein wichtiges Anwendungsgebiet dieser Wicklungsart ist die Asynchronmaschine, bei der man fast immer Ganzlochwicklungen mit starker Sehnung wählt. Von größter Wichtigkeit ist diese Wicklung mit doppelter Sehnung für Einphasenmaschinen und hier im besonderen für Turbogeneratoren. Nachstehend ist eine doppelt gesehnte Einphasenwicklung eines zweipoligen Turbogenerators mit 60 Nuten ausgeführt, die genau wie im ersten Beispiele ermittelt wurde. Abb. 19 zeigt die obere Seite des Schaltbildes. In Abb. 20a, b, c sind die Ankerfelderregerkurven ohne Sehnung, mit einfacher Sehnung und mit doppelter Sehnung dargestellt. Die Wicklungsfaktoren für die gleichen Verhältnisse sind in Zahlentafel 2 zusammengefaßt.

Zahlentafel 2.

Sehnung	1	3	5	7	9
ungesehnt	0,828	0	0,167	0,121	0
einfach	0,788	0	0	0,0711	0
doppelt	0,762	0	0	0,0197	0

Durch die doppelte Sehnung hat man das Äußerste bezüglich guter Spannungskurve erreicht, denn es werden die 3., 5., 7., 9. Oberwelle praktisch Null.

Die Einordnung der tschechoslowakischen Elektrizitätswirtschaft in den Plan einer mitteleuropäischen Kraftwirtschaft*.

Von **Gustav W. Meyer**, Bodenbach a. Elbe.

Übersicht. Es werden die Möglichkeiten der Ausfuhr elektrischer Arbeit aus der Tschechoslowakei bzw. eines Energieaustausches mit dieser im Sinne einer mitteleuropäischen einheitlichen und planmäßigen Kraftwirtschaft untersucht und deren Bedingungen und Aussichten vom technischen und wirtschaftlichen Standpunkt aus, und zwar günstig, beurteilt.

Wie die Entwicklung deutlich zeigt, ist ein mitteleuropäischer Energieblock im Entstehen. Bereits heute sind Koppelungsleitungen zwischen Deutschland einerseits und der Schweiz bzw. Österreich anderseits vorhanden, durch die ein gegenseitiger Energieaustausch zwischen diesen Staaten gewährleistet wird.

Die tschechoslowakische Kraftwirtschaft hat an dieses in Bildung begriffene mitteleuropäische internationale Elektrizitätsnetz bisher noch keinen Anschluß gefunden, obwohl gerade die letzte Zeit die Notwendigkeit eines solchen erwiesen hat, um so auch bei einem zeitweiligen Versagen der inländischen Belieferung mit Elektrizität bzw. Kohle infolge Streiks u. dgl. noch eine ausgiebige Versorgung lebenswichtiger Betriebe mit Energie unter allen Umständen sicherzustellen. Betrachten wir ferner die zentrale Lage der Tschechoslowakei im Herzen Mitteleuropas und die kurzen Entfernungen, die für die Koppelung an dieses mitteleuropäische Elektrizitätsnetz in Betracht kommen, so erkennt man leicht die überaus günstigen Bedingungen für einen solchen Energieaustausch mit der Tschechoslowakei. Wie aus Abb. 1 meines früheren Aufsatzes in ETZ 1927, S. 1329, hervorgeht, arbeiten die Überland-Dampfkraftwerke der Tschechoslowakei zumeist in den nächst der Staatsgrenze liegenden reichen und noch keine Zeichen beginnender Erschöpfung zeigenden Kohlenrevieren. Schon daraus ergeben sich für den Elektrizitätsexport günstige Lieferverhältnisse, da bei den kurzen Koppelungsleitungen deren Anlagekosten sowie die Übertragungsverluste nur gering ausfallen werden.

Es ist klar, daß für den Elektrizitätsexport eines Landes nur jene Mengen in Betracht kommen können, welche von ihm leicht entbehrt werden können. Der Strom darf ferner an das Ausland nicht billiger abgegeben werden als an das Inland, weil dies sonst einer Unterstützung der Auslandsindustrie auf Kosten der einheimischen gleichkäme. Durch den Export von im Inland nicht verwertbarer Abfallenergie muß vielmehr gleichzeitig eine Verbilligung der Stromversorgung des Inlandes ermöglicht werden, was ja die bisherigen praktischen Erfahrungen mit der Ausfuhr elektrischer Arbeit im Ausland auch bestätigt haben.

Werden nun die für die Tschechoslowakei in Betracht kommenden Verhältnisse für den Energieexport näher untersucht, so ergibt sich folgende Sachlage: Als durchschnittliche Benutzungsdauer der 418 öffentlichen Elektrizitätswerke erhält man bei Zugrundelegen einer gesamten installierten Leistung von rd. 0,8 Mill. kW und einer Jahreserzeugung von 1,2 Milliarden kWh nur etwa 1500 h. Um einige einzelne Werte herauszugreifen, so beträgt die Benutzungsdauer für die gemeinnützigen Werke zusammen im Mittel sogar nur 1105 h, für das Netz der Westmährischen Elektrizitäts-A. G. 1880 h und für das der Nordböhmischen Elektrizitätswerke A. G. 3060 h. Diese gegenüber den Verhältnissen im benachbarten Ausland überaus niedrigen Zahlen lassen also ohne weiteres erkennen, daß die Maschinenleistungen der tschechoslowakischen Elektrizitätswerke im allgemeinen nur wenig ausgenutzt sind (Ausnahmen bestätigen nur die Regel) und beträchtliche Energiemengen für die Ausfuhr abgeben könnten. Das ließe sich schon durch Erhöhung der Benutzungsdauer erreichen, so daß für diesen Zweck beträchtliche Neuinvestitionen in der Mehrheit der Fälle nicht einmal erforderlich wären. Betrachten wir z. B. die für das neue Wasserkraftwerk der Stadt Kaaden in Betracht kommenden Verhältnisse. Das Werk könnte jährlich 45 Mill. kWh erzeugen, während es in Wirklichkeit gegenwärtig nur rd. 15 Mill. kWh absetzt. Dabei muß in nächster Nähe jenseits der Grenze den Ortschaften des sächsischen Erzgebirges und seiner regen Heimindustrie teuerer Braunkohlenstrom von weit her zugeführt werden. Günstig für den Export bzw. Austausch elektrischer Arbeit liegt auch das im Bau befindliche Wasserkraftwerk Schreckenstein a. Elbe[1] mit einer voraussichtlichen Maschinenleistung von 18 400 kW und einer Jahresarbeit von rd. 106 Mill. kWh.

Würde durch verbesserte Ausnutzung die Benutzungsdauer der tschechoslowakischen Elektrizitätswerke nur auf das Doppelte der bisherigen erhöht (was erst einer Steigerung des durchschnittlichen Belastungsfaktors von 17,2 auf 34,4 % gleichkäme), so entspräche dies einer Mehrerzeugung von 1,2 Milliarden kWh. Nach reichlich bemessenem Abzug der in Leitungen und Umspannwerken entstehenden Verluste sowie des sonstigen Eigenverbrauchs der Anlagen würden immer noch mindestens 1 Milliarde kWh für den Export zur Verfügung stehen, ohne daß deswegen (wenn man von den neu zu errichtenden Umspann- und Schaltwerken sowie Hochvolt-Koppelungsleitungen absieht) größere Neuinvestitionen für maschinelle Anlagen notwendig wären. Für die Mehrerzeugung kämen allerdings hauptsächlich nur die in den Grenzgebieten und Kohlenrevieren liegenden neuzeitlichen Wärmekraftwerke in Betracht.

Unter Annahme eines thermischen Gesamtwirkungsgrades von 21,5 % mit Benutzung letzter technischer Fortschritte und sparsamster Wärmewirtschaft bei Verfeuerung geringwertiger Braunkohle, die z. B. im Falkenauer und Brüxer Kohlenrevier reichlich zur Verfügung steht, könnte man, wie ich an anderer Stelle ausgeführt habe, mit Kohlenkosten bei den hier bestehenden Verhältnissen von 0,10 ... 0,12 Kč/kWh rechnen. Dazu kommen allerdings noch die Kosten für Beschaffung des Kessel-

* G. W. Meyer, Die Entwicklung der tschechoslowakischen Elektrizitätswirtschaft. ETZ 1927, S. 1328. — Über die Möglichkeiten des Exportes elektrischer Arbeit aus der Tschechoslowakei. Trua Bd. 9, S. 181. — Stand der Wasserkraftnutzung in der Tschechoslowakei. Wasserkraft-Jahrbuch. München 1927/28, S. 63. — Das Wasserkraftwerk Schreckenstein a. Elbe bei Aussig. 4. Fachheft über „Wasserkraftnutzung" der Trua (Nr. 13, Bd. 10). — Berichterstattung der Weltkraftkonferenz, Sondertagung Basel, 1926. Emil Birkhäuser & Cie., Basel 1927. Bd. I, S. 995, 1154. — R. Czepek, Elektrizitätswirtschaft. HDI-Mitt. 1927, H. 2. — F. Niethammer, Fortschritte im Bau elektrischer Maschinen und Anlagen. HDI-Mitt. 1927, S. 169; vgl. auch Vorträge der VI. Ingenieurtagung. Prag 1927. Bd. 3 der Sammlung „Wissenschaft und Wirtschaft", Brünn. — F. Schweyer, Aufgaben und Ziele der zwischenstaatlichen Energiewirtschaft. Wasserkraft-Jahrbuch. München 1927/28, S. 93. — H. Trümpy, Rechtliche Fragen des Austausches elektrischer Energie. Wasserkraft-Jahrbuch. München 1927/28, S. 102.

[1] ETZ 1928, S. 629.

speise- und Kühlwassers, der Schmierung und Wartung sowie die Ausgaben für Zinsen und Abschreibung. Rechnen wir daher mit einem Selbstkostenpreis der erzeugten Kilowattstunde an den Sammelschienen der Großkraftwerke von ungefähr 0,14 Kč, so könnte Überschußstrom für die Ausfuhr zum Durchschnittspreis von etwa 0,20 Kč/kWh (bei entsprechender Staffelung der Strompreise) noch mit Vorteil abgegeben werden.

Wenn die Schweiz ihre Wasserenergie zum Durchschnittspreis von 2,3 Rappen/kWh an das Ausland verkauft, so erscheint demgegenüber ein Mindestpreis von durchschnittlich 0,20 Kč/kWh (= 2,46 Pf) beim tschechoslowakischen Elektrizitätsexport durchaus wohlfeil, handelt es sich doch in diesem Fall um Braunkohlenstrom, der als hochwertige Spitzenenergie das ganze Jahr hindurch zur Verfügung steht. Bei der Schweiz ist es umgekehrt, dort steht die Höchstleistung der Wasserkraft für die Ausfuhr gerade in der flauen Sommerzeit zur Verfügung, während im Winter wegen der dann einsetzenden Wasserklemme nur wenig oder gar keine Energie für den Export zu haben ist.

Durch die Ausfuhr elektrischer Arbeit im Betrage von rd. 1 Milliarde kWh im Jahr, die bei einem Durchschnittspreis von 0,20 Kč/kWh also einen Verkaufswert von insgesamt 200 Mill. Kč (= 24,6 Mill. RM) besitzt, könnte eine neue Einnahmequelle für die Tschechoslowakei geschaffen werden, ein Äquivalent für den Einnahmeausfall durch Minderung des Exports von Rohzucker sowie von Braunkohle (infolge Abbaus der mitteldeutschen Braunkohlenvorkommen). Durch die Koppelungsleitungen wäre natürlich auch ein Transport elektrischer Energie in umgekehrter Richtung möglich; dem Auftreten zeitweiser Energieknappheit in der Tschechoslowakei könnte so auf dem gleichen Wege erfolgreich begegnet werden. Für einen solchen gegenseitigen Energieaustausch bestehen somit infolge der zentralen Lage der Tschechoslowakei in Mitteleuropa die günstigsten Voraussetzungen.

Wirtschaftliche Verbundarbeit zwischen den hier bestehenden Wasser- und Dampfkraftwerken gebietet die Errichtung von Landessammelschienen sowohl in Nordböhmen als auch in Mähren und čsl. Schlesien. Beide würden durch kurze Koppelungsleitungen im Westen, Norden und Süden Anschluß an das schon bestehende bzw. im Werden begriffene mitteleuropäische Hochspannungsnetz erhalten und so die in nächster Nähe gelegenen großen Verbrauchszentren auf das wirtschaftlichste versorgen helfen. Damit würde einem gegenseitigen Energieaustausch im Sinne rationeller internationaler Kraftwirtschaft im Herzen Mitteleuropas freie Bahn geschaffen. Notwendige Voraussetzung dafür wäre allerdings, daß dieser Entwicklung keine Hindernisse durch Gesetzgebung oder Verwaltung in Form von Ausfuhr- oder Einfuhrverboten, Zöllen oder sonstigen Abgaben in den Weg gelegt werden. Die Beschlüsse des Völkerbundes und seine wohlwollende Stellungnahme zu den Problemen des Durchgangsverkehrs elektrischer Arbeit und des gemeinsamen Ausbaus von Wasserkräften durch mehrere Staaten[2] lassen diese Erwartung vielleicht nicht ganz ungerechtfertigt erscheinen.

[2] Vgl. Die Wasserkraft Bd. 19, S. 188.

---

125 Jahre elektrisches Glühlicht.

Von Ing. **B. Duschnitz,** Berlin-Friedenau.

Vor 125 Jahren, im Jahre 1802, erkannte der englische Physiker und Chemiker Humphry Davy, daß sich ein dünner Platindraht mittels einer Anzahl galvanischer Elemente zum Glühen bringen läßt. Diese Entdeckung Davys blieb bis heute, nach 125 Jahren, die Grundlage der elektrischen Glühlichterzeugung. Es mag dahingestellt bleiben, inwieweit der dünne, luftbeständige, schwerschmelzbare, elektrisch zur Glut gebrachte Platindraht als Glühlampe dienen konnte und diente; Tatsache ist, daß derselbe zufolge seiner Glut Licht ausstrahlte und daher als Glühlampe wirkte. Aus der Tatsache allein, daß Davy Platindraht als Glühkörper wählte, läßt sich entnehmen, daß ihm die Erkenntnis nicht fehlte. Er nahm wohl Platindraht erstens darum, weil er hierdurch einen dünnen und langen Stromleiter von hohem elektrischen Widerstand erhielt, der aus seiner Batterie verhältnismäßig wenig Energie entnahm; und zweitens aus dem Grunde, weil er wahrnahm, daß sich Platin auf erhebliche Temperatur bringen läßt, ohne zu schmelzen; und schließlich auch zufolge der Erkenntnis, daß der glühende Platindraht luftbeständig ist und bei Luftzutritt nicht verbrennt. Waren so die Grundlagen der Erzeugung elektrischen Glühlichts durch Davy geschaffen, so darf es in diesem Zusammenhange nicht unerwähnt bleiben, daß Davy auch fernerhin den Gedanken der Erzeugung künstlichen Lichtes auf elektrischem Wege verfolgte, indem er im Jahre 1812 mit einer Batterie von 2000 Voltaelementen einen elektrischen Lichtbogen zwischen den Spitzen seiner Holzkohlenstäbchen erzeugte. Dadurch wurde Davy zum Vater des elektrischen Glüh- und Bogenlichts.

In den vierziger Jahren des neunzehnten Jahrhunderts setzte dann die Weiterentwicklung des Davyschen Glühlichts ein, nachdem der Belgier Jobart im Jahre 1838 erfolglose Versuche mit im luftverdünnten Raume glühenden Kohlestäbchen unternommen hatte. Jobart erkannte also, daß Kohle glühbeständig ist, wenn sie von der Außenluft abgeschlossen wird. Im Jahre 1840 stellte dann William Grove, Professor in London, eine elektrische Glühlampe mit einem Glühkörper her, der aus einer Platindrahtspirale bestand, und im Jahre 1841 eine ebensolche de Moleyn. In diesen Lampen können die Anfänge der heutigen Wendeldraht-Metall-Glühlampen erblickt werden. Einen weiteren Schritt in der elektrischen Glühlichterzeugung überhaupt bildet dann die Lampe von J. W. Starr in Cincinnati vom Jahre 1845, bei welcher ein Kohlenbrenner im luftleeren Raume zur Verwendung kam, während der genannte Jobart um diese Zeit einen Fortschritt durch die Verwendung des schwerer als Platin schmelzbaren Platiniridiums als Glühkörper anstrebte. Den weiteren Fortschritt in der Verwendung stark erhitzbarer Leuchtkörper leitete Heinrich Göbel aus Springe bei Hannover ein, der nach Amerika auswanderte und in den späteren Prozessen nachwies, daß er bereits im Jahre 1854 Vakuumglühlampen mit dünnen Kohlefäden erzeugte[1]. Mit der Verbesserung des Glühlichts befaßten sich dann viele andere, darunter auch Thomas Alva Edison in Menlo-Park und William Edward Sawyer mit Alban Man in New York.

Die ersten wirklich praktisch brauchbaren Kohlefadenglühlampen erzeugte Edison im Jahre 1879, und von da an begann die Glühlampenfabrikation sich überhaupt erst zu entfalten. Die zunächst aus Pflanzenfasern und Papier erzeugten Kohlefäden wurden durch solche verdrängt, die aus breiartigen oder zähflüssigen organischen Massen hergestellt wurden. Hervorzuheben ist hierbei das Verfahren von Joseph Wilson Swan aus dem Jahre 1880, wonach aus einer Lösung von Nitrozellulose in Eisessig ausgegangen wurde, und das Verfahren von Wynne und Powell aus dem Jahre 1884, wobei als Ausgangsmaterial eine Auflösung von Baumwolle in Chlorzinksirup diente. Bei diesen Verfahren, die vervollkommnet auch heute noch zur Herstellung von Kohlefäden verwendet werden, wird die zähflüssige Masse aus der Düse eines mit ihr gefüllten Preßzylinders herausgespritzt, zum Erstarren gebracht, getrocknet, unter Luftausschluß verkohlt und geglüht. Da es sich zeigte, daß die so erhaltenen Kohlefäden ungleichmäßig waren, wurden sie noch einer Nachbehandlung unterworfen, dem sogenannten Präparieren. Dieses bedeutende Verfahren, durch welches man in die Lage versetzt war, sehr gleichmäßige Kohlefäden herzustellen, stammt von den genannten Sawyer und Man. Es besteht darin, daß auf den in eine Atmosphäre von Kohlenwasserstoffdämpfen oder Gasen (z. B. Benzindampf) hineingebrachten und mittels hindurchgesandten elektrischen Stromes glühend gemachten Kohlefäden Kohlenstoff von graphitartiger Beschaffenheit niedergeschlagen wird. Hierbei wird der größte Niederschlag an denjenigen Stellen des Kohlefadens erzielt, die am hellsten glühen, und das sind gerade die dünnsten, schwächsten Stellen des Fadens. So wird der Querschnitt schließlich überall gleichmäßig, und ein zwischengeschaltetes Meßinstrument überwacht das Aufpräparieren. Beim Eintritt einer gewissen Stromstärke wird dann der Strom selbsttätig ausgeschaltet und der Faden hat eine hohe Gleichmäßigkeit, er ist fertig präpariert. Durch die Anwendung dieses sinnreichen Verfahrens und durch die Vervollkommnung auch der übrigen Herstellungstufen wurden schließlich im Laufe der

[1] ETZ 1923 S. 1031.



Jahre Kohlefäden gewonnen, die in die Glasglocke eingebaut bei 1000 Brennstunden etwa 3,5 W/HK verbrauchten. Das Einbauen der Fäden und die Fertigstellung der Lampen erfolgte nach und nach in der Weise, daß der Kohlefaden mit seinen Enden an die Stromzuführungsdrähte des tellerförmig ausgebildeten Glasfußes angekittet, letzterer mit dem vorbereiteten Hals des Glasballons verschmolzen und der Ballon mittels eines angesetzten Pumpröhrchens dann ausgepumpt wurde, seit 1893 zumeist unter Zuhilfenahme des Phosphor-Feinevakuierverfahrens von Arturo Malignani. Schließlich wurde der Pumpstengel abgeschmolzen, der Ballon also luftdicht verschlossen. Sodann wurde die Lichtstärke gemessen, die Lampe mit einem Sockel nach Edison, Swan usw. versehen und an diesen die aus dem Glasfuß herausragenden Stromzuführungsdrähte angelötet. Das ist in groben Zügen der Herstellungsgang der Kohlefadenglühlampen, wie er auch heute noch geübt wird; er blieb als Vorlage auch für die späteren und heutigen Metallglühlampen.

Während der ganzen Entwicklung der Kohlefadenlampen ließ man es jedoch nicht unversucht, geeignete Glühkörper aus Metall ausfindig zu machen. In der britischen Patentschrift Nr. 2410 vom Jahre 1875 tauchte das Platin als Leuchtkörper wieder auf. Dort verwendet F. M. A. Chauvin einen feinen Platindraht in Spiralform zur Herstellung einer Vakuumglühlampe; die Konstruktion war die denkbar einfachste, indem der Hals eines Glasballons mittels eines Gummistopfens verschlossen wurde, welcher von zwei Stromzuführungsdrähten durchsetzt war, die an ihren Enden die Platinspirale trugen. Im Jahre 1877 ließ sich Hiram S. Maxim eine Platinlampe patentieren, das Deutsche Museum in München zeigt eine Zeichnung von de Changy aus dem Jahre 1856, die eine Platindrahtlampe vorstellt, und W. R. Lake wurde noch im Jahre 1881 eine solche durch das englische Patent Nr. 5233 geschützt, wobei mehrere Leuchtdrähte bogenförmig rings um einen Mittelträger angeordnet und durch Stromzuführungsdrähte, welche die beiden Enden der röhrenförmigen Lampe durchsetzten, gespeist und getragen werden sollten. Auch Edison befaßte sich noch in den Jahren 1876 bis etwa 1879 mit der Konstruktion und Herstellung von Platinlampen. Nach seinem britischen Patent Nr. 5306 vom Jahre 1878 wird der zur Verwendung kommende feine Platindraht zuerst mit einem Überzug aus schwer schmelzbaren Oxyden, wie Kalk, Magnesia usw., versehen und dann um einen Zylinder aus solchen Oxyden gewickelt. Im gleichen Jahre beschrieb St. G. L. Fox in der deutschen Patentschrift Nr. 9165 eine einfachere Platinlampe, deren langer Leuchtdraht mehrmals über ein Isolierstäbchen gewunden war, so daß sich mehrere frei herabhängende Platindrahtbügel ergaben. Vom gleichen Jahre stammt ein Vorschlag Pulvermachers, der in der britischen Patentschrift Nr. 4180 zu finden ist und wobei an Stelle des Platindrahtes Platinfolie verwendet werden sollte.

Bei der praktischen Verwendung der Platindrahtlampen zeigte es sich dann, daß der Leuchtdraht bei den großen Spannungschwankungen der damaligen Dynamomaschinen leicht durchbrannte. Um dies zu vermeiden, wurden verschiedene Mittel angewandt. Edison und J. E. Stokes bauten zu diesem Zwecke die einfache Glühlampe zu einer thermisch betätigten Maschine aus und ließen sich ihre Konstruktionen z. B. durch die britischen Patente Nr. 4226 bzw. 4283 vom Jahre 1878 schützen; während Edison die Ausdehnung des bei Spannungserhöhung überhitzten, mit einem Kontaktschalthebel belasteten Platindrahtes dazu benutzte, um einen Nebenschluß zum Leuchtdraht einzuschalten, ordnete Stokes einen besonderen Hitzdraht inmitten der Platinspirale an, bei dessen Ausdehnung ein Kontaktpaar zur Berührung kam und das Einschalten des entlastenden Nebenschlusses bewirkte. Interessanter und einfacher war das erwähnenswerte Mittel von T. E. Gatehouse nach der britischen Patentschrift Nr. 3240 vom Jahre 1891, welches darin bestand, daß in die Lampe ein Kohlefaden und ein Platindraht eingebaut und parallel geschaltet wurden; zufolge des negativen Temperaturkoeffizienten der Kohle nahm der Kohlefaden bei Überspannung mehr Energie auf und entlastete so den Platindraht. Auf demselben Gedanken beruhte übrigens die später, im Jahre 1908, erzeugte Wolfram-Kohle-Glühlampe Econo von Schäffer; Kohle- und Wolframfaden waren jedoch hierbei hintereinandergeschaltet.

Sucht man nach den Gründen, warum wohl die zahlreichen Erfinder sich so zäh an den Platinleuchtkörper klammerten, obwohl der billigere Kohlefaden die Herstellung einer wirtschaftlicheren Glühlampe zuließ, so findet man die Erklärung durch Gegenüberstellung der mechanischen Eigenschaften der beiden Glühkörperarten. Der Kohlefaden war spröde, der Platindraht geschmeidig und biegsam, auch zu den feinsten Drähten ausziehbar. Der Platindraht verbrauchte aber etwa 12 W/HK, der Kohlefaden nicht die Hälfte und dazu kam, daß zu damaliger Zeit elektrische Energie sehr hoch im Preise stand. Die spezifische Beanspruchung des Platins mußte wegen seines im Vergleich zur Kohle niedrigen Schmelzpunktes innerhalb der genannten Grenzen bleiben, und um Fortschritte zu erzielen, mußte man notgedrungen nach schwerer schmelzbaren Stoffen suchen.

Diese Bestrebungen wurden, wie bereits oben erwähnt, durch Jobart im Jahre 1845 dadurch eingeleitet, daß er statt des Platins Platin-Iridium-Legierungen wählte. Im Jahre 1848 schlug dann Staite und 1849 Pétrie Iridium vor. Zwar ist dieses kostbare Metall schwerer schmelzbar als Platin und Platin-Iridium-Legierungen; es ist aber hart und spröde und konnte mit den damaligen Hilfsmitteln zu den notwendigen dünnen Drähten nicht ausgezogen werden; auch konnte man damals reines Iridium überhaupt nicht erzeugen, so daß es sich bei diesen Versuchen nur um Legierungen handeln konnte, deren Schmelzpunkt tiefer lag. Bei vielen späteren Vorschlägen wird dann neben Platin das Iridium genannt, oder es ist von Legierungen der beiden Metalle die Rede. Auch versuchte man mit Überzügen bessere Erfolge zu erzielen. Th. Burmester überzog den Platindraht laut D. R. P. Nr. 5956 mit einer Schicht von Tonerde, Edison laut D. R. P. Nr. 14 058 und brit. Patent Nr. 5306 vom Jahre 1878 bereits mit Oxyden der sogenannten seltenen Erden, vorzugsweise mit Thor- und Ceroxyd. Während Edison eine Platinspirale ohne Überzug, die eine Oberfläche von 5 mm² hatte, nur bis zum Ausstrahlen von 4 HK bringen konnte, gelang es ihm, die Glühtemperatur bei Vorhandensein eines Überzuges bis zur Ausstrahlung von 40 HK zu steigern, ohne daß ein Durchschmelzen eingetreten wäre. Im gleichen Jahre schlug auch Lane Fox im brit. Patent Nr. 4043 vor, Platindrähte in besonderer Weise mit feinem Asbestpulver, feuerfestem Ton, Kalk, Magnesia, Speckstein usw. zu überziehen. Mehrere weitere Vorschläge bewegen sich im gleichen Rahmen und auch Dr. C. Auer v. Welsbach versuchte es noch viel später, in dieser Weise Erfolge zu erzielen, worauf wir noch zurückkommen.

Neben den Überzugsverfahren der genannten Art wurden auch solche versucht, bei denen der Überzug aus Kohle oder aus schwerschmelzbaren Metallen oder Metalloiden bestand. Im D. R. P. Nr. 9165 vom Jahre 1878 überzieht Edison den Platin- oder Iridiumdraht mit Kohle, Cruto im D. R. P. Nr. 23 344 vom Jahre 1882 mit aufpräparierter graphitischer Kohle. Sehr eingehende Arbeiten mit überzogenen Platindrähten führte der nach Amerika ausgewanderte Russe A. de Lodyguine aus; er gab in den amerikanischen Patenten Nr. 575 002 und 575 668 sehr gut durchgearbeitete Verfahren zum Überziehen des Platindrahtes mit Rhodium, Iridium, Ruthenium, Osmium, Chrom, Molybdän und Wolfram an. Diese aus den Jahren 1893 und 1894 stammenden Verfahren spielten auch später eine gewisse Rolle, und Lodyguine war es, der die besondere Eignung des Wolframs für Leuchtkörperzwecke wohl zuerst erkannte, ohne daß seine Erkenntnis unmittelbaren Erfolg brachte.

In seinem in der ETZ 1921, S. 453 erschienenen Rückblick schilderte Dr. C. Auer v. Welsbach seine Versuche auf dem Gebiete des elektrischen Glühlichts. Hierbei spielten zunächst die Überzugsverfahren eine gewisse, an dieser Stelle interessierende Rolle. Auer v. Welsbach erhitzte einen Aluminiumdraht an freier Luft mittels eines allmählich verstärkten Stromes. Der Luftsauerstoff oxydierte die Drahtoberfläche, so daß ein Tonerdeüberzug entstand. Dieser schwer schmelzbare Überzug geriet bei weiterer Steigerung des Stromes in Weißglut, strahlte Licht aus und übernahm auch die Leitung des Stromes. Nach Öffnung des Stromkreises und beabsichtigter Wiederholung des Versuches ergab es sich aber, daß das metallische Aluminium innerhalb der entstandenen Oxydhülle schmolz, den Zusammenhang verlor und die kalt gewordene Oxydhülle den Strom nicht mehr zu leiten vermochte. Der niedrige Schmelzpunkt des Aluminiums vereitelte also die Entstehung einer luftbeständigen Aluminium-Aluminiumoxydglühlampe. Nun wiederholte Auer den Versuch mit einem Platindraht, den er mit einem Überzug aus dem sehr schwer schmelzbaren Thoriumoxyd versah. Innerhalb der blendend weiß glühenden Thoroxydhülle schmolz und riß jedoch das Platin entzwei, und nach dem Ausschalten und Erkalten war die Stromleitung in gleicher Weise wie beim Aluminiumdraht unterbrochen. Und hier sehen wir den Grund, warum die bezüglichen Bestrebungen von Edison, Fox, Lodyguine und anderen fruchtlos bleiben mußten. Man wird ja gewiß einwenden wollen, daß bei einigen

dieser Vorschläge der Überzug auch in der Kälte leitfähig war; er war aber spröde und zerbrechlich und konnte sich selbst nicht tragen, so daß eine leise Erschütterung den Zusammenbruch herbeiführte, nachdem die mechanisch widerstandsfähige Platinseele entzweigerissen war. Einen schwerer als Platin schmelzbaren biegsamen Metalldraht kannte man damals aber noch nicht, so daß auch die Überzugsverfahren keinen Fortschritt brachten.

Der weitere Fortschritt wurde vielmehr erst durch die Verwendung schwerer als Platin und Iridium schmelzbarer Metalle und Metalloxyde ausgelöst. Bereits vor dem Erscheinen der Kohlefadenlampen am Markte wurden Arbeiten in dieser Richtung in Angriff genommen. Welche Unklarheit aber herrschte, geht aus den folgenden Angaben Edisons in der deutschen Patentschrift Nr. 9165 vom Jahre 1878 hervor: „Ein Zylinder von Platinfolie um eine Kalkstange gelegt, gibt ein vortreffliches Licht, und Streifen, Drähte, Stangen, Perlen und Stücke von Iridium, Ruthenium, Rhodium, Osmium, Titan und anderen Metallen, welche in hoher Temperatur schmelzen, finden Anwendung, ebensowohl lassen sich leitende Oxyde verwenden, wie z. B. Titanoxyd." Edison wußte also wohl, daß es in erster Linie auf die hohe Schmelztemperatur ankommt, er wußte aber nicht, welcher der zahlreichen von ihm vorgeschlagenen Stoffe wirklich geeignet ist. Jedenfalls vermochte er mit ihrer Hilfe keine brauchbare Lampe zu erzeugen, während andere später darunter Brauchbares fanden. Sein Erfindergeist forschte daher weiter, und im D.R.P. Nr. 14 058 vom Jahre 1878 empfiehlt Edison eine Mischung von fein verteiltem Platin oder anderen Platinmetallen, besonders mit Zirkonoxyd, zum Pressen von Glühfäden mit hohem Widerstand. Im gleichen Jahre schlugen T. N. Aronson und H. B. Farmie im brit. Patent Nr. 4163 Osmium, Rhodium und Ruthenium für Leuchtkörperzwecke vor, denen zwecks Widerstandserhöhung ebenfalls andere Zusätze hinzugefügt werden sollten. Hierbei sollte also das Metall die erstmalige Stromleitung übernehmen, während die schwerer schmelzbaren Zusätze das Erreichen einer höheren Glühtemperatur ermöglichen sollten; durch Erhöhung des spezifischen Widerstandes sollte aber der Leuchtkörper verkürzt werden.

Die Bestrebungen zur Verringerung des spezifischen Widerstandes der Leuchtkörperstoffe wird man voll würdigen können, wenn man bedenkt, daß eine Platinlampe, die Edison konstruierte und auf den Markt bringen wollte, bei einem Heißwiderstand von rd. 750 Ω einen Platindraht von 0,005 engl. Zoll Dmr. und 30 engl. Fuß Länge, also rd. 27 m Länge erforderte, während die damaligen Kohlefäden nach E. A. Krüger bei 0,15 ... 0,28 mm Dmr. lediglich eine Länge von 150 ... 500 mm erforderten. Und so durfte Edison mit Recht befürchten, daß der Platinvorrat der Welt für eine umfangreiche Fabrikation nicht ausreichen würde. Die von ihm zwecks Erforschung ausgiebiger Platingruben ausgesandten Fachleute wurden jedoch ihrer Aufgabe enthoben, als es seinem Mitarbeiter, dem Mathematiker und Elektrophysiker Francis R. Upton gelang, Edison zu überzeugen, daß seine Platinlampe einen Mißgriff vorstelle, und daß nur Drähte von viel höherem spezifischen Widerstand und Schmelzpunkt zum bleibenden Erfolg führen könnten. Hierüber berichtete F. L. Pope ausführlicher in seinem im Jahre 1889 erschienenen Buche. Somit blieb die Kohlefadenlampe trotz der zahlreichen geschilderten Bestrebungen vorläufig Siegerin auf dem Gebiete des elektrischen Glühlichts und gab zum Bau von großen Dynamomaschinen und zum Aufschwunge der Elektrotechnik Veranlassung, nachdem die erste Beleuchtungsanlage mit Kohlefadenlampen im Jahre 1880 auf dem Dampfer Columbia errichtet, die Weltausstellung in Paris im Jahre 1881 mit 1000 Kohlefadenlampen beleuchtet, eine größere Zentralstation im Jahre 1882 in New York eröffnet und eine größere Glühlampenfabrik im gleichen Jahre von Edison im Menlo Park eingerichtet worden waren. Bald darauf folgte auch Europa auf diesem Wege, und viele der heutigen Glühlampenfabriken und Elektrizitätswerke verdanken der damaligen primitiven Glühlampe ihre Entstehung.

Die weitgehende Teilbarkeit, Ruhe, Sauberkeit und Ausschluß der Feuersgefahr eröffneten dem elektrischen Glühlicht immer mehr Anwendungsgebiete und eine Überlegenheit gegenüber der Gasbeleuchtung, die bereits seit 1792 bestand. Als jedoch Auer v. Welsbach im Jahre 1885 den Thor-Ceroxyd-Glühstrumpf erfand und dieser in verbesserter Form im Jahre 1892 am Markte erschien, erhielt das Gasglühlicht eine bedeutende wirtschaftliche Überlegenheit, so daß die Glühlampentechniker erneut Anstrengungen machen mußten, um eine wirtschaftlichere elektrische Glühlampe zu schaffen.

Oben sahen wir bereits, daß zwecks Widerstandserhöhung das Metall des elektrischen Glühkörpers mit schwerschmelzbaren Oxyden vermengt werden sollte. Das Metall war hierbei wegen seiner Leitfähigkeit in der Kälte erforderlich, da die meisten Oxyde, sogenannte Leiter zweiter Klasse, erst im erhitzten Zustande stromleitend werden. Bereits im Jahre 1878 beschritt jedoch Jablochkoff einen weiteren Weg, indem er die Metallkomponente fortließ und lediglich einen solchen Leiter zweiter Klasse, z. B. ein Kaolinstäbchen, benutzte, welches durch Vorwärmung leitend gemacht wurde[2]; ein solches Kaolinstäbchen bildete die Zwischenschicht der Jablochkoffschen Kerze, die im übrigen aus zwei parallelen Kohlenstiften bestand, die mit der Zwischenschicht zusammen verbrannten. Da nun die Zwischenschicht in der Kälte nichtleitend war, konnte die Kerze beim Erlöschen nicht selbsttätig zünden. Im Jahre 1897 machte aber Prof. Dr. Walter Nernst die folgende Erfindung: „Eine elektrische Glühlampe, bestehend aus einem in einen Stromkreis eingeschalteten Glühkörper aus einem Stoffe, der bei gewöhnlicher Temperatur ein Nichtleiter, auf hohe Temperatur gebracht, aber ein Leiter ist, und einer in der Nähe dieses Glühkörpers angeordneten und in einen zweiten Stromkreis eingeschalteten elektrischen Heizvorrichtung, bestehend aus einem Heizleiter aus gut leitendem und einem Mantel aus schlecht leitendem oder isolierendem Material". Das wäre der Hauptanspruch des ersten Nernstschen Patentes. Weitere Ausführungsformen, Verbesserungen und Abänderungen folgten, und es würde zu weit führen, wollten wir diese hier sämtlich besprechen. Kurz gefaßt bestand die Nernstlampe aus einem Glühkörper, der erst angewärmt werden mußte, um in Glut zu geraten. Es wurden mehrjährige Arbeiten erforderlich, bis die Nernstlampe von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin im Jahre 1902 in verbesserter Gestalt auf den Markt gebracht werden konnte. Der Nernstglühkörper bestand aus einem ungewöhnlich kurzen Stäbchen vorwiegend aus Zirkon, das mit basischen Oxyden der Yttriumgruppe vermischt war; für 220 V und 35 HK war das Stäbchen z. B. nur 20 mm lang, 0,4 mm dick, für 220 W-Lampen mit 150 HK auch nur 30 mm lang und 1 mm dick. So ein Nernstglühkörper glühte in freier Luft, und bei einer Ausführungsform wurde derselbe mit einem Platindraht angewärmt, welcher mit einer dünnen Schicht feuerfesten Materials überzogen und auf ein Porzellanstäbchen spiralig aufgewunden war. Zufolge der Schwerschmelzbarkeit konnte der Nernstglühkörper so hoch erhitzt werden, daß der spez. Effektverbrauch nur 1,5 W/HK betrug, allerdings nach etwa 600 Brennstunden auf 3 W/HK anstieg; bei rd. 700 Brennstunden war die Gesamtbrenndauer erreicht, der Brenner konnte dann ausgewechselt werden. Die Nernstlampen litten an häufigeren Störungen, die von der Vorwärmung, vom Bruch des spröden Brenners sowie von dem Durchbrennen des Ballastwiderstandes herrührten; letzterer bestand aus feinen Eisendrahtspiralen, die in einem mit Wasserstoff gefüllten Glasbehälter eingebaut waren und die Stromstärke des Brenners begrenzten, nachdem dieser die Eigenschaft hatte, bei steigender Temperatur sehr schnell an Leitfähigkeit zuzunehmen, so daß ohne den Vorschaltwiderstand die Stromstärke bis zum Durchbrennen des Nernstglühkörpers angewachsen wäre, welche Gefahr besonders bei Spannungsschwankungen im Leitungsnetz bestand. Trotz dieser Mängel konnte sich die Nernstlampe zufolge ihres im Vergleich mit den Kohlefadenlampen geringen spezifischen Wattverbrauchs rd. 10 Jahre am Markte behaupten und verdrängte z. T. auch die niederkerzigen Bogenlampen.

Ebenfalls im Jahre 1897 von Dr. C. Auer v. Welsbach erfunden und von der Auergesellschaft in Berlin im Jahre 1902 auf den Markt gebracht wurde die Osmiumlampe. Wir sahen oben, daß Osmium bereits vorher von anderen für Leuchtkörperzwecke vorgeschlagen wurde; es ist dasjenige Metall der Platingruppe, welches den höchsten Schmelzpunkt hat, und zwar beträgt dieser nach einer Zusammenstellung der Osramgesellschaft z. B. bei Platin 1764, bei Iridium 2360 und bei Osmium 2500 ° C. Letzteres eignet sich also von dieser Gruppe am besten für Leuchtkörperzwecke, zumal es auch im Vakuum bei hoher Glühtemperatur eine geringe Verdampfung zeigt. Es ist nun das Verdienst Auer v. Welsbachs gewesen, die besondere Eignung des Osmiums erkannt und es in eine Gestalt gezwungen zu haben, wie sie für Glühlampenzwecke erforderlich war. Das Osmium ist als ein hartes und sprödes Metall bekannt, aus welchem sich trotz vieler Mühe keine Drähte ziehen ließen. Deshalb beschritt Auer einen Umweg. Osmiumpulver wurde mit einem kohlenstoffhaltigen Klebstoff gut verrührt, und aus der erhaltenen Paste wurden durch Diamantdüsen mit 0,03 ... 0,18 mm Bohrung aus einem die Paste enthaltenden Preßzylinder Fäden gespritzt. Diese im feuchten Zustand noch biegsamen Roh-

[2] ETZ 1927, S. 1087; D. R. P. Nr. 663.



fäden wurden in haarnadelförmige Bügel geformt, die später in dieser Form auch dadurch erhalten wurden, daß man das unterhalb der Presse befindliche Auffangbrett hin und her bewegte und die so erhaltenen Doppelbügel in der Mitte entzweischnitt. Die Rohfäden wurden nun vorsichtig getrocknet, so daß sie nicht platzten, und bei Luftausschluß geglüht. Man erhielt so Osmium enthaltende Kohlefäden in Bügelform, die man an den freien Schenkelenden mit Stromzuführungsklemmen versah und unter Luftausschluß in Rezipienten, die mit geeigneten Gasen gefüllt wurden, hineinsetzte. Nun wurde elektrischer Strom durch die Fadenbügel hindurchgeleitet, dessen Stärke man allmählich steigerte, so daß die Fäden schließlich auf helle Weißglut kamen. Hierbei zerstäubte der aus dem Bindemittel stammende Kohlenstoff und wurde auch später durch Beigabe von Wasserdampf zum Wasserstoff in Kohlenoxyde verwandelt, so daß ein mehr oder weniger kohlenstoffreier Osmiumfaden übrigblieb, indem die feinen weißglühenden Osmiumteilchen zusammensinterten und zusammenschweißten. So erhielt man zum erstenmal metallische Leuchtfäden, die schwerer schmelzbar als Platin und Iridium waren und demzufolge anfänglich mit etwa 1,5 W/HK, aber selbst nach 1500 Brennstunden der mit ihnen versehenen Vakuumglühlampe nicht mehr als 1,7 W/HK benötigten. Der Osmiumfaden hatte im Vergleich mit den früher versuchten Platindrähten den Vorteil des weit höheren Schmelzpunktes und spezifischen Widerstandes, so daß sich kürzere Glühkörper mit geringerem spezifischen Wattverbrauch ergaben. Immerhin war die Fadenlänge noch beträchtlich und betrug z. B. für eine Osmiumlampe für 37 V und 25 HK bereits 280 mm bei 0,087 mm Dicke, während ein Kohlefaden von gleichem Durchmesser selbst für 110 V erst 168 mm lang zu sein braucht, bei 10 HK-Lampen und 3,1 W/HK. Um die Osmiumlampe den obwaltenden Verhältnissen anzupassen, durfte sie nicht wesentlich größer sein als die Kohlenfadenlampe, sollte letztere durch sie aus den vorhandenen Installationen verdrängt werden. Die größere Fadenlänge gestattete aber nicht die gleiche einfache, freischwebende Fadenanordnung, wie es bei Kohlefadenlampen üblich war, zumal der Osmiumfaden sehr leicht zerbrechlich war, bei Glühtemperatur jedoch im Gegensatz zum Kohlefaden weich wurde und sich unter seiner eigenen Last durchbog; dies wurde durch das hohe spezifische Gewicht des Osmiums besonders begünstigt, welches größer ist als dasjenige aller anderen Körper. So entschied man sich dafür, kurze Osmiumfadenbügel zu verwenden und diese in ihrem Scheitel mehrmals mittels Thoroxydhäkchen zu haltern. Für höhere Spannungen wurden in einer Lampe mehrere solche Bügel mittels V-förmiger Drähtchen hintereinandergeschaltet, und auf diese Weise wurden Osmiumlampen anfangs bis 44 V, später bis 73 V hergestellt, die man Auer-Oslampen, später Osminlampen nannte. Um die praktische Durchführung des Auerschen Gedankens hat sich besonders Fritz Blau verdient gemacht.

Zwar wurde der Osmiumlampe nachgesagt, daß ihre praktische Durchbildung sehr bedeutende Mittel verschlungen habe. Die Osmiumlampe war es aber, die zu einem bedeutenden Aufschwung der Schwachstrombeleuchtung, der Batterie-, Akkumulatoren- und Kleintransformatoren-Industrie, der Metallglühlampentechnik überhaupt und dadurch mittelbar auch der übrigen elektrotechnischen Industriezweige führte. Die im Jahre 1902 am Markte erschienene Osmiumlampe bildete den Anfang zu einer Entwicklung, die heute den Zeitraum von 25 Jahren umspannt. Diese Entwicklung beruhte in den Vorteilen und Nachteilen der neuen Lampenart. Die Vorteile waren die Wirtschaftlichkeit der Lichterzeugung und die Herstellbarkeit von Lampen selbst kleinster Lichtstärke. Demgegenüber sind als Nachteile die große Stoßempfindlichkeit zufolge des sehr leicht zerbrechlichen Osmiumfadens, die Nichtherstellbarkeit für höhere Netzspannungen und der hohe Herstellungspreis zu nennen. Die Kohlefadenlampe kostete 50 Pf, die Osmiumlampe 4 M für den Verbraucher, und bezeichnend für die schwere Beschaffung des seltenen Osmiums war der Umstand, daß die ausgebrannte Osmiumlampe von der Auergesellschaft für je 75 Pf zurückgekauft wurde. Daher kein Wunder, daß man sich von allen Seiten auf dieses von C. Auer v. Welsbach erschlossene Neuland warf. In diese Zeit fällt überhaupt die nähere wissenschaftliche Erforschung der schwerschmelzbaren Metalle, nachdem Auer v. Welsbach gezeigt hatte, daß es sich verlohnt.

Der nächste sichtbare Erfolg und Fortschritt kam von der Siemens & Halske A. G., Berlin, die im Jahre 1905 die Tantallampe auf den Markt brachte. Ihr Chemiker Werner v. Bolton entdeckte bereits im Jahre 1902, daß das Tantalmetall Eigenschaften hatte, die es als Leuchtkörper für Glühlampen geeignet erscheinen ließen; es erwies sich als duktil, d. h. hämmerbar und ziehbar, so daß sich daraus nach langjährigen Schwierigkeiten nach vorangegangenem Schmelzprozeß schließlich die erforderlichen feinen Drähte ziehen ließen. Es zeigte sich ferner schwerer schmelzbar als Osmium, denn der Schmelzpunkt des Tantals liegt bei 2800 °. Zufolge der im Vergleich zur Kohle ebenfalls hohen Leitfähigkeit mußte man auch hier mit großer Drahtlänge rechnen, aber da das Tantal, besonders etwas erhitzt, geschmeidig und biegsam war, war es schon leichter als beim Osmium, den langen Leuchtdraht in der Lampenglocke unterzubringen. Die konstruktive Durchbildung der Tantallampe stammt von O. Feuerlein, und man entschied sich, den Tantaldraht, welcher z. B. bei der Lampe für 110 V und 25 HK die beträchtliche Länge von 650 mm bei 0,05 mm Durchmesser hatte, zickzackförmig um zwei Häkchenkränze aufzuwickeln, die von einem mittleren Glasträger radial ausgingen. Der spezifische Verbrauch der Tantallampe betrug anfangs etwa 1,5 W/HK und erhöhte sich nach etwa 600 Brennstunden auf etwa 2 W/HK.

Die Tantallampe eignete sich gut nur für Gleichstrom, da bei Wechselstrom sich das ursprüngliche, aus dem Ziehprozeß herrührende faserige Gefüge des Tantaldrahtes allzuschnell in Kristallstruktur verwandelte. Unter Bildung von Kristallgruppen, die mit ihren Berührungsflächen nur lose zusammenhingen, wurde der Tantaldraht spröde und brach schon bei leiser Erschütterung der Lampe leicht entzwei. Diese Umwandlung vollzog sich zwar auch bei Gleichstrom, aber erst nach langer Brennzeit, die oft über 1000 h betrug. Bereits dem unbewaffneten Auge wurde der Übergang von der faserigen in die grobkristallinische Struktur durch die immer rauher werdende Oberfläche und durch die Verkürzung des Leuchtdrahtes bemerkbar, die schließlich soweit ging, daß der anfangs lose oder in Wellenform über die Häkchen geführte Tantaldraht sich zwischen diesen spannte und entzweiriß. Die Osmiumlampe blieb somit der Tantallampe bei Wechselstrom überlegen. Dagegen war die Osmiumlampe stoßempfindlich, nur bei senkrechter Lage brennbar und nur bis 73 V herstellbar, während die Tantallampe sehr widerstandsfähig gegen Erschütterungen, in jeder Lage benutzbar und auch für höhere Gebrauchsspannungen herstellbar war.

Somit war weder die Osmiumlampe noch die Tantallampe für jeden Verwendungszweck geeignet, und es lag Bedürfnis nach einer weiteren Lampenart vor, die befähigt sein mußte, die erheblichen Lücken zwischen beiden auszufüllen. Dies vermochte auch die Zirkonlampe nicht, die um die gleiche Zeit von Dr. Hollefreund & Co., Zirkonlampenwerke in Berlin, auf den Markt gebracht wurde. Denn diese eignete sich zunächst auch nur für Spannungen bis 44 V, ihr Faden war spröde und benötigte rd. 2 W/HK bei einer Gebrauchsdauer von etwa 700 Brennstunden; der Zirkonleuchtkörper wurde nach Auerschem Vorbild aus einer Paste hergestellt; aus Wasserstoff- und Stickstoffverbindungen des Zirkoniummetalls erzeugte man die Paste unter Zusatz von Zellulose, spritzte hieraus den Rohfaden, trocknete und verkohlte ihn, um ihn schließlich zu entkohlen und einen mehr oder weniger kohlenstoffhaltigen Zirkonkarbidfaden zu erhalten, der metallisch glänzte und spröde war. Verschiedene Abänderungen und Vervollkommnungen des Verfahrens vermochten keinen nennenswerten Fortschritt zu erzielen, ebenso nicht diejenigen Bestrebungen, die darauf gerichtet waren, die Wirtschaftlichkeit der Kohlefäden durch metallische Zusätze oder Überzüge zu heben.

Der entscheidende Fortschritt wurde vielmehr erst eingeleitet, als man lernte, das Wolframmetall zu Leuchtfäden zu verarbeiten. Die erste am Markte erschienene Glühlampe dieser Art war die Osramlampe. Der gewählte Name deutet bereits auf einen Übergang vom **Osmium** zum Wolf**ram.** Die ersten Osramlampen wurden im Jahre 1906 von der Deutschen Gasglühlicht A. G. (Auergesellschaft) in Berlin auf den Markt gebracht. Ihr spezifischer Verbrauch betrug je nach Spannung und Lichtstärke 1 ... 1,25 W/HK bei 1000 h Nutzbrenndauer. Damit war alles Dagewesene überholt. Diesen Erfolg verdankte man einesteils der geringen Verdampfung und dem hohen Schmelzpunkt von rd. 3370 ° des Wolframs, anderseits der vervollkommneten Faden- und Lampenherstellung, wobei die bei der Fabrikation der Osmiumlampen gesammelten Erfahrungen der Auergesellschaft sehr zustatten kamen und ihr einen wesentlichen Vorsprung vor anderen in gleicher Richtung tätigen Firmen verschafften. Bei diesen Lampen wurden bügelförmige Wolframfäden verwendet, die je nach Spannung zu mehreren hintereinander geschaltet wurden. Die stromleitende Verbindung der Fadenbügel untereinander geschah mittels V-förmiger Nickeldrähtchen, deren Enden durch einen in Wasserstoffatmosphäre gezogenen Lichtbogen geschmolzen und mit den

Fadenbügelenden verbunden wurden. Dadurch verschwanden aus der Lampe die vorher üblichen vakuumverschlechternden Kittknoten. Bei der Herstellung der Fäden selbst ging man von dem Pasteverfahren aus. Das Glühen der gewonnenen kohlenstoffhaltigen Rohfäden geschah mittels hindurchgesandten Stromes in Behältern, die neben Wasserdampf in starkem Überschuß Wasserstoff enthielten. Der Wasserdampf entzog den Fäden durch Oxydation den Kohlenstoff, während der Wasserstoff ihnen den Sauerstoff fortnahm. Hierbei wurden die Fäden fortschreitend metallisch reiner. An dieses Herstellungsverfahren schloß sich das Egalisierverfahren an, wobei wolframhaltige Verbindungen verdampft, in den Rezipienten hineingeleitet wurden und sich am weißglühenden Wolframfaden spalteten, so daß sich aus ihnen Wolfram auf den Faden niederschlug, und zwar an den am stärksten glühenden Stellen am meisten, wodurch die Fadenstärke überall gleich (egal) wurde. Je vollkommener all dies durchgeführt wurde, um so dauerhafter und wirtschaftlicher verhielten sich die Wolframfäden in den fertigen Lampen. Es genügte jedoch nicht, gute Fäden zu besitzen. Man mußte vielmehr auch danach streben, den bei hoher Temperatur in der Lampe glühenden Faden vor angreifenden Feinden zu schützen, und zu diesem Zwecke mußte in der Lampe ein hohes Vakuum herrschen, welches möglichst frei von Sauerstoff, Wasserstoff, Wasserdampf usw. sein mußte. Durch chemische Mittel, sowie durch die Anwendung von Hochvakuumpumpen wurde das Vakuum der Lampen auf den hohen Wert von etwa 0,0004 mm *Hg* gebracht. Sodann zeigte es sich auch, daß auch der gut formierte Wolframfaden im Laufe der Brennzeit der Lampe eine Verkürzung erfuhr, so daß er schließlich zwischen den starren, dicken Haltedrähtchen entzweireißen mußte. Durch die Anwendung feinfühlig federnder Halter aus dem bei 2580° schmelzenden Molybdänmetall wurde dies vermieden; sie hielten zwar die Fadenbügel gespannt, gaben jedoch bei Ausdehnung und Zusammenziehung beim Ein- und Ausschalten der Lampe sowie im Laufe des Betriebes bei Fadenverkürzung feinfühlig federnd nach, ohne den Faden zu zerreißen. Solche Osramlampen mit bügelförmigen Wolframfäden wurden bis zum Jahre 1913 hergestellt, und um dieses Fabrikat erwarben sich Fritz Blau und Hermann Remané besondere Verdienste.

Zwar entstand die Osramlampe durch Aneinanderreihen zahlreicher Erfahrungen und im Betriebe der Auergesellschaft geschaffener sinnreicher kleiner Erfindungen. Die prinzipielle Erfindung aber, die in der Entdeckung der besonderen Eignung des Wolframs für Glühlampenzwecke bestand, stammte schon aus dem vorigen Jahrhundert. Oben wurde bereits erwähnt, daß Lodyguine im Jahre 1893 Platin mit Wolfram überzog, ferner schlug Carl Kellner laut der Brit. Patentschrift Nr. 19 785 vom Jahre 1898 vor, Wolframglühkörper herzustellen, und in der deutschen Patentschrift Nr. 138 468 vom Jahre 1898 schlägt die Firma Carl Pieper in Berlin vor, Thorium-Wolframglühkörper durch Pressen bei hohem Druck zu gewinnen. Kein Wunder daher, daß die Osramlampe nicht die einzige Wolframglühlampe blieb. Die ersten im zwanzigsten Jahrhundert waren übrigens A. Just und Hanamann in Wien, die das Wolfram richtig einschätzten und die ersten wirklich brauchbaren Wolframglühfäden nach ihrem Substitutionsverfahren herstellten. Dies war im Jahre 1903, und nach Bekanntwerden ihrer Arbeiten folgten ihnen die Auergesellschaft sowie zahlreiche andere Erfinder und Firmen in der Anwendung des Wolframs. Es würde zu weit führen, wollten wir hier die zahllosen Wolframfaden-Herstellungsverfahren aufzählen oder beschreiben; zusammenfassend kann lediglich gesagt werden, daß man bestrebt war, mechanisch wie thermisch möglichst widerstandsfähige Glühfäden zu erzeugen.

Während ein Teil der Firmen und Erfinder am Pasteverfahren festhielt, suchten wieder andere das Wolfram durch das bei anderen Metallen übliche Ziehverfahren in die Gestalt des erforderlichen feinen Drahtes zu zwingen. Zu diesem Zwecke wurde zunächst versucht, das Wolfram zu schmelzen und aus dem geschmolzenen Wolfram Drähte zu ziehen. Bereits im Jahre 1904 befaßte man sich bei der Siemens & Halske A. G. mit diesem Problem, ohne es gelöst zu haben. Wolframschmelzversuche wurden auch an der Technischen Hochschule in München in den Jahren 1907 und 1908 von Anton Stimmelmayr unter Leitung des Privatdozenten Ludwig Weiß ausgeführt und ergaben geringe Mengen duktilen Wolframs, aus welchem durch Flachhämmern Wolframblech erhalten wurde; hieraus wurden Streifen geschnitten und bei der Wolframlampen A G. in Augsburg die ersten Lampen mit biegsamen Wolframleuchtkörpern erzeugt; laut Protokoll der Prüfstelle der Einkaufstelle von Mitgliedern der Elektrizitätswerke vom 15. IV. 1908 verbrauchten diese Lampen 1,073 W/HK bei 5,1 V Lampenspannung und 8,1 A Stromstärke; es waren also lediglich kleine Versuchslampen, und von einem weiteren Erfolg in dieser Richtung wurde nichts weiter bekannt.

Ein weiterer Weg zur Erzeugung biegsamen Wolframdrahtes wurde seit etwa 1906 von der Siemens & Halske A. G. in Berlin und von William D. Coolidge bei der General Electric Companie in Schenectady beschritten, der zunächst darin bestand, daß man das Wolfram mit leichter schmelzbaren geschmeidigeren Metallen vermischte oder legierte und hieraus Drähte zog. Lampen mit auf diesem Wege erzeugten Wolframdrähten wurden von Siemens & Halske A. G. zuerst im Jahre 1910 auf den Markt gebracht; sie enthielten Wolframdrähte, die, da sie unter Zusatz von Nickel gewonnen wurden, während des Bespannens des Leuchtdrahtgestells biegsam waren, so daß sie die Herstellung der Lampen erleichterten; als aber das Nickel aus ihnen bei der nachfolgenden Hocherhitzung herausgetrieben wurde, verblieb ein spröder Wolframleuchtkörper. Dagegen führten die ausdauernden Arbeiten, die von Coolidge im Jahre 1906 begonnen wurden, im Jahre 1910 schließlich zur Herstellung biegsamen Rein-Wolframdrahtes, und seit 1913 wurden auch bei uns die Lampen der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, der Siemens & Halske A. G. und der Auergesellschaft mit diesem Coolidge-Wolframdraht ausgerüstet. Dieses Verfahren ist im D. R. P. Nr. 269 498 niedergelegt und besteht darin, daß ein gesinterter Wolframstab durch Hämmern mittels einer rotierenden Hämmermaschine im heißen Zustande in die Länge gestreckt wird und sodann im heißen Zustande gezogen wird, bis er schließlich eine Faserstruktur annimmt und auch bei gewöhnlicher Temperatur ziehbar und biegsam geworden ist. Da man demzufolge in der Lage war, das Leuchtkörpergestell mit einem mechanisch sehr widerstandsfähigen biegsamen Wolframdraht zu bespannen und auch nicht mehr darauf angewiesen war, den Leuchtkörper aus einzelnen Fadenbügeln zusammenzusetzen, sondern ihn in gewünschter Länge einfach einer Drahtspule zu entnehmen, bedeutete das Coolidge-Verfahren eine Umwälzung in der Wolframlampenfabrikation und wurde bis heute beibehalten.

Die Anhänger des Pasteverfahrens gaben indessen ihre Sache auch nicht verloren, und es gelang, durch Zusatz von Thoroxyd biegsame gespritzte Wolframfäden zu erzeugen. Stellenweise waren aber diese spröde, so daß keine zuverlässige Fabrikation möglich war. Bei der Julius Pintsch A. G. in Berlin wurden nun eingehende Versuche unternommen, um diesem Übel auf den Grund zu kommen, und es ist das Verdienst H. Orbigs gewesen, durch Anwendung metallographischer Hilfsmittel entdeckt zu haben, daß ein solcher Duktilfaden aus mehreren einheitlichen Wolfram-Thoroxydkristallen bestand, deren jeder den Raum zwischen je zwei spröden Stellen, den sogenannten Stoßstellen einnahm. Diese sogenannten Langkristalle waren also an sich biegsam, wo aber mehrere solche Langkristalle zusammenstießen, war der Faden spröde und brach beim Biegen an diesen Stellen entzwei. Nachdem diese bedeutende Entdeckung gelungen war, stellte man sich bei der Firma Pintsch die Aufgabe, das Herstellungsverfahren so zu leiten, daß die spröden Stoßstellen vermieden werden. Diese Aufgabe wurde nun im Jahre 1913 von Orbig, Obering. Schaller und Ing. Elstner dadurch gelöst, daß man den Faden durch eine kurze Zone von sehr hoher Temperatur, nämlich durch eine in Wasserstoff glühende Wolframspirale mit einer Geschwindigkeit hindurchzog, die es ermöglichte, daß ein in diese Zone gelangender, im Faden zufällig vorhandener Wolframkristallkeim durch Aufzehren benachbarter und nachfolgender kleinerer Kristalle zu einem einheitlichen Riesenkristall anwuchs, der den ganzen Querschnitt und die ganze Länge des thoroxydhaltigen Wolframfadens einnahm. Demgemäß wurde der Firma Pintsch durch Patent Nr. 291 994 ganz allgemein ein Metalldraht oder Metallband geschützt, welcher aus einem einzigen, seinen Gesamtquerschnitt und seine Gebrauchslänge ausfüllenden Kristall besteht. Diese sogenannten Einkristalle wurden an verschiedenen Instituten einer eingehenden Untersuchung unterzogen, und es entstand eine besondere Wissenschaft der Einkristalle, worauf hier näher einzugehen an Platz fehlt. Jedenfalls besaß die Firma Pintsch ein Verfahren hierdurch, mit dessen Hilfe sie imstande war, Lampen mit biegsamen Wolframfäden zu erzeugen. Seit 1913 wurde dann dieses Verfahren in der Weise ausgeübt, daß mehrere bügelförmige Duktilfäden in bis dahin bekannter Weise rings um den gläsernen Mittelträger angeordnet und mittels V-förmiger Halter hintereinandergeschaltet wurden. Bald nach dem Kriege erloschen jedoch die klassischen Wickelpatente der Firma Siemens & Halske, und seit dieser Zeit wurde auch bei der Firma Pintsch das Traggestell mit einem einzigen ununterbrochenen Wolframleuchtkörper bespannt, der aus einem

Einkristall bestand. Das Fadenherstellungsverfahren stellte sich jedoch teurer als das Drahtherstellungsverfahren, und man ging in neuester Zeit auch bei der Firma Pintsch dazu über, für gewöhnliche Lampen das Coolidge-Verfahren anzuwenden.

Es ist nicht der einzige Vorteil des Pintsch-Einkristallfadens, daß er bei gewöhnlicher Temperatur biegsam ist. Ein weiterer Vorteil besteht vielmehr darin, daß derselbe selbst nach einer 1000stündigen Brennzeit der mit ihm ausgerüsteten Lampe biegsam bleibt. Demgegenüber wird ein gezogener Reinwolframdraht bereits nach kurzer Brennzeit wieder spröde und daher bei Erschütterungen leicht zerbrechlich, da die ursprüngliche Faserstruktur sich nach und nach in eine grobkristallinische Struktur verwandelt. Durch Zusätze zum Wolfram wurde zwar erreicht, daß dies nicht allzuschnell eintrat. Wesentlich verbessert wurde der gezogene Wolframdraht aber erst, als man dazu überging, die bei der Firma Pintsch gemachte Entdeckung beim Coolidgeverfahren nutzbar zu machen. Im Jahre 1919 vereinigten sich die oben genannten Drahtlampenwerke zum Osram-Konzern, und einer eigens dazu eingesetzten Studiengesellschaft fiel die Aufgabe zu, die Qualität des gezogenen Wolframdrahtes zu verbessern. Diese Arbeiten ergaben dann den sogenannten Stapelkristalldraht, in welchem die von O r b i g entdeckten Langkristalle derart miteinander verflochten sind, daß Stoßstellen, die je zwei Langkristalle begrenzen, nicht den ganzen Querschnitt des Drahtes ausfüllen: mit anderen Worten: längs des Drahtes verlaufen zahlreiche Langkristalle neben- und übereinander, die miteinander verfilzt sind und sich daher gegenseitig festhalten.

Durch die Verbesserung des Wolframleuchtkörpers wurde an sich keine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Glühlampe erzielt. Der spezifische Wattverbrauch wurde bei den höherkerzigen Lampen vielmehr erst verringert, als man im Jahre 1909 dazu überging, die Zerstäubung des Wolframs durch Einführung elektronegativer Gase derart herabzusetzen, daß man das Wolfram mit 0,8 W/HK beanspruchen konnte. Eine weitere Herabsetzung des spezifischen Effektverbrauchs bei den hochkerzigen Lampen gelang Irving L a n g m u i r und seinem Mitarbeiter O r a n g e im Jahre 1913 durch die Kombination des Wendeldrahtes mit der Gasfüllung in den Gasfüllungslampen. Der Druck des Gases verhindert die Zerstäubung, die Wendelung aber eine allzustarke Abkühlung des Leuchtkörpers. Die Einführung des Wendeldrahts ermöglichte auch die Verringerung der Lampenabmessungen. Die Vollendung der Gasfüllungslampen gelang erst durch Einführung des Ein- und Stapelkristalldrahtes, der beim Glühen steif bleibt.

Literatur-Nachweis.

(Die eingeklammerten Zahlen bedeuten das Erscheinungsjahr.)

AEG-Erteilungsakten zum D.R.P. 269 498 (1916).
Alterthum, Wolfram (1925).
Auer v. Welsbach, ETZ 1921, S. 453.
Bernstein, Die elektrische Beleuchtung (1880).
Blau, ETZ 1905, S. 196.
Bryk, Entwicklungsgeschichte der reinen und angewandten Naturwissenschaft im XIX. Jahrhundert (1909).
Bolton, ETZ 1905, S. 105.
Böttger, Z. Elektrochemie 1917, S. 121.
Budde, Arch. Mathem. u. Phys. 1906, S. 9.
Davy, Elektrochem. Untersuchungen (1806), Ostwalds Klassiker Nr. 45 (1893).
Duschnitz, Metallische Leuchtfäden u. Metallfadenlampen in der Fabrikation u. in der Praxis, El. Anz. 1908, Nr. 54 ... 104.
Feldmann, Handbuch d. elektr. Beleuchtung (1907).
Feuerlein, ETZ 1905, S. 105.
Finckh, Die Osram-N-Lampe (1925).
Fischer, ETZ 1922, S. 1081.
Fodor, Das Glühlicht (1885).
Fürst, Das elektrische Licht (1926).
Herzog, Handbuch d. elektr. Beleuchtung (1907).
Kratzert, Grundriß d. Elektrotechnik (1902).
Krüger, Die elektr. Glühlampe (1894).
Köhler, Die Osram-Lampe (1926).
Leiser, Wolfram (1910).
Liebenthal, Praktische Photometrie (1907).
Moissan, Der elektrische Ofen (1900).
Müller, A., Helios 1913, S. 37 u. S. 504.
Müller, N., Die Metalldrahtlampen (1914).
Remané, El. Anz. 1910, S. 749.
Die Osram-Drahtlampe (1913).
Die Osram Halbwattlampe (1914).
Ramsay, Vergangenes u. Künftiges aus der Chemie (1909).
Patentliteratur.
Schaller, Z. angew. Chemie 1917, S. 71.
Stimmelmayr, Wolframmetall (1909).
Duschnitz, Ill. Eng. London 1908, S. 817.
Weber, Die Kohlenglühfäden (1907).
Die elektr. Kohlenglühfadenlampen (1908).
Die elektr. Metallglühfadenlampen (1914)
Wedding, El. Anz. 1904, S. 64, Referat in ETZ 1905, S. 83.
ETZ 1905, S. 83.
Wegener, Die Herstellung der Osram-Lampen (1927).

Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke E. V., Berlin, und des Verbandes der Elektrizitätswerke, Wien, in Wien 1928.

Die diesjährige Hauptversammlung der deutschen Vereinigung der Elektrizitätswerke fand in Gemeinschaft mit dem österreichischen Verbande der Elektrizitätswerke in dessen Landeshauptstadt statt. Es war das erste Mal, daß sich die gleiche Interessen verfolgenden großen Verbände zu gemeinsamer Arbeit in ihren beiderseitigen Hauptversammlungen zusammengefunden haben und damit den Willen zum einheitlichen Vorgehen in der beide Völker so eng miteinander verbindenden und aufeinander anweisenden Elektrizitätswirtschaft bekundeten. Die Beteiligung an der gemeinsamen Tagung war, wie vorauszusehen, eine überaus starke, wozu auch der Umstand beigetragen haben mag, daß die sachlichen Verhandlungen diesmal turnusmäßig wiederum von einer Reihe geselliger Veranstaltungen eingerahmt waren. Das weltstädtische, liebenswürdige und arbeitsfreudige Wien bot hierfür den rechten Boden dar, so daß die Teilnehmer sowohl in der sachlichen Arbeit wie in der Erholung volle Befriedigung fanden.

Ein großer Teil der deutschen Kongreßbesucher hatte sich auf Einladung der München-Augsburger Gruppe der Vereinigung bereits am Sonntag, den 24. Juni, zu einem gemeinsamen Besuch der Ausstellung „Heim und Technik" in München zusammengefunden. Diese, unter der Führung des Oberbaudirektors Z e l l von den Städtischen Elektrizitätswerken München stehende Sonderveranstaltung, an der sich etwa 600 Besucher beteiligten, begann mit einem Lichtbildvortrag über Zwecke und Ziele der Ausstellung, woran sich dann offizielle Führungen durch die großangelegte, für die angewandte Elektrotechnik äußerst fruchtbare Ausstellung anschlossen. Abends fand eine Begrüßung der Teilnehmer im Hackerbräukeller statt, bei der Oberbürgermeister S c h a r n a g l die Versammlung willkommen hieß und ein künstlerisches Festspiel mit vorangehendem Prolog „Heim und Technik" großen Beifall fand. Am Montag, dem 25. Juni, fuhr man über Salzburg, Melk und die Wachau nach Wien.

An diesem Tage fanden vormittags die internen Sitzungen von Vorstand und Vorstandsrat bzw. Ausschuß beider Verbände und abends im großen Saal des Konzerthauses der gemeinsame Empfang mit Abendessen statt. Der Abend stand im Zeichen musikalischer Darbietungen hohen Ranges, wie das in Wien nicht anders zu erwarten war. Einzelgesänge wechselten mit Kammerquartetten und klassischen Tanzvorführungen ab.

Am Mittwoch, dem 27. Juni, hielten die beiden Vereine gesonderte V o r t a g u n g e n ab. In derjenigen der deutschen Vereinigung, die der Vorsitzende der letzteren, Generaldirektor L a n g e, eröffnete, erstattete der Geschäftsführer der Vereinigung, Direktor Dr. P a s s a v a n t, seinen Bericht über das abgelaufene Geschäftsjahr. Unter den zahlreichen technischen, wirtschaftlichen und Werbungsarbeiten fanden eine besondere Aufmerksamkeit die Bemühungen, zwischen den drei an der Elektrizitätswirtschaft beteiligten Faktoren: den Stromerzeugern, dem Elektrohandel und den installierenden Gruppen, Einigkeit zu erzielen. Im Anschluß an diese Ausführungen nahm die Versammlung einmütig eine bedeutsame Entschließung an, in der die gemeinsamen Wünsche auf gedeihliche Zusammenarbeit mit dem mittelständischen Elektrogewerbe und dem Elektrogroßhandel zum Ausdruck kommen. Dann folgten in der Tagesordnung die übliche Rechnungslegung und Entlastung, ferner die Ergänzungswahlen für satzungsgemäß ausscheidende Mitglieder in Vorstand und Vorstandsrat. Zum ersten stellvertretenden Vorsitzenden wurde Direktor P e t r i, Überlandzentrale Pommern, Stettin, neu gewählt.

Die Beziehungen, die die deutsche Vereinigung mit dem österreichischen Verband verknüpfen, finden ihren Niederschlag in gewissen Satzungsänderungen, die eine stärkere Beteiligung der österreichischen Mitglieder an den Vorstandsgeschäften vorsehen. Der Leiter des Städtischen Elektrizitätswerks in Wien, Ingenieur K a r e l, trat in den Vorstand der deutschen Vereinigung ein. Generaldirektor S c h o s s e r vom Elektrizitätswerk Linz und Generaldirektor E g g e r von der Vereinigten Elektrizitäts A. G., Linz, wurden in den Vorstandsrat aufgenommen. Direktor Dr. P a s s a v a n t wurde in den Vorstand



des österreichischen Verbandes delegiert und in den österreichischen Ausschuß Generaldirektor Lange und Direktor Pirrung, Biberach (Württemberg).

Im weiteren Verlauf der deutschen Vortagung folgten Berichte über wichtige elektrowirtschaftliche Fragen. Direktor Dr. Kaufmann, Berlin, berichtete über die seitens der Elektrizitätswerke seit langem angestrebte Aufhebung der Schiedsgerichtsverordnung vom 1. II. 1919. Hierauf sprach der Vorsitzende des Verbandes Sächsischer Elektrizitätswerke, Direktor Camozzi, Kötzschenbroda, über die Erfolge der Eltgas G. m. b. H. mit ihrem Teilzahlungssystem für den Absatz von Stromverbrauchsgeräten und Installationen. Die „Eltgas G. m. b. H." wurde vor etwa einem Jahr zur Förderung des Elektrizitäts- und Gasabsatzes gegründet. Die Geschäftsergebnisse der Gesellschaft entsprechen in vollem Umfange den gehegten Erwartungen. Der Monatsumsatz stieg bis über eine Viertelmillion Reichsmark und wird durch den Beitritt weiterer Werke noch entsprechende Erhöhungen erfahren. U. a. wurde durch die geltenden Zulassungsbestimmungen eine Ausscheidung minderwertiger Fabrikate und somit eine Qualitätsförderung der im Handel befindlichen elektrischen Apparate herbeigeführt. Als neuer Geschäftszweig wurde mit bestem Erfolg die Finanzierung größerer elektrischer Anlagen, z. B. von Fabrikanschlüssen usw., aufgenommen. Der Korreferent Direktor Dr. Kaufmann, Berlin, behandelte hierzu das bereits weit bekannt gewordene Teilzahlungssystem der Berliner Städtische Elektrizitätswerke A. G. (BEWAG) und konnte gleichfalls von günstigen Ergebnissen berichten.

Endlich erstattete Direktor Dr. Adolph, Berlin, (Korreferent Direktor Pirrung, Biberach) einen Bericht über Muster-Stromlieferungsbedingungen, die einer freundschaftlichen Klärung des Vertragsverhältnisses zwischen Stromerzeuger und Stromabnehmer dienen. Redner wies darauf hin, daß die Stromlieferungsbedingungen der deutschen Elektrizitätswerke in Form und Inhalt große Unterschiede zeigten, die sachlich großenteils unbegründet seien und mit Zufälligkeiten bei der Entstehung zusammenhingen. Eine einheitliche Auffassung in dieser Frage und gleiche Form der Bedingungen bei allen Elektrizitätswerken seien außerordentlich wertvoll, sowohl bei der Behandlung der Abnehmerschaft, als auch bei der Aufstellung neuer Bedingungen bei einzelnen Werken. Der Ausschuß für Tarif- und Wirtschaftsfragen des Berlin-Brandenburgischen Bezirksverbandes der Vereinigung der Elektrizitätswerke stellte sich daher die Aufgabe, Bedingungen zu schaffen, in denen all die Punkte Berücksichtigung finden sollten, die in den Stromlieferungsbedingungen notwendig seien. Es sollte hierbei von Spezialbestimmungen, deren Einfügung den einzelnen Werken überlassen werden muß, abgesehen werden. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Frage der Prüfung der elektrischen Installation seitens der Elektrizitätswerke zugewandt, da aus der Gepflogenheit der Elektrizitätswerke, die elektrische Anlage vor ihrem Anschluß an das Leitungsnetz zu prüfen, diesen bisweilen eine Haftungspflicht bei später durch Mängel der Anlage entstehenden Schäden aufgebürdet wurde. Um diese Haftungspflicht abzuwenden, beschränken sich die Elektrizitätswerke nach Möglichkeit auf das Notwendigste bei der Prüfung der Anlage und überlassen es im übrigen dem Abnehmer und dem Installateur, für eine ordnungsmäßige Beschaffenheit der Installation zu sorgen. Dies ist um so mehr möglich, als das Installationsmaterial, das kurz nach dem Kriege außerordentlich mangelhaft war, inzwischen wesentlich besser geworden ist und auch die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Installateure größer ist als früher. So berichtet Redner, daß beispielsweise in Berlin die Installateure eine einjährige Garantie für die von ihnen ausgeführten Anlagen dahingehend übernehmen, daß sie Störungen, die durch Materialfehler oder durch mangelhafte Ausführung der Installation entstehen, innerhalb dieser Frist kostenlos beseitigen. Hierdurch ist es der Berliner Städtische Elektrizitätswerke A. G. möglich geworden, das Prüfungswesen ganz außerordentlich einzuschränken. Da die Tarife und sonstigen Kosten bei den einzelnen Elektrizitätswerken heute noch außerordentlich verschieden sind, so wurden diese von den Bedingungen abgetrennt und in eine Anlage verwiesen, so daß wohl die Bedingungen vereinheitlicht sind, noch nicht aber die Tarife. Der Ausschuß für Tarif- und Wirtschaftsfragen, der die Einheitsbedingungen entworfen hat, hat jedoch, um den Werken die Aufstellung der Anlage zu erleichtern, auch hierfür einen kurzen Entwurf gemacht, der jedoch nur in formaler Hinsicht als Vorschlag betrachtet werden kann. Weiter ist den Einheitsbedingungen ein recht umfangreicher Kommentar beigegeben, der die Gründe klarlegt, die die Bearbeiter der Einheitsbedingungen bei der Formulierung der einzelnen Punkte geleitet haben. — Was die praktische Auswirkung dieser Einheitsbedingungen anlangt, so ist nicht damit zu rechnen, daß von heute auf morgen alle Elektrizitätswerke ihre bestehenden Bedingungen gegen die Einheitsbedingungen vertauschen werden. Diese Einheitsbedingungen sind vielmehr nur als Richtlinien gedacht, die nach Möglichkeit bei Änderungen und Ergänzungen der bestehenden Bedingungen Berücksichtigung finden sollen und besonders kleinere Werke, die über genügende Erfahrungen noch nicht verfügen, bei der Abfassung ihrer Stromlieferungsbedingungen unterstützen können.

In der geschäftlichen Vortagung des österreichischen Verbandes der Elektrizitätswerke berichtete dessen Vorsitzender, Direktor Karel, Wien, über die oben schon erwähnte gegenseitige Entsendung von Vertretern in die Vorstände der beiden Vereine und von fünf österreichischen Fachleuten in die Ausschüsse der deutschen Vereinigung. Auf die Tätigkeit des Verbandes im abgelaufenen Jahr eingehend, stellte Redner die Hebung der industriellen Tätigkeit und damit eine Besserung des Absatzes der Elektrizitätswerke fest. Der Verband hat sich auch intensiv mit der Werbetätigkeit der stromerzeugenden Werke befaßt und konnte auf diesem Gebiete einen schönen Erfolg aufweisen. Die Schiedsgerichtsverordnung (s. oben), die die Regelung der Preise für Gas und elektrische Energie vorsieht und den Werken die einzige Möglichkeit für richtiggestellte Preise gibt, konnte trotz dringender Vorstellungen seitens des Verbandes nicht verlängert werden. Einen Erfolg hat der Verband bei der vom Kärntner Landtage beschlossenen Elektrizitätsteuer aufzuweisen, da er eine erhebliche Ermäßigung der Ansätze erreichen konnte. Durch das Eingreifen des Verbandes wurde die beabsichtigte Erhöhung der Elektrizitätsteuer in Niederösterreich verhindert. Das alle Kreise sehr interessierende Elektrizitätsförderungsgesetz, dessen erster Entwurf von den Elektrizitätswerken nicht angenommen werden konnte, wurde in abgeänderter Form am 26. VI. d. J. dem Nationalrat eingebracht. Da der genaue Text des Gesetzes zur Zeit der Sitzung nicht bekannt war, konnte nur aus den Veröffentlichungen entnommen werden, daß die Wünsche der elektrizitäterzeugenden Werke zum Teil berücksichtigt wurden. — Die statutenmäßig ausscheidenden Mitglieder der Ausschüsse sowie der Rechnungsprüfer wurden wiedergewählt.

Am Mittwoch, den 27. VI., fand schließlich noch die interne XXIV. Hauptversammlung der Einkaufsgenossenschaft des österreichischen Verbandes der Elektrizitätswerke statt. Am Nachmittag folgten dann die Mitglieder beider Vereine einer Einladung des Herrn Bürgermeisters der Stadt Wien zu einem Tee im neuen Rathause Wiens, an den sich teils eine Besichtigung des Wiener Rathauses und der wertvollen Städtischen Sammlungen, teils ein Besuch der Bundestheater anschlossen.

Der folgende Tag, Donnerstag, der 28. VI., vereinigte nunmehr beide Vereine zu ihrer ersten gemeinsamen Haupttagung im großen Saale des Konzerthauses. Sie wurde in Anwesenheit des österreichischen Bundespräsidenten Dr. Hainisch, der Minister Schürff (Handel und Verkehr), Kienböck (Finanzen), Thaler (Land- und Forstwirtschaft), des Vizebürgermeisters Emmerling, des deutschen Gesandtschaftsrats Woermann und zahlreicher staatlicher und städtischer Behörden der österreichischen und deutschen Industrie, Technik und Wissenschaft von dem Vorsitzenden der deutschen Vereinigung, Generaldirektor Lange, eröffnet. Der österreichische Verbandsvorsitzende, Direktor Karel, hieß die Versammlung willkommen und skizzierte dann kurz die Entwicklung des österreichischen Verbandes, der vor 25 Jahren von der deutschen Vereinigung aus der Taufe gehoben worden sei. Er betonte das gute Verhältnis der österreichischen Industrie zur Elektrizitätswirtschaft, die ebenso ausgezeichnete Verbindungen zu Handel und Gewerbe unterhalte. Um die gemeinsamen Bestrebungen inniger zu gestalten, hätten die beiden Vereine der Brudervölker beschlossen, diese Interessen durch gemeinsame Vertretungen in den Vorstandschaften zu fördern.

Der Vorsitzende der deutschen Vereinigung gab dann seiner besonderen Freude darüber Ausdruck, den österreichischen Bundespräsidenten begrüßen zu können, der durch sein Erscheinen beweise, daß er die Bedeutung der Elektrizitätswirtschaft würdige und anerkenne. Gleichen Dank sprach er auch den Vertretern der Staats- und Reichsbehörden aus. In der Gemeinsamkeit der Interessen dürfe man mit Recht das praktische Beispiel einer Harmonie zwischen den Staaten erblicken, die segensreiche Früchte tragen werde. Die Wahl der Stadt Wien als Tagungsort sei ein Zeichen für die innere Verbundenheit des deutschen und österreichischen Volkes und müsse als

Beweis gewertet werden, daß man nicht nur kulturell, sondern auch wirtschaftlich zusammenarbeite.

Von lebhaftem Jubel begrüßt, betrat der österreichische Bundespräsident Dr. Hainisch das Rednerpult, um seinerseits auf die immer enger werdende Verbindung zwischen Österreich und Deutschland hinzudeuten, die in dieser Tagung sichtbar zum Ausdruck gelange. Er wies auf die große Bedeutung der österreichischen Wasserkräfte hin und betonte die ungeheuren Vorteile, daß diese das an Bodenschätzen arme Land vom Kohlenimport unabhängig machen. Der Bundespräsident begrüßte mit lebhafter Genugtuung die gemeinsame Arbeit der österreichischen und deutschen Elektrizitätswerke und gab nach weiteren interessanten Betrachtungen über die kalorischen und Wasser-Kraftwerke der Hoffnung Ausdruck, daß die Gemeinsamkeit des Gedankenaustausches beiden Ländern zum Nutzen gereiche.

Namens der österreichischen Bundesregierung begrüßte Herr Handelsminister Schürff die Versammlung. Die österreichische Elektrizitätsindustrie sei einer der fruchtbringendsten Faktoren der österreichischen Wirtschaft. Von ungeheurer Bedeutung sei die Versendung der elektrischen Energie, die eigene Wege im Leben der Völker gehe. Redner gab bekannt, daß in kurzem eine neue Novelle zum österreichischen Elektrizitätsförderungsgesetz veröffentlicht werde, die zwar nichts Neues bringen werde, sondern Altbewährtes festhalte und keine Bindung der Wirtschaft und Wirtschaftsführer mit sich bringe.

Nach weiteren Ansprachen erstatteten die Geschäftsführer beider Vereine ihre Jahresberichte.

Danach setzten die Vorträge der Hauptversammlung ein, und zwar begann Oberingenieur Dr. H. Gleichmann, Berlin, mit einem Vortrag über den „Aufbau von Großkraftwerken für Höchstdruck unter besonderer Berücksichtigung des Benson-Kessels". Der Entwurf reiner Kraftwerke muß immer von dem zulässigen Feuchtigkeitsgehalt am Ende der letzten Stufe ausgehen, dieser wird bei 35 at Kesseldruck, 400 ° und hochwertigen Turbinen ohne Zwischenüberhitzung mit etwa 12 % schon zu hoch. Ausgangspunkt sollten 8 ... 9 % Feuchtigkeit sein. Hieraus entwickelt sich der wärmetechnische Aufbau und bestimmt für eine gegebene Eintrittspannung mit Höchstdruck, wenn hier 450 ° Überhitzung zugelassen werden, die Höhe der Zwischenüberhitzung. Diese kann durch Rückführung des Dampfes in den Kessel allerdings wenig zweckmäßig oder durch Abkühlung des Eintrittsdampfes von 450 auf 400 ° oder auch durch kondensierten Frischdampf ein- oder mehrstufig geschehen. Ein Vorteil des Bensonverfahrens ist es, daß im Gegensatz zu 100 at-Kesseln, bei denen mit Abkühlung des gesamten Frischdampfes und kondensierendem Frischdampf gearbeitet werden muß, nur letzteres Verfahren genügt. Als brauchbarer Aufbau wird für Grenzturbinen eine Vorschaltturbine auf zwei Grundturbinen empfohlen, da die Größe der Generatoren in diesem Falle die gleiche bleibt. Einwellenmaschinen sind zum mindesten für den Anfang der Entwicklung der vielen Zylinder wegen, welche die Betriebsicherheit verringern, nicht ratsam.

Wichtig ist für die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft auch die Frage der Heizkraftwerke, da die Entwicklung zum Höchstdruck gerade für Gegendruckbetriebe wesentlich größere Vorteile bietet als für reine Kondensationsanlagen und eine besonders günstige Entwicklung sowohl hinsichtlich des Kohlenverbrauchs als auch der Anlagekosten in der Ausbildung des Heizkraftwerkes gleichzeitig als Spitzenwerk liegt. Für das E.W. kann durch die Möglichkeit der Dampflieferung einem Verlust an Stromlieferung durch Errichtung kleiner industrieller Gegendruckanlagen entgegengearbeitet werden, deren Bau gerade durch die Entwicklung zum Höchstdruck sehr begünstigt wird, denn die Kosten des Kilowatts im Gegendruckbetrieb werden um so geringer, je höher der Eintrittsdruck gewählt wird.

Die Erfahrungen mit dem von Benson vorgeschlagenen Verfahren lassen sich dahin zusammenfassen, daß nach Überwindung einiger Schwierigkeiten die Dampferzeugung mit kritischem Druck als gelöst anzusehen ist. Zum Anfahren ist eine Kraftquelle erforderlich, da der Wasserdurchfluß bei Anzünden des Feuers einsetzen muß und solange über ein Niederdruck - Ausdampfgefäß aufrechterhalten werden muß, bis der Dampfzustand in den Rohren erreicht ist.

Schwankungen, die über die Elastizität der Feuerung hinausgehen, müssen im Niederdruckgebiet durch einen Wasserbehälter, der in der verschiedensten Weise geschaltet sein kann, ausgeglichen werden. Eine selbsttätige Regelung ist nicht unbedingt erforderlich, da alle bisher ausgeführten Anlagen in der Hauptsache von Hand gesteuert werden. Als Material für die Rohre kann das gleiche wie für Niederdrucküberhitzer Verwendung finden, solange man nicht über 450 ° hinausgeht. Der Wegfall jeder Walzstelle ist, wie Schwierigkeiten an anderen Hochdruckkesseln beweisen, sehr vorteilhaft. Die Rohre werden in der Hauptsache elektrisch oder thermitgeschweißt; nur an wenigen Stellen werden Flanschen angebracht, deren Dichtungen sich durchaus bewährt haben. Auch die Armaturen ergaben keine erheblichen Schwierigkeiten. Die Speisewasserfrage ist wie bei allen neuzeitlichen Hochleistungskesseln die wichtigste. Dem Kessel selbst schadet auch unreines Wasser nicht, aber der Dampf wird stark verunreinigt, so daß der Turbinen wegen auf reines Wasser Wert gelegt werden muß. Läuft kein Kondensat zurück, so sind im Niederdruckgebiet Dampfumformer einzuschalten. Für kleinere Durchsatzmengen kommen Kolbenpumpen in Frage, die auch mit Wasser bis 200 ° einwandfrei arbeiten, für große Zentrifugalpumpen, die zur Zeit noch ausprobiert werden; nach den bisherigen Erfahrungen dürften keine Schwierigkeiten bestehen, aber für Mengen von 20 ... 40 t/h ist es nicht leicht, sie mit gutem Wirkungsgrad herzustellen.

Die Wirtschaftlichkeit läßt sich an Hand folgender Zahlen beurteilen. Die Ersparnisse an Brennstoff gegenüber Anlagen mit etwa 30 at betragen je nach der Art der Belastung 15 ... 20 %. Die Anlagekosten sind etwa die gleichen. Für Gegendruckbetrieb sind die Vorteile des hohen Druckes ohne Zweifel größer als für Kondensationsanlagen, da je nach der Höhe des Gegendruckes gegenüber 30 at 70 ... 200 % Mehrleistung, bezogen auf eine gegebene Abdampfmenge, erzielt werden können und die Anlagekosten des Kilowatts mit zunehmendem Druck sinken.

Es folgte ein Vortrag des Herrn Prof. Dr. Petersen, Darmstadt, über „Die technische und wirtschaftliche Entwicklung der Hochspannungskabeltechnik". Einleitend äußert sich Redner über die Gründe, aus denen das steigende Bedürfnis nach Verwendung von Kabeln für höchste Spannungen zu erklären ist: Räumliche Ausdehnung der Städte und Industriegegenden und deren zunehmende Stromverbrauchsdichte erschweren die Verwendung von Freileitungen; Betriebspannungen von 30 ... 35 kV, wie sie bisher für Großstädte gebräuchlich waren, genügen nicht für die Stammleitungen zur Verbindung der Großkraftwerke mit den Hauptunterwerken; je größer die mit einer Leitung übertragene Energiemenge, desto wichtiger die Betriebsicherheit; Kabel sind praktisch von atmosphärischen Störungen unabhängig, was bei Freileitungen trotz aller Fortschritte naturgemäß niemals zu erreichen sein wird. — Hemmend auf die Verwendung von Kabeln wirken in erster Linie im Vergleich mit Freileitungen die hohen Anlagekosten und die Beschränkung auf eine verhältnismäßig niedrige Betriebspannung. Erfahrungen und Untersuchungen zeigen, daß der Preisunterschied zwischen Kabeln und Freileitungen mit zunehmender Spannung abnimmt. — Während man bisher, abgesehen von vereinzelten Ausnahmen, gezwungen war, die 100 kV-Freileitungen an der Peripherie der Städte enden zu lassen und große Übergangstationen zu bauen, um von dort aus die Energie mit Kabeln niedriger Spannung in das Innere zu leiten, kann man bei Verwendung von 100 kV-Kabeln die Stammleitungen unmittelbar an die Hauptverbrauchspunkte führen und den Betrieb entsprechend vereinfachen. Kabel gestatten mit Rücksicht auf den Spannungsabfall bei gleichem Leiterquerschnitt eine höhere Belastung und daher eine bessere Ausnutzung als Freileitungen. Die hohe und mit der Spannung zunehmende Induktivität der Freileitungen erschwert die Regelung. Je stärker die Vermaschung der Netze, desto störender macht sich diese Eigenschaft der Freileitungen geltend; zur Herstellung eines einwandfreien Betriebes sind teure und verwickelte Einrichtungen erforderlich. Die Induktivität der Kabel ist auch bei den höchsten Spannungen bedeutungslos; die Ladeleistung eines 100 kV-Drehstromkabels beträgt für 1 km etwa 610 Blind-kW, also bei Annahme einer mäßigen Länge von 200 km bereits 122 000 Blind-kW; es verbleibt daher auch bei Vollast ein erheblicher Überschuß über die eigentliche Nutzlast. Mit Hilfe von billigen Drosselspulen läßt dieser sich zu einer wirksamen Spannungsregelung nicht nur des Netzes, sondern auch der Kraftwerksgeneratoren verwenden; letztere können mit einer wesentlich kleineren Erregung ausgeführt werden, als es heute gebräuchlich ist; die Herstellung der Induktoren, die besonders bei großen Maschinen Schwierigkeiten bietet, wird dadurch erleichtert.

Nachdem Redner so dargelegt hatte, daß die Wettbewerbsfähigkeit der Kabel gegenüber Freileitungen von der Höhe der Spannungen abhängt, bis zu der Kabel be-



triebsicher hergestellt werden können, behandelte er des näheren Aufgaben und Lösungsmöglichkeiten der Kabeltechnik zur Erreichung dieses Zieles: gleichmäßige Verteilung des elektrischen Feldes in der Isolation, Befreiung des Kabels von Lufteinschlüssen, Vermeidung von Isolationschäden bei Kurzschlüssen. Eine besondere Schwierigkeit bietet die Herstellung geeigneter Kabelverbindungen, für die Redner weitgehende Verwendung von Maschinenarbeit empfahl; er verwies auch auf die Wichtigkeit, die Verlegung der Kabel durch Spezialeinrichtungen zu verbessern; je größer die Gewichte und die Längen der Kabel, die man bei der Verlegung zu bewältigen vermag, desto kleiner die Zahl der Verbindungsstellen, desto niedriger im allgemeinen die Kosten der Verlegung.

Wie Redner zum Schluß erwähnte, ist man bei dem heutigen Stand der Technik bereits in der Lage, betriebsichere Drehstromkabel für 100 kV zu liefern; die Erdung des neutralen Punktes ist unnötig, da das Kabel den Spannungsanstieg einer Phase bei Erdschluß auf den verketteten Wert verträgt. Diese Kabel können daher ohne weiteres an bestehende 100 kV-Freileitungsnetze angeschlossen werden; in manchen Fällen dürften sie schon heute gegenüber Freileitungen gleicher Spannung wettbewerbsfähig sein, insbesondere, wenn es sich, wie es bei derartigen Stammleitungen vielfach zutrifft, um gut ausgenutzte Leitungen handelt.

Der Nachmittag des 28. VI. wurde durch eine Reihe von Besichtigungen Wiener Fabriken und Elektrizitätsanlagen ausgefüllt, an die sich ein „Wiener Heurigenabend" in Grinzing anschloß. In diesem, am Fuße des Cobenzl im Wiener Wald gelegenen, weinumrankten Dorfe mit seinen alten anheimelnden Gärten fanden die Teilnehmer mit ihren Damen eine wohltuende Erholung von den Verhandlungstagen in der heißen Stadt.

Die gemeinsame Haupttagung fand ihre Fortsetzung in einer zweiten Sitzung am Freitag, den 29. VI. Hier sprach zunächst Privatdozent Dr. Gauster, Wien, über „Erdschlußschutz parallel geführter Freileitungen". Redner behandelte das Problem, wie sich zwei oder mehrere Hochspannungsleitungen beeinflussen, die längs gewisser Entfernungen parallel laufen (also z. B. Doppelleitungen, deren Hochspannungs-Sammelschienen getrennt sind), welche Wirkungen auftreten und durch welche Erdschlußlöscheinrichtungen schädliche Folgen dieser Erscheinungen vermieden werden können. Es sollte dabei besonders auf den letzten Punkt Gewicht gelegt werden und insbesondere praktisch ausgeführte Einrichtungen, die in den Hochspannungsnetzen der Wiener Städtischen Elektrizitätswerke in Verwendung sind, erläutert und beschrieben werden. — Er betrachtete zunächst als einfachsten Fall zwei parallel geführte Drehstromleitungen, an die keine Erdstromlöscheinrichtungen angeschlossen sind, und nahm dabei an, daß jede der beiden Leitungen einen eigenen Transformator besitze, da bei irgendeiner hochspannungsseitigen Verbindung, etwa durch eine gemeinsame Sammelschiene, natürlich keine Potentialverschiebung der beiden Leitungen gegeneinander auftreten könnte. Im normalen Betrieb werde dann offenbar keinerlei gegenseitige Beeinflussung stattfinden. Trete hingegen auf einer der beiden Leitungen, die man etwa als Leitung I bezeichne, ein Erdschluß auf, so komme der vom Erdschluß betroffene Leiter auf das Erdpotential, und der Nullpunkt der Oberspannungsseite des Transformators der Leitung I nehme zwangsläufig die betreffende Phasenspannung, und zwar mit negativen Vorzeichen an. Infolge der gegenseitigen Kapazität werde dann aber auch der Nullpunkt der Leitung II eine bestimmte Spannung gegen Erde annehmen, und zwar betrage diese bei den üblichen Leiteranordnungen ⅙ ... ¼ der Phasenspannung der Leitung I. Dies sei für den am häufigsten vorkommenden Fall, daß beide Leitungen mit der gleichen Spannung betrieben werden, ein durchaus ungefährlicher Wert und könne nur dann bedenklich werden, wenn etwa zwei Leitungen auf einem gemeinsamen Gestänge verlegt werden, deren Phasenspannungen um ein Vielfaches voneinander abweichen.

Ganz anders lägen die Verhältnisse, wenn die Leitungen Erdschlußlöscheinrichtungen besitzen. Diese stellten Induktivitäten dar, die zu den Erdkapazitäten der Leitungen parallel geschaltet und so abgestimmt sind, daß der Erdschlußstrom aufgehoben wird. Es sei bekannt, daß die günstige Wirkung der Erdschlußlöscher nicht gerade auf der Kompensation des Erdschlußstromes beruht, sondern auf der wirksamen Verhinderung der mit Recht so gefürchteten intermittierenden Erdschlüsse. Betrachte man nun die Spannungsverlagerung der Leitung II bei Erdschluß der Leitung I in Abhängigkeit von der Abstimmung der Löschinduktivität der Leitung II, so erhalte man eine Resonanzkurve, deren kritischer Wert bei einer solchen Bemessung des Löschstromes liegt, daß für den Betriebsfall: Leitung I geerdet, Erdschluß auf Leitung II, vollkommene Löschung auftritt. Für diese Abstimmung würde unter der Voraussetzung einer linearen Charakteristik der Löschinduktivität und unter Vernachlässigung der dämpfenden Ohmschen Verluste eine unendlich große Spannungsverlagerung der Leitung II folgen. Stimme man hingegen die Löschinduktivität nur auf die Kapazität einer Leitung gegen Erde allein ab, so entnehme man aus der Resonanzkurve eine Spannungsverlagerung der Leitung II in der Größe der Phasenspannung, d. h aber, daß auch bei hochspannungseitig nicht gekuppelten Leitungen auf der Leitung II ein Erdschluß vorgetäuscht würde, wenn auf Leitung I ein Erdschluß wirklich auftritt.

Es sei nun wichtig zu untersuchen, welchen Einfluß die Ohmsche Dämpfung und insbesondere die Sättigung der Löschdrossel besitzen. Eine einfache graphische Konstruktion und der Versuch zeigten, daß auch für den ungünstigsten Fall der Abstimmung der Löschinduktivität natürlich keine unendlich große Nullpunktspannung der Leitung II auftrete, sondern daß bei Wahl einer entsprechend hohen Sättigung der Löschdrossel (die freilich praktisch nicht erreicht wird) sogar die Phasenspannung nicht wesentlich überschritten werde. Interessant dabei sei, daß bei fortschreitender Steigerung der Spannung der Leitung I von null auf den vollen Wert die Nullpunktspannung der Leitung II die aus der Theorie eisenhaltiger Schwingungskreise bekannte Kipperscheinung zeige, wobei insbesondere das Oszillogramm eine sprunghafte Zunahme des Phasenverschiebungswinkels um rd. 180° deutlich erkennen lasse. Jedenfalls seien auch die praktisch auftretenden Spannungsverlagerungen, wenn auch beträchtlich kleiner als die idealen Werte der Resonanzkurve, doch noch unzulässig hoch.

Nun habe Petersen, von dem der weitaus bedeutendste Teil der hierher gehörigen theoretischen Überlegungen und praktischen Ausführungen herrühre, eine sehr einfache Einrichtung zur Unschädlichmachung dieser Spannungsverlagerungen angegeben, die auch immer bei Vorhandensein zugänglicher Nullpunkte der Hochspannungseite der Transformatoren ausführbar sei. Man brauche nämlich nur diese Wicklungs-Nullpunkte durch eine Drosselspule zu verbinden, die auf die gegenseitige Kapazität der beiden Leitungen abgestimmt ist. Dadurch werde der Verschiebungsstrom zwischen den beiden Leitungen kompensiert und es finde praktisch überhaupt keine nennenswerte gegenseitige Beeinflussung der beiden Leitungen mehr statt, genau so, als wären diese etwa so weit voneinander entfernt, daß die gegenseitige Kapazität einen unschädlich kleinen Wert annimmt. Ein Versuch zeige leicht die Richtigkeit dieser Überlegung und ebenso, daß nach Anordnung dieser Entkoppelungsdrossel die früher beobachteten Kipperscheinungen auch bei hohen Sättigungen nicht mehr auftreten. Von dieser Grundform der Entkoppelungsdrossel ausgehend, ließen sich eine große Zahl anderer Ausführungen ableiten, deren Verwendung zum Teil in gewissen Fällen vorteilhafter erscheine bzw. auch dann noch möglich sei, wenn sich die früher besprochene einfache Drossel nicht mehr anwenden läßt. Dies treffe z. B. bei den Erdschlußeinrichtungen im 110 kV-Netz der Wiener Städtischen Elektrizitätswerke zu. Diese beziehen aus den Wasserkraftwerken Partenstein, Opponitz und Gaming elektrischen Strom, der in drei getrennten Leitungen mit einer Spannung von 110 kV zur Schaltstation Gresten geführt wird. Von hier aus führt eine Doppelleitung nach der Station Wien-Nord, wo die Abtransformierung von 110 kV auf 28 kV erfolgt. Man besitze nun in Gresten die Möglichkeit, etwa den einen Strang der Doppelleitung nach Partenstein weiterzuschalten, während der andere Strang vollständig unabhängig an die Leitung nach Opponitz bzw. Gresten geschaltet werden könne. Obwohl man natürlich gewöhnlich mit gekoppelter Doppelleitung den Betrieb führen werde, wäre es doch eine nicht zu unterschätzende Einrichtung, wenn man auf die erwähnten anderen Schaltmöglichkeiten ganz verzichten wollte. Es wäre daher notwendig gewesen, die zwei Bauch-Löscher, welche jeden der beiden Leitungsstränge schützen, durch eine Ausgleichseinrichtung zu verbinden, damit im Falle eines Erdschlusses bei getrenntem Betrieb der beiden Leitungen nicht die geschilderten unzulässigen Erscheinungen auftreten. Diese Erdschlußlöscheinrichtungen besäßen derartig hohe Streuungen, daß bei eingeschalteter bzw. ausgeschalteter Regeldrossel die Sekundärspannungen im Erdschlußfalle außerordentlich verschieden sind. Nun seien aber diese Bauch-Löscher für kurzzeitige Löschung bestimmt, und es schalten die Regeldrosseln bei einem länger andauernden Erdschluß selbsttätig ab, so daß es also nicht

möglich sei, durch eine einfache Ausgleichdrossel im Sekundärkreis der Löscher vor und nach dem selbsttätigen Abschalten der Regeldrossel eine einwandfreie Entkoppelung zu erzielen. Redner besprach eine neue Schaltung, welche diese Aufgabe auf einfache Weise löst.

Hierauf sprach Prof. Ad. Matthias, Berlin, über „Wege zur experimentellen Klärung der Ölschalterfrage und verwandter Probleme". Redner wies einleitend an Hand einiger Lichtbilder darauf hin, in welchem Tempo der Elektrizitätsbedarf im Ansteigen begriffen ist, und führte dann vor Augen, wie die Elektrizitätswirtschaft auf diese stürmische Entwicklung reagiert, nämlich durch Steigerung der Einheitsleistungen der Maschinen, Verdichtung der Leitungsnetze, Verstärkung der Hauptleitungsstränge, Aufsaugung kleiner Erzeugungsanlagen, Zusammenschluß der so entstehenden Komplexe. Die wichtigste Forderung der Wirtschaft sei dieser Zusammenschluß, hinter dem die große wirtschaftliche Bedeutung des Energie-Ausgleichs stehe. Er finde zur Zeit eine gewisse Grenze dadurch, daß die Kurzschlußleistungen, welche sich in den großen zusammengeballten Netzen in früher ungekannter Höhe austoben können, nach dem heutigen Stande der Technik schwer zu beherrschen sind.

Die Hochspannungstechnik sei durch das Ausdehnungsbedürfnis der Netze unter Atem gehalten worden und sei durch schnelle Steigerung der Betriebspannungen den gestellten Forderungen gerecht geworden. Diese Entwicklung sei gekennzeichnet gewesen durch eine emsige Forschungstätigkeit in einer großen Zahl von Hochspannungslaboratorien, denen weit höhere Spannungen als die genannten Gebrauchsspannungen zur Verfügung stehen.

Daß man in der Beherrschung der Leistungsteigerung nicht ebenso schnell dem Bedürfnis gefolgt ist, läge nicht so sehr an technischen als vielmehr an wirtschaftlichen Hemmungen, in den großen Kosten der erforderlichen Versuchsanlagen. Darum täte die Wirtschaft gut, helfend beizuspringen. Redner betrachtete dann die bekannten Folgen der Kurzschlußströme, mechanische und thermische Wirkungen sowie vor allem die Ölgaserzeugung im Schalterlichtbogen. Bezüglich der mechanischen Wirkungen betonte er die Notwendigkeit, die Deformationen der betreffenen Teile mittels geeigneter Bewegungsmesser gleichzeitig mit dem Kurzschlußstrom oszillographisch aufzunehmen, um so die schwachen Stellen der Konstruktionen ausfindig zu machen und besser in die verwickelten Verhältnisse hineinzublicken, als es die Rechnung vermag. Insbesondere begründete er die Möglichkeit mechanischer Resonanzschwingungen.

Beim experimentellen Studium der Wärmewirkungen sei es wichtig, einerseits den tatsächlichen Temperaturverlauf an der Oberfläche des von Isoliermaterial umgebenen Leiters kennen zu lernen, anderseits die Empfindlichkeit des Isoliermaterials gegen solche dann zahlenmäßig bekannten Temperaturstöße zu beobachten. Dazu sei es erforderlich, mit möglichst schnell folgenden Temperaturmeßgeräten die Temperatur, welche sich unmittelbar an der Leiteroberfläche einstellt, im Zusammenhang mit dem Strom aufzuzeichnen.

Die Vorgänge im Ölschalter seien deshalb so schwer zu übersehen, weil im Lichtbogen neben den chemischen die verschiedensten physikalischen Vorgänge ineinandergreifen: Gaserzeugung, Ölverdampfung, Erwärmungs- und Abkühlungsvorgänge an den Elektroden und im Öl, Zerteilung zusammengeballter Gasblasen und ihre Abkühlung durch Ölbewegung, Wirkung des Gasdrucks auf den Lichtbogen, Wechselwirkung zwischen Gasdruck und Ölbeschleunigung usw. Für den großen Einfluß derartiger wechselnder Nebenumstände wurde folgender Beweis erbracht: Es ist eine große Zahl von oszillographisch aufgenommenen Abschaltversuchen mit einigen 1000 kVA an einem Versuchschalter gemacht worden, bei dem für jeden Oszillogrammpunkt auch Lichtbogenlänge und Traversengeschwindigkeit bekannt waren. Es wurden dann aus den verschiedensten Oszillogrammen Punkte herausgegriffen, die zu gleicher Lichtbogenlänge und Traversengeschwindigkeit gehören. Der Versuch, mit solchen Punkten eine Lichtbogencharakteristik zusammenzustellen, ergab ein wildes Durcheinander stark streuender Punkte, für einige Fälle hätte man sogar statt der bekannten fallenden Lichtbogencharakteristik eine steigende erhalten. Es sei dadurch erwiesen, welchen großen Einfluß Nebenumstände auf die Lichtbogenspannung und damit auf die Gaserzeugung und den Löschvorgang haben. Redner legte dann dar, welche Größenverhältnisse Kurzschlußversuchsanlagen haben müßten. Wenn man auch viele Teilfragen durch Versuche in kleinem Maßstabe studieren könne, so sei bei der Vielfältigkeit der Vorgänge keine sichere Extrapolation auf große Verhältnisse möglich. Darum müßten für Schlußversuche und Typenproben die Ströme bzw. Leistungen der Praxis angewandt werden. Nach einigen Vorläufern seien in neuester Zeit in Deutschland zwei solcher Anlagen mit recht ansehnlicher Leistung gebaut worden, von denen eine kürzlich in Betrieb gekommen ist. Die auf der VDE-Tagung vorgetragenen ersten Ergebnisse zeigten bereits, wie notwendig es ist, Versuche mit der vollen Leistung zu machen. Selbst die Größe dieser Anlagen reiche kaum für die augenblicklichen Bedürfnisse, noch weniger für die nächste Zukunft aus. Seit etwa zwei Jahren seien nun Bestrebungen im Gange, als Gemeinschaftswerk der interessierten Elektrizitätswerke und Elektrizitätsfirmen eine Anlage etwa doppelter Größe zu schaffen; diese Bestrebungen haben im Vorjahr zur Gründung der Gesellschaft „Versuchsanstalt für Kurzschlußwirkungen e. V."[1] geführt. Ein ausführlicher Prospekt für die zu errichtende Versuchsanstalt ist vom Vortragenden gemeinsam mit Dr. Regnier ausgearbeitet und der Mitgliederversammlung der Gesellschaft vorgelegt worden. Es sieht zwei Generatoren für 600 U/min vor, welche in ihren Abmessungen etwa 40 000 kVA-Maschinen entsprechen, infolge besonderer Bauart aber derart verstärkt sind, daß sie zusammen 750 000 ... 1 Mill. kVA Abschaltleistung haben, und zwar noch 0,1 s nach dem Einsetzen des Kurzschlusses. Zu jeder Maschine soll ein entsprechender Transformatorsatz gehören, der auf alle praktisch wichtigen Gebrauchspannungen umgeschaltet werden kann. Auch die Kurzschlußleistung kann abgestuft werden. Zwei getrennte Versuchstände ermöglichen, beide Maschinen einzeln und auch in Parallelschaltung zu benutzen. Es ist vorgesehen, zur schnelleren Versuchsabwicklung die Versuchsaufbauten, ausfahrbar zu machen.

Dieser Plan, der an einigen Lichtbildern näher erläutert wurde, erfordert eine Bausumme von etwa 3,5 Mill. RM, von der erst ein Teil sichergestellt ist. Darum wurden auch wesentliche Vereinfachungen erörtert, bei denen zwar die volle Kurzschlußleistung aufrechterhalten bleibt, aber die Arbeitsmöglichkeiten eingeschränkt werden. Der Vortragende schließt mit dem Appell an alle an der Förderung der Elektrizitätswirtschaft interessierten Kreise, nach Kräften zu helfen, den Plan, über den in einigen Wochen bereits Beschluß gefaßt werden müsse, in möglichst vollkommener Form zu verwirklichen.

Zum Schluß sprach Ob.-Ing. W. Quack, Bitterfeld, über „Materialfragen beim Bau von Turbodynamos". Redner gab als Obmann des Turbinenausschusses des Mitteldeutschen Bezirksverbandes der Elektrizitätswerke einen Bericht über die Arbeiten dieser Kommission im letzten Jahre. — Nach der Explosion eines Induktors in einem größeren deutschen Farbenwerk wurde die Kommission beauftragt, die Ursachen dieses Schadens festzustellen. Die unter Hinzuziehung namhafter Sachverständiger sorgfältigst geführte Untersuchung führte zu dem wichtigen Ergebnis, daß der Konstrukteur mehr als bisher die Eigenarten solch großer Schmiedestücke bei seiner Berechnung großer, raschlaufender Induktoren berücksichtigen muß, und daß zur Ermittlung dieser Eigenschaften besondere Prüfungsmethoden erforderlich sind. Der Redner zeigte an Hand einiger Werkstattbilder, in welcher Weise heute den Ergebnissen dieser Untersuchung in den Turbinenfabriken Rechnung getragen wird und knüpfte daran die Schlußbemerkung, daß hier durch verständnisvolle Zusammenarbeit von Fabrik, Hochschule und Besteller wieder einmal eine drohende Gefahr für die Sicherheit der Kraftwerke abgewendet sei. Die Maßnahmen zur Verbesserung des Gehäusegusses kurz streifend, berichtete Redner weiter über die Forschungsarbeiten zur Ermittlung eines erosionsfesten Schaufelmaterials für die letzten Räder der großen Turbosätze. Der Vortragende gab dann eine Übersicht über die jüngste Literatur und laufende Versuche.

An die Vorträge schlossen sich lebhafte Erörterungen an.

Mit einem Festessen in den Sälen des Konzerthauses fand dann die Hauptversammlung ihren offiziellen Abschluß.

Am Sonnabend, dem 30. VI., wurden von zahlreichen Teilnehmern noch gemeinsame Ausflüge in das nahe Semmeringgebiet unternommen. Zehme.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Nr. 259[2].

Wegen Raummangels konnte diese Mitteilung in diesem Heft nicht untergebracht werden. Sie erscheint nunmehr in Heft 32.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1346.
[2] Reichsministerialblatt 1928, S. 273.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Öldichtungen für wasserstoffgekühlte Generatoren. — Seit einer Reihe von Jahren sind Versuche im Gange, das zuerst von Anschütz vorgeschlagene und beim elektrisch angetriebenen Kreiselkompaß benutzte Mittel der Kühlung elektrischer Maschinen mittels Wasserstoffs auf große Generatoren, insbesondere Turbogeneratoren, auszudehnen. Hiervon ist eine Steigerung ihrer Leistung durch die verbesserte Kühlung um etwa 30 % zu erwarten, unter gleichzeitiger Verbesserung des Wirkungsgrades infolge Fortfalls der Luftreibung sowie unter Erhöhung der Isolationsbeständigkeit. Nach den vorausgegangenen Untersuchungen von Knowlton, Freiburghouse und Rice[1] berichtet letzterer über die Ergebnisse ausgedehnter Versuche zur Abdichtung der Wellen großer Generatoren mittels einer Ölschicht. Die Hauptschwierigkeit bei der Anwendung der Wasserstoffkühlung besteht bekanntlich darin, das Eindringen von Luft zu vermeiden und gleichzeitig die Menge des entweichenden Wasserstoffes hinreichend klein zu halten. Die erste Aufgabe ist grundsätzlich leicht zu lösen. Man braucht nur die Wasserstoffatmosphäre im Innern des Generators einem wenn auch geringen Überdruck gegenüber der äußeren Atmosphäre auszusetzen. Dabei steigt aber die durch Undichtheiten entweichende Wasserstoffmenge mit dem Quadrat des Überdruckes. Insbesondere die Abdichtung an den Wellendurchführungen wird um so schwieriger, je größer diese Druckdifferenz ist. Die von Rice angewandte Öldichtung ist in ihrer ersten Ausführung durch Abb. 1 dargestellt, während Abb. 2 die erste Versuchsanordnung kennzeichnet. Die Abdichtscheibe, welche mit einem seitlichen Spiel von nur 0,3 mm die Welle von 305 mm Durchmesser umfaßt, besitzt eine ringförmige Nut, 12½ mm breit und 25 mm tief, in welche das Rohr von unten her Öl speist; dieses fließt am gesamten Wellenumfang nach beiden Seiten 19 mm weit und wird von Auffangnuten aufgenommen, von denen es durch Löcher bzw. Rohre in die in Abb. 2 dargestellten beiden unteren Ölbehälter abfließt. Nach rechts und links auf der Welle befinden sich weiterhin die üblichen Ölspritzringe. Der in Abb. 2 links unten befindliche Ölbehälter sammelt Öl, das mit der Wasserstoffatmosphäre in Berührung gewesen und daher mit Wasserstoffbläschen versetzt ist, während das Öl im rechten Behälter Luftbläschen enthält. Vom Boden der beiden Behälter aus wird das Öl einem Zwischenbehälter und von dessen Boden dem Hochbehälter wieder zugeführt. Man glaubte so, eine hinreichende Entgasung bewirken zu können. Bei den Versuchen wurde der Wasserstoff im Gehäuse unter einem Überdruck von etwa 350 mm W.-S. gehalten. Die Anordnung nach Abb. 2 erwies sich aber nicht als voll befriedigend, weil die Befreiung des gebrauchten Öles von den beigemischten Gasblasen bei weitem nicht schnell und vollkommen genug erfolgte. Der Aufstieg solcher Bläschen durch das Öl nimmt mit fallendem Durchmesser der Bläschen quadratisch ab, so daß die kleinsten im Öl stagnieren. Auch spielt die Lösbarkeit von Wasserstoff und Luft im Öl eine Rolle. Die Entgasung des Öles läßt sich auf drei Wegen beschleunigen. Durch Erhitzung, wodurch die Viskosität des Öles abnimmt und die Gasblasen im Durchmesser wachsen, durch Evakuierung des Ölbehälters, wiederum zum Zwecke, das Volumen der Bläschen ganz bedeutend zu vergrößern, und schließlich durch Zentrifugieren. Das zweite Mittel wurde angewandt, indem nach Abb. 3 das lufthaltige Öl in einem unter Vakuum stehenden Behälter zerstäubt wurde, um dann in den Hochbehälter zurückgepumpt zu werden. Auf diesem Wege wurde ein außerordentlich befriedigendes Ergebnis erzielt. Bei einem vier Tage dauernden Betriebe, wobei häufig abgestellt wurde, fanden sich die folgenden Anfangswerte:

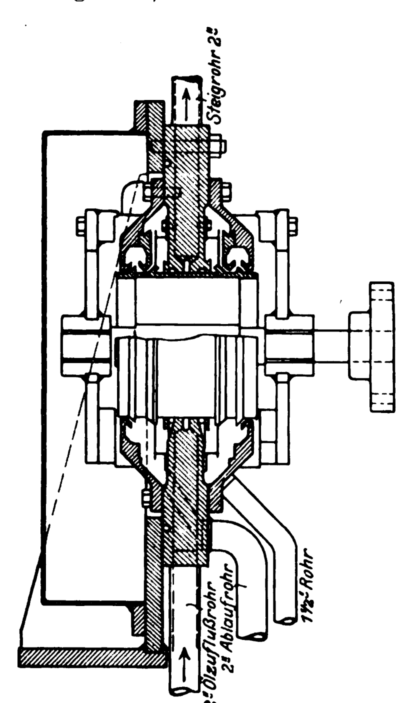


Abb. 1. Schnitt durch die Öldichtung, Ausführung 1.

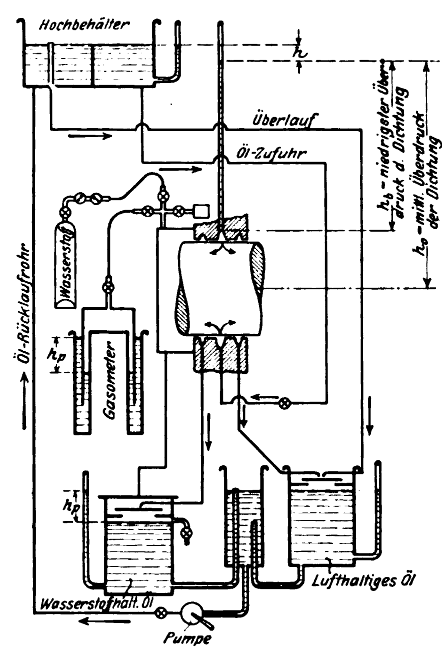


Abb. 2. Versuchsanordnung für Ausführung 1

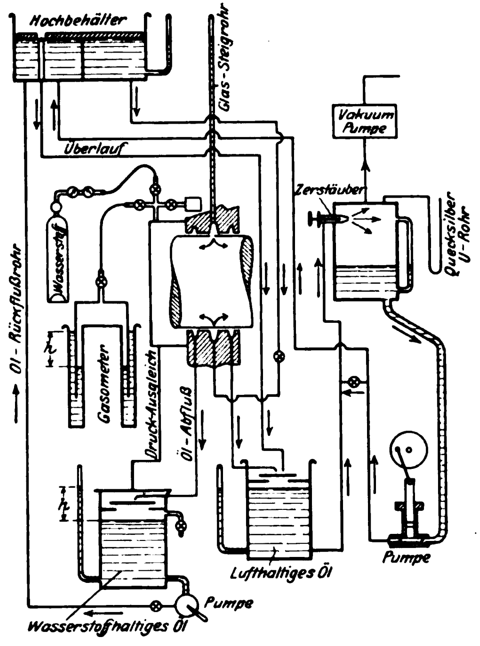


Abb. 3. Versuchsanordnung für Ausführung 2.

[1] Vgl. J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 44. S. 724.

Zutritt von Luft in die Maschine
im Stillstand . . . . rd. $0{,}11 \times 10^{-3}$ m³/h
bei 3000 U/min . . . . „ $0{,}28 \times 10^{-3}$ „
Menge des entweichenden Wasserst.
im Stillstand . . . . „ $0{,}7 \times 10^{-3}$ „
bei 3000 U/min . . . . „ 7×10^{-3} „

Da mehr Wasserstoff entweicht als Luft zutritt, muß von Zeit zu Zeit zur Aufrechterhaltung des Druckes selbsttätig Wasserstoff nachgefüllt werden, dessen Menge jedoch, wie die Zahlen erweisen, sehr gering ist. Je nach der Höhe des im Evakuierbehälter benutzten Vakuums bildet sich nach einiger Zeit eine praktisch konstante Atmosphäre im Generator aus. Beispielsweise bei einem Vakuum von 37 mm ergab sich unter den Versuchsbedingungen 95 % Wasserstoffgehalt der Atmosphäre als Dauerzustand.

Da die Anordnung nach Abb. 3 wegen der verschiedenen Behälter und Pumpen noch recht kompliziert erschien, wurde noch ein weiteres Abdichtverfahren untersucht, bei dem keine Evakuierung erforderlich ist. Es hat den Vorteil der dauernden Trennung der mit Wasserstoff bzw. mit Luft versetzten Ölkreise. Abb. 4 zeigt

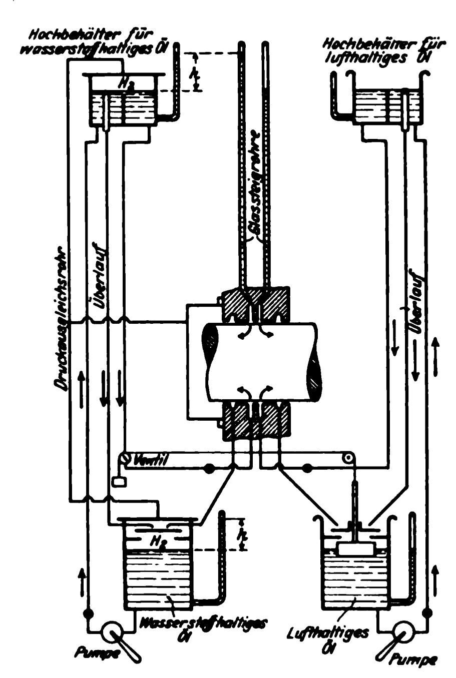


Abb. 4. Versuchsanordnung für Ausführung 3.

diese Anordnung, bei der zwei ringförmige Zuflußkanäle in der Mitte der Abdichtscheibe und zwei getrennte Hochbehälter vorgesehen sind. Die mit dieser Anordnung experimentell festgestellte Anfangsgeschwindigkeit für den Eintritt von Luft betrug $0{,}085 \times 10^{-3}$ m³/h im Stillstand und etwa $0{,}11 \times 10^{-3}$ m³/h bei 3000 U/min. Im Dauerbetrieb würde sich allmählich ein stationärer Zustand herausbilden, bei dem keine weitere Luft in das Gehäuse eintritt, weil die in den beiden linken Behältern befindliche Ölmenge, welche ursprünglich mit Luft durchsetzt war, allmählich Wasserstoff aufnimmt und im gewissen Grade dieses auch für die rechts befindlichen Behälter der Fall sein wird. Die Menge des zuzusetzenden Wasserstoffes zwecks Aufrechterhaltung des Überdruckes ist sehr mäßig, so daß die dargestellte Anordnung als eine befriedigende Lösung des Problems der Wellenabdichtung angesehen werden kann. Die sehr umfangreiche Arbeit enthält mathematische Untersuchungen über die zu erwartenden Durchtrittsgeschwindigkeiten im Anfangsstadium und im Dauerzustand, deren Ergebnisse mit den experimentell gefundenen in guter Übereinstimmung stehen. (Ch. W. Rice, Gen. El. Rev. Bd. 30, S. 516.) *phl.*

Leitungen.

Hochspannungs-Kettenisolatoren mit neuer kittloser Klöppelbefestigung. — Die Porzellanfabrik Hentschel & Müller, Meuselwitz i. Thür., hat nach langjähriger Versuchstätigkeit ihren im Jahre 1923 zum Patent angemeldeten „H"-Isolator, wie Abb. 5 zeigt, soweit entwickelt, daß die damit erreichten Festigkeitswerte als hoch zu bezeichnen sind. Die Versuche selbst wurden an Normal-Kettenisolatoren mit einer Porzellanhöhe von 120 mm ausgeführt. Durch Verwendung einer hochwertigen Porzellanmasse wurden die bestehenden elektrischen, mechanischen und thermischen Prüfbedingungen nicht nur erreicht, sondern noch überschritten. Die Formgebung dieser Type wurde im Innern des Porzellankörpers dergestalt geändert, daß die vom Klöppel ausgeübte Zugbeanspruchung auf das Porzellan übertragen und von der Kappe aufgefangen wird und sich dadurch in eine für das Porzellan bekanntlich erheblich günstigere Druckbeanspruchung umsetzt. In Verbindung hiermit wurde



Abb. 5. Hochspannungs-Kettenisolator mit kittloser Klöppelbefestigung.

die Dimensionierung auf Grund der neuesten wissenschaftlichen Versuchsergebnisse so gewählt, daß sich Feldverteilung und elektrische Beanspruchung günstig gestalten. Die zum Festhalten des Klöppels eingeführten Teile wurden entgegen ihrer ursprünglichen Form so verändert, daß nunmehr nur noch 2 Teile eingeführt werden, die sich ringförmig um den Klöppel schließen, so daß ein Herausfallen der Teile nicht eintreten kann. Der Vorteil dieser Bauart besteht darin, daß hierdurch eine punktweise Übertragung des Druckes auf das Porzellan vermieden wird, wodurch die Beanspruchung der Druckfläche wesentlich herabgesetzt wird. Durch die gesamte Anordnung des Klöppeleinbaues wird es beispielsweise ermöglicht, daß der Isolator von nur 120 mm Porzellanhöhe sogar ohne Bleiausguß eine mittlere Bruchfestigkeit von 11 t erreicht. Die mechanische Festigkeit des fertigmontierten Isolators liegt ausschließlich in der Bruchgrenze der Eisenarmaturen, und zwar bei 12 t, während die elektrische Minderung einen Mittelwert von über 10 t erreicht bei ganz geringer Streuung der Werte, was in Anbetracht einer Porzellanhöhe von 120 mm als recht günstig zu bezeichnen ist. Dipl.-Ing. E. Raasch.

Apparate.

Sechsphasengleichrichteranlage mit Einphasentransformatoren. — Es wird die in Abb. 6 dargestellte Schaltung zur Umformung von Drehstrom in Gleichstrom vermittels Großgleichrichter untersucht. An das Drehstromnetz sind die drei Primärphasen der drei Einzeltransfor-

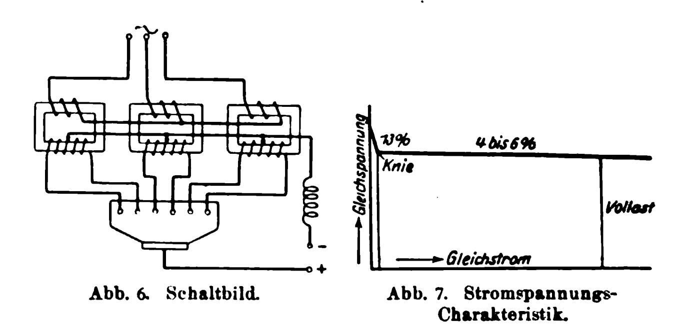


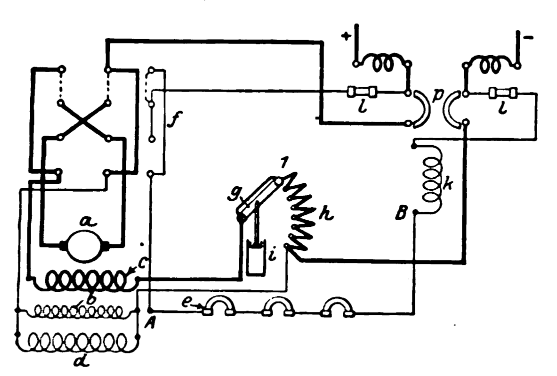
Abb. 6. Schaltbild. Abb. 7. Stromspannungs-Charakteristik.

matoren angeschlossen und in Stern geschaltet. Die Anfänge der sechs gleichen sekundären Wicklungen bilden den negativen Pol des Gleichstromnetzes, die Enden der Wicklungen gehen zu den Anoden. Die Gleichspannung, in Funktion des Gleichstromes dargestellt (Abb. 7), fällt zuerst mit zunehmendem Strom äußerst schnell um 13 % ab, alsdann ist der Gleichspannungsabfall sehr klein und beträgt etwa 4 ... 6 % bis Vollast. Der „kritische" Strom im Knie der Stromspannungs-Charakteristik liegt unter 1 %



des Vollaststromes. Bei Strömen oberhalb des kritischen Stromes führen dauernd wenigstens zwei, in den Überlappungszeiten drei Anoden gleichzeitig Strom. Die Sechsphasenschaltung arbeitet so wie zwei um 180° phasenverschobene Dreiphasen-Gleichrichter. Der Scheitelwert des Anodenstromes ist gleich dem halben Gleichstrom, und die Brenndauer einer Anode überschreitet einen Phasenwinkel von 120°. Die Oszillogramme der Anoden- und Netzströme, der Gleichspannung, der Feld- und Klemmenspannung am Transformator werden in der Arbeit eingehend dargestellt und daraus die Scheinleistung des Transformators und der Leistungsfaktor im Drehstromnetz berechnet. Letzterer liegt etwa zwischen 0,93 und 0,90. Die Scheinleistung der drei Transformatoren zusammen ist kleiner als bei der Schaltung „primär Dreieck/sekundär Doppelstern" mit dreischenkligem Transformator und etwas größer als bei der Schaltung „primär Stern/sekundär Doppelstern" mit dreischenkligem Transformator und zweischenkliger Saugdrosselspule. Dafür wird aber keine solche Drosselspule benötigt. Die Untersuchungen zeigen, daß die hier beschriebene Schaltung mit drei Einphasentransformatoren und diejenige mit zweischenkliger Saugdrosselspule in der Arbeitsweise sehr weitgehend übereinstimmen. (E. G e r e c k e, Arch. El. Bd. 19, H. 4, S. 449.)

Beschränkung des Sicherungsverbrauchs bei Aufzügen. — Für Aufzüge mit der in Abb. 8 dargestellten Schaltung empfiehlt O. F. D u b r u i e l den Einbau eines Relais im Türkontaktstromkreis, wenn häufig der Fall eintritt, daß



a Motoranker
b Nebenschlußwicklung
c Hauptstromwicklung
d Bremsspule
e Türkontakte
f Umschalter
g Anlasserhebel
h Anlaßwiderstand
i Bremse für Anlasserhebel
k Spule für Hauptschalter
l Sicherungen
p Hauptschalter

Abb. 8. Aufzugschaltung.

der Kontroller bei offener Tür betätigt wird, so daß beim Schließen der Tür, nachdem der mit Bremse versehene Anlasserhebel *g* bereits gesunken und nicht mehr genügend Widerstand vor den Anker geschaltet ist, die Hauptsicherungen des Motors durchbrennen und unliebsame Störungen hervorgerufen werden. Das Relais wird zwischen *A* und *B* gemäß Abb. 9 angeschlossen. Wenn jetzt ein Türkontakt

e Türkontakte
m Relaisspule
o Widerstand

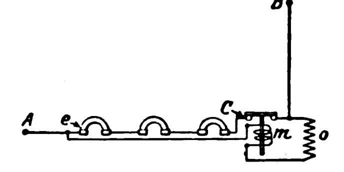


Abb. 9. Schaltung des Relais.

offen ist und der Aufzugführer anfahren will, so legt sich der Umschalter *f* entweder in die Aufwärts- oder Abwärtsstellung, und der Anlasserhebel stellt sich auf Kontakt *1*. Die Betätigungspule des Hauptschalters *p* spricht dann noch nicht an, weil ihr Erregerstrom durch die vorgeschalteten Spulen *m* und *o* zu stark geschwächt ist; die Spule *m* hat aber den Kontakt bei *C* geöffnet. Durch das Schließen der Tür wird jetzt der Erregerstrom von *k* nicht verändert, und der Motor bleibt ausgeschaltet. Erst wenn der Aufzugführer den Kontrollerhebel wieder in die Nullstellung gebracht hat, wird *m* stromlos, der Kontakt bei *C* schließt sich, und der Motor läuft, nachdem der Kontrollerhebel wieder auf Fahrt gestellt ist, im richtigen Augenblick an, wenn der Anlasserhebel auf Kontakt *1* steht. (O. F. D u b r u i e l, Power 1928, S. 29.) *Ka.*

Meßgeräte.

Präzisionsmessung von Durchschlagspannungen. — In dem Massachusetts Institute of Technology sind systematische Untersuchungen über die Natur des elektrischen Durchschlags vorgenommen worden, um festzustellen, ob die von K. W. W a g n e r im Jahre 1922 erstmalig veröffentlichte Theorie des Wärmedurchschlags der Isolierstoffe richtig ist. Es wird gesagt, daß die bisherigen Versuchsergebnisse, die diese Theorie bestätigen sollen, knapp und unbefriedigend seien, daß die Schwierigkeit hauptsächlich in der Ungleichmäßigkeit der erzielten Zahlenwerte liegt, die augenscheinlich immer von der Widerstandsfähigkeit des schwächsten Punkts im Dielektrikum abhängig sind. Es wurde deshalb eine selbsttätige Maschine entworfen, um diese Durchschlagversuche in großer Zahl unter genau bestimmten Bedingungen bei Verwendung eines Minimums von Handarbeit auszuführen. Während des Schuljahres 1925/26 wurden 130 Versuche mit über 100 000 Durchschlägen gemacht. Die Prüfung kann nur an dünnen Isolierstreifen hinreichender Länge erfolgen. Es wurden Streifen mit 30 mm Breite und 25 m Länge verwendet, an denen während eines Tages etwa 1000 Durchschläge gemacht werden können. Die Einrichtung besteht aus einem Elektrodenpaar (dessen Größe geändert wurde), einem Vorschubmechanismus und geeigneten Mitteln, um die Spannung eines Gleichstromgenerators für max. 4000 V im Verlauf von ½ min selbsttätig langsam zu steigern, sofort beim Durchschlag mit Hilfe eines empfindlichen Relais abzuschalten und den erzielten Höchstwert der Spannung mit einem Tintenschreiber gewöhnlicher Bauart zu registrieren. Bei der langsamen, gleichmäßigen Steigerung der Spannung ist diese Registrierung vollkommen ausreichend.

Durch viele Versuche hat sich ergeben, daß das Mittel der Durchschlagwerte bei 500 V Durchschlagspannung im Tagesdurchschnitt nur um ± 3,6 V variierte, d. h. weniger als 1 %, obwohl die Einzelwerte bis zu etwa ± 40 %, im allgemeinen ± 10 %, auseinanderliegen. Die Versuche wurden an Kondensatorpapier der General Electric Co. mit einer Dicke von nur 0,013 mm ausgeführt, sämtliche Versuche während des ganzen Jahres wurden mit Papier von einer einzigen Rolle vorgenommen. Die tägliche durchschnittliche Durchschlagspannung wurde mit Hilfe einer Rechenmaschine ermittelt, zeitweilig wurden Stundenmittel genommen, die 100 ... 120 Ablesungen erfaßten. Es ergab sich, daß bei diesem Kondensatorpapier der Einfluß der Temperatur sehr viel geringer war, als es der Wärmetheorie des Durchschlags entspricht. Die Temperatur wurde von — 2 ... + 130° geändert, die Durchschlagspannung änderte sich nur von etwa 585 V bei — 2° auf 470 V bei + 130° linear abnehmend. Es wird gesagt, daß dies möglicherweise damit zusammenhängt, daß so sehr dünnes Material verwendet worden ist und daß die Elektroden sehr gut wärmeleitend waren.

In dem weiteren Teil der Arbeit werden die neuesten Forschungen von J o f f e (Leningrad), I n g e, S e m e n o f f und W a l t h e r[1] erwähnt, auch Ergebnisse mitgeteilt, die den Einfluß der Größe der Elektroden zeigen sollen. Mit zunehmender Elektrodengröße nimmt die Durchschlagspannung immer ab. In der Diskussion haben auch andere Forscher die gleiche Beobachtung mitgeteilt. Eine merkwürdige Erscheinung zeigte sich noch insofern, als mit sorgfältig polierten neuen Elektroden die Durchschlagspannung immer anfänglich etwas geringer war, und daß sie erst nach etwa 1000 Durchschlägen einen konstanten Wert erreichte. Auch diese Eigentümlichkeit ist an anderer Stelle beobachtet worden. Nicht nur die Verfasser, sondern auch S h a v e r und C l a r k glauben auf Grund zahlreicher Versuche an Pyrex-Glas- und Porzellanisolatoren, ferner an Isolierpapier zu der Meinung berechtigt zu sein, daß der Durchschlag nicht entsprechend der Wärmetheorie erfolgt. Auch in der Diskussion wurde auf die bemerkenswerten Anomalien des Durchschlags sehr dünner Schichten hingewiesen, die Joffe und andere russische Physiker veröffentlicht haben. (V. B u s h u. P. H. M o o n, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1007 u. 1123.) *Kth.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Stromrückgewinnung beim Haltebremsen von Gleichstromfahrzeugen. — Das elektrische Bremsen kann benutzt werden sowohl zum Abbremsen der Fahrzeuge bis zum Stillstand, als auch zur Verminderung der Geschwindigkeit in Gefällen. Die rechnerischen Grundlagen der beiden Bremsarten sind verschiedene. Beim H a l t e b r e m s e n muß dem Fahrzeug eine Verzögerung gegeben werden, die

[1] Z. B. ETZ 1927, S. 619, 697 u. 1814.



während der gesamten Bremsperiode konstant sein soll. Folglich muß auch die Bremskraft während der gesamten Bremsperiode konstant bleiben. Die Verzögerung bewirkt aber eine Verminderung der Geschwindigkeit. Hieraus folgern wir die Grundbedingung der Haltebremsung: bei Abfall der Geschwindigkeit muß die Bremskraft konstant bleiben. Anders ist es beim Gefällebremsen. Ein im Gefälle befindliches Fahrzeug würde sich mit einer konstanten Beschleunigung bewegen, wobei diese Beschleunigung dem Werte $(i - w)$ proportional ist (i = Gefälle in ‰, w = Fahrwiderstand in kg/t). Das Bremsen soll hier diese Beschleunigung vernichten, soll dem Fahrzeug eine Beharrungsgeschwindigkeit geben. Wir haben somit konstante Bremskraft bei konstanter Geschwindigkeit für ein gegebenes Gefälle. Für ein kleineres Gefälle würde die Bremskraft kleiner sein müssen, aber auch die Geschwindigkeit ist kleiner. Hieraus folgern wir die Grundbedingung der Gefällebremsung: bei Abfall der Geschwindigkeit muß die Bremskraft kleiner werden, bei Erhöhung der Geschwindigkeit muß sie steigen.

Entsprechend den verschiedenen rechnerischen Grundlagen sind für die beiden Bremsarten auch voneinander abweichende Bremsschaltungen zu verwenden. Die Verwendung einer und derselben Bremsschaltung sowohl für das Haltebremsen als auch für das Gefällebremsen ist wohl möglich, ist jedoch oft unwirtschaftlich. Für beide Bremsarten kommt bei Nutzbremsung nur der fremderregte, bzw. Nebenschluß- oder gegenkompoundierte Generator in Frage wegen der Instabilität des als Generator auf konstante Netzspannung arbeitenden Reihenschlußmotors.

Alle Generatoren mit *Ns*-Charakteristik besitzen die Eigenschaft, daß sie bei erhöhter Geschwindigkeit — auf konstante Netzspannung arbeitend — selbsttätig größeren Strom geben, bei Verringerung der Geschwindigkeit kleineren Strom, d. h. sie entsprechen sämtlich der Grundbedingung für das Gefällebremsen. Auch der in Kurzschlußbremsschaltung arbeitende Reihenschlußmotor entspricht dieser Bedingung, d. h. die übliche Kurzschlußbremsung ist — von diesem Gesichtspunkte aus — als Gefällebremse anzusprechen. Trotzdem kann die Kurzschlußbremse und auch irgendeine Schaltung für Nutzbremsung im Gefälle auch für das Haltebremsen benutzt werden; es müßte aber dann die Regelung auf konstante Bremskraft von Hand, durch Einschalten variabler Widerstände bei der Kurzschlußbremse, oder durch Änderung der Erregung beim Nutzbremsen geschehen.

Nutzbremsschaltungen, die eigens für das Haltebremsen ausgebildet sind, gibt es nur sehr wenige. Alle bekannten Schaltungen dieser Art bestehen darin, daß die als Generatoren arbeitenden Triebmotoren unter Zwischenschaltung von Reglermaschinen an eine veränderliche Spannung gelegt werden, die so geregelt wird, daß der Nutzstrom auch bei variabler Geschwindigkeit des Fahrzeuges möglichst konstant bleibt.

Eine Schaltung dieser Art ist von Della-Riccia gegeben. Hier sind an die Netzspannung vier in Reihe geschaltete Reglermaschinen gelegt, und die Triebmotoren werden stufenweise an 1, 3, 4 dieser Regler gelegt, außerdem noch in Reihe oder parallel geschaltet. Zwei weitere Schaltungen für das Haltebremsen untersucht Guéry in Bull. Soc. Franç. des El., Bd. 7, 1927. Es sind dieses die Schaltungen „STAR" (Abb. 10) und von Boucherot (Abb. 11).

In der „STAR"-Schaltung wird der als Generator arbeitende Triebmotor *M* fremderregt. In Reihe mit *M* ist eine Reglermaschine *D* geschaltet, die zwei Erregerwicklungen besitzt und durch einen Motor angetrieben wird. Beim Fahren arbeitet der Regler als Generator, die Drehzahl seines Motors ist gering. Beim Bremsen beginnt der Regler als Motor zu arbeiten, nimmt seinen Antriebsmotor mit, dessen Geschwindigkeit sich bis zu einem Beharrungspunkt steigert. Die Klemmenspannungen von *M* und *D* sind einander entgegengerichtet. Wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeuges steigt, d. h. die EMK von *M* steigt, erhält der Regler eine größere Klemmenspannung, seine Gegen-EMK wird größer, der Nutzstrom kann somit nicht anwachsen. Dieses System wurde 1913 bei der Pariser Untergrundbahn ausprobiert.

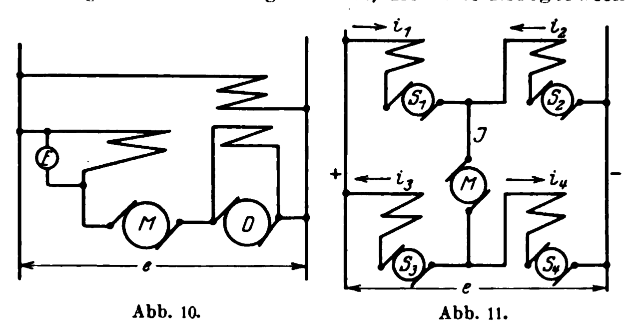


Abb. 10. Abb. 11.

Bei der Boucherot-Schaltung sind die als Generatoren arbeitenden Triebmotoren zwischen vier Reihenschluß-Reglermaschinen geschaltet, welche von einem Motor angetrieben werden. Die Schaltung entspricht der Wheatstoneschen Brücke. Bei schwacher Sättigung der Reglermaschinen können wir für die Klemmenspannungen der vier Regler annähernd schreiben: $e_1 = k i_1$ $e_2 = k i_2$ $e_3 = k i_3$ $e_4 = k i_4$, d. h. $e = e_1 + e_2 = e_3 + e_4 = k(i_1 - i_2) = k(i_4 - i_3)$. Hieraus ergibt sich für den Nutzstrom: $J = i_1 - i_2 = i_4 - i_3 = e/k$, wo k eine Konstante ist. Der Nutzstrom ist somit unabhängig von der Drehzahl. Bei linearer Magnetisierungskurve wäre jedoch das System labil; die Krümmung der Kurve gibt erst dem System die Stabilität, ohne daß der Nutzstrom nennenswert von der Drehzahl beeinflußt wird. Zweckmäßig ist es, die Erregerwicklungen der Regler zu kreuzen, d. h. s_1 mit s_2, s_3 mit s_4. Bei dieser Schaltung ergibt sich eine Gesamtleistung der Regler gleich etwa Gesamtleistung der Triebmotoren, während bei der eingangs erwähnten Della-Riccia-Schaltung die Gesamtleistung der Regler nur etwa 40 % der Leistung der Triebmotoren beträgt. (M. F. Guéry, Bull. Soc. Franç. des El Bd. 7, S. 1131.) *But.*

Zugförderkosten der Güterzüge bei Dampf- und elektrischem Betrieb. — Nach Wegfall des Wettbewerbs unter den ehemaligen Ländereisenbahnen des Deutschen Reiches sind für die Wegevorschriften der Güterzüge nur noch die Leistungsfähigkeit der Strecken und Bahnhöfe, die günstigste Verkehrsbedienung und die Zugförderkosten maßgebend. Dabei geben häufig die Zugförderkosten, d. h. die für die Beförderungsleistung auf dem einen oder dem anderen Weg aufzuwendenden Selbstkosten der Reichsbahn den Ausschlag. Diese Kosten sind mit Hilfe von Faustformeln für die mit Durchgangsgüterzügen belegten Strecken der Reichsbahn berechnet worden. Diese Faustformeln, auf deren Entwicklung hier nicht eingegangen werden kann, lauten:

	Die Beförderung einer Bruttotonne erfordert an überschläglichen Kosten (Pfennige)			
	1. der Zugkraft	2. der Fahrzeuge	3. der Zugmannschaften	4. des Oberbaus
A. bei Dampfbetrieb . .	$\frac{g\,A}{50}$	$\frac{T}{40}$	$\frac{25\,T}{G_W}$	$\frac{g\,L}{30}$
B. bei elektrischem Betrieb. .	$\frac{g\,A}{70}$	$\frac{T}{30}$	$\frac{20\,T}{G_W}$	$\frac{g\,L}{30}$

Dabei bedeutet

L = Länge der Strecke in Kilometern,

G_W = mittleres Gewicht der auf der Strecke verkehrenden Durchgangszüge in Tonnen,

G_L = mittleres Betriebsgewicht der für die Durchgangsgüterzüge auf der Strecke verwendeten Lokomotiven in Tonnen,

T = reine planmäßige Fahrzeit (ohne Aufenthalte) der Durchgangsgüterzüge auf der betrachteten Strecke in Minuten.

Für die Berechnung wird angenommen:

w = 3 kg/t als mittlerer Widerstand der Durchgangsgüterzüge entsprechend den meist vorkommenden Geschwindigkeiten zwischen 35 und 45 km/h.

Ferner wird errechnet:

$$g = \frac{G_W + G_L}{G_W} = \frac{\text{Gesamtzuggewicht}}{\text{Wagenzuggewicht}},$$

A = Zugförderarbeit auf 1 t Wagengewicht über die ganze Strecke in mt/t $= L\,w \pm H_a$; die gesamte Zugförderarbeit der Lokomotive, die sich selbst mitzufördern hat, ist gleich $g\,A$ mt auf 1 t Wagenzuggewicht,

H_a = Arbeitshöhe der Strecke in Metern nach der Formel: $H_a = l_1(+n_1) + l_2(+n_2) + l_3(+n_3) + l_4(-n_a) + \ldots$

wobei $n_1, n_2 \ldots$ die Neigungen der Streckenteile $l_1, l_2 \ldots$ bedeuten.

Mit den so ermittelten Zahlen wird ein Vordruck mit nachstehendem Kopf ausgefüllt, dessen Spalte 14 mit einer für den vorliegenden Zweck genügenden Genauigkeit die Selbstkosten der Beförderung von 1 t Wagenzuggewicht über die untersuchte Strecke ergibt.



Strecke oder Streckenabschnitt von	bis	Länge L in km	Arbeitshöhe H_a in m	Gewicht der Durchgangsgüterzüge ohne Lokomotive G_W nach dem Dienstfahrplan in t	Betriebsgewicht der Lokomotive G_L nach dem Dienstfahrplan in t	Reine Fahrzeit der Durchgangsgüterzüge (ohne Aufenthalt) T in min	$g = \frac{G_W + G_L}{G_W} = \frac{\text{Sp.}5 + \text{Sp.}6}{\text{Sp.}5}$	Zugförderarbeit für jede t Zuggewicht $wL + H_a = 3\,\text{Sp.}3 + \text{Sp.}4$ in mt/t	Überschlägliche Kosten für 1 t Wagenzuggewicht für die Zugförderung über die Streckenlänge L: Zugkraft	Fahrzeuge	Mannschaft	Oberbau	Insgesamt Sp. 10 bis Sp. 13 zusammen
									bei Dampfbetrieb				
									$\frac{gA}{50}$	$\frac{T}{40}$	$\frac{25\,T}{G_W}$	$\frac{gL}{30}$	
									bei elektrischem Betrieb				
									$\frac{gA}{70}$	$\frac{T}{30}$	$\frac{20\,T}{G_W}$	$\frac{gL}{30}$	
									Pfennige				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Das Endergebnis wird in ein Liniennetz der Durchgangstrecken des Güterverkehrs eingetragen. Durch Zusammenstoß der Einzelstrecken können dann die Gesamtkosten der Beförderung zwischen zwei Knotenpunkten unschwer ermittelt werden. Diese Kosten im Zusammenhang mit der Gesamtlänge des Leitungswegs und der Beförderungsdauer auf ihm ermöglichen einen Vergleich der Strecken untereinander und die Ermittelung des vorteilhaftesten Wegs.

Auf die Kosten des Dampflokomotivbetriebs soll hier nicht eingegangen werden. Für die elektrische Zugförderung liegen noch keine einwandfreien Unterlagen vor, doch können hier zur Anwendung der vorstehend angeführten Formeln die folgenden Angaben gemacht werden.

1 kWh am Triebradumfang kostet 2,5 Pf bei einem Preis von 1,7 Pf an der Schalttafel des Kraftwerks, 1 mt also 0,0069 Pf. Die Unterhaltungskosten der elektrischen Lokomotive machen etwa 80 % der Unterhaltungskosten der Dampflokomotive bei gleicher Leistung aus. Lokomotive und Fahrleitung zu unterhalten mag so viel kosten wie die Instandhaltung der Dampflokomotive allein, also 0,0077 Pf für 1 mt Zugförderarbeit. Diese erfordert somit einen Aufwand von $0{,}0069 + 0{,}0077 = \text{rd.}\ \frac{1}{70}$ Pf für 1 mt.

Bei Fahrten im Gefälle verschwinden die Zugförderkosten nicht ganz; sie können zu $^1/_6$ der Zugkraftkosten in der Wagrechten angesetzt werden.

Elektrische Lokomotiven kosten zwar 2,2mal so viel wie Dampflokomotiven, leisten aber das 1,35fache. Der Einfluß des Anschaffungspreises auf die Leistung ist also das $\frac{2{,}2}{1{,}35} = 1{,}6$fache der Kosten bei Dampflokomotiven. Beträgt dieser 0,015 Pf, so ist er bei der elektrischen Lokomotive mit 0,024 Pf für 1 t Wagenzuggewicht und 1 min Fahrzeit anzusetzen. Bei den Wagen bleibt dieser Betrag derselbe wie bei Dampfbetrieb, nämlich 0,01 Pf. Beide Kosten zusammen ergeben also rd. $\frac{1}{30}$ Pf.

Beim elektrischen Antrieb fällt der Heizer weg. Dadurch und durch die größere Geschwindigkeit, die zu einem günstigeren Verhältnis von Fahrzeit zu Aufenthalt führt, verringert sich der persönliche Aufwand gegenüber Dampfbetrieb erheblich; er beträgt rd. 20 Pf für den Zug für 1 min Fahrzeit.

Soweit vorstehende Zahlen aus dem Dampfbetrieb als Ausgangspunkt für die Ermittelung der Kosten des elektrischen Betriebes benutzt worden sind, sind sie den eingehenden, langjährigen Statistiken der Reichsbahn entnommen. (A. Baumann, Organ Fortschr. Eisenbahnwes., Bd. 82, S. 164.) *We.*

Bergbau und Hütte.

Schlagwettersichere Grubenarmatur. — Für die elektrische Beleuchtung in Bergwerken ist es erwünscht, daß die Beleuchtungsanlagen leicht hergestellt, nach Bedarf erweitert und gegebenenfalls wieder abgebaut werden können. Das läßt sich in einfacher Weise dadurch erreichen, daß man jede Armatur mit einem Steckeranschluß versieht, so daß die folgende Armatur durch Steckerleitung damit verbunden werden kann. In Abb. 12 ist eine derartige Armatur der Bergmann-Elektricitäts-Werke abgebildet, die außerdem so ausgeführt ist, daß durch Funkenbildung keine Explosionsgefahr entstehen kann. Die Achsen der Anschlußöffnungen der Armatur sind gegen die Horizontale etwas geneigt, um das Ablaufen des Wassers zu erleichtern. Die Lampe ist, wie üblich, in eine Glasglocke *b* eingeschlossen und letztere von einem Schutzkorb *c* umgeben. Die Stromzuführung erfolgt durch die Leitung *e*. Aus dem Querschnitt, Abb. 13, ist ersichtlich, daß diese Leitung durch eine Stopfbuchse *d* wasserdicht eingeführt ist. Man erkennt ferner die konzentrische Steckvorrichtung, die aus der Steckdose *f* und dem Stecker *g* besteht, der nach der Einführung durch die Flügelmutter *h* an der

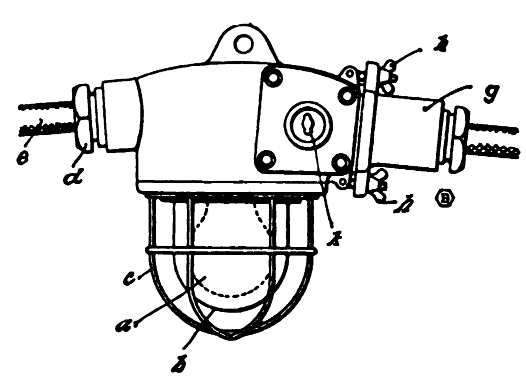


Abb. 12. Schlagwettersichere Grubenarmatur mit Steckeranschluß.

Armatur befestigt wird. Bei Herausnahme des Steckers *g* schließt eine Klappe *i* unter der Wirkung einer Feder die Einführungsöffnung selbsttätig ab.

Mit Rücksicht auf die erforderliche Schlagwettersicherheit wird der Steckeranschluß über einen Schalter *k*

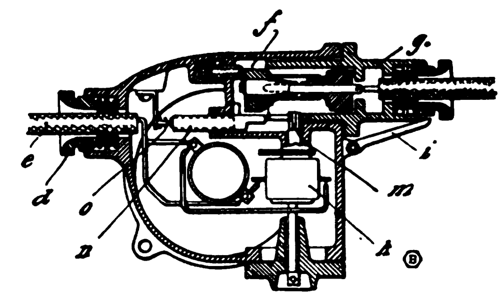


Abb. 13. Schnitte durch die Armatur.

geführt und eine Verriegelung derart getroffen, daß einmal ein Einführen oder Herausnehmen des Steckers *f* nur möglich ist, wenn der Schalter *k* sich in Ausschaltstellung befindet und ferner eine Betätigung des Schalters *k* immer nur bei vollständig eingesetztem Stecker stattfinden kann. Zu diesem Zweck ist der Kragen des Steckers, gemäß Abb. 14, in besonderer Weise geschlitzt. Die Schalterachse *m*, die einen flachen rechteckigen Querschnitt erhält, ragt bis in den Weg des Schutzkragens vor. Auf diese Weise ist es möglich, den Stecker in einer bestimmten Stellung des Schalters *k* ungehindert zu verschieben, während in einer dazu senkrechten Stellung des Schalters sowohl für das Einführen, als auch für das Herausnehmen des Steckers der Weg gesperrt ist. Ferner wird beim Einführen des Steckers entgegen der Wirkung einer Feder *o* ein Sperrglied *n* zurückgeschoben, das bei herausgenommenem Stecker unter dem Einfluß der Feder *o* über die Schalterachse *m* hinweggreift und diese gegen Drehung sperrt.

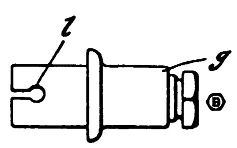


Abb. 14. Steckerkragen.

Um auf alle Fälle auch bei herausgenommenem Stecker genügend Sicherheit gegen Schlagwettergefahr zu haben, ist der Raum für die Steckvorrichtung von dem übrigen Armaturraum abgeteilt und gegen diesen Raum, in dem sich auch der Schalter *k* befindet, abgedichtet. Der Schalter ist außerdem sicherheitshalber doppelt gekapselt. (Bergm.-Mitt. Bd. 5, S. 67.) *Ka.*

Elektrische Kokslöschlokomotive. — Eine elektrische Lokomotive nach der in Abb. 15 dargestellten Sonderbauart wird beim Verschieben des Kosklöschwagens einer Kokerei verwendet. Der Lokomotivführer soll nicht nur die Bewegungen der Maschine und des meist vierachsigen Anhängewagens steuern, sondern er hat gleichzeitig das Beladen des Löschwagens und außerdem das Ablöschen des Koksinhaltes, welcher in glühendem Zustande aus den Retorten der Kokerei ausgedrückt wird, zu überwachen. Während des Ladevorganges soll sich die Geschwindigkeit der Fahrzeuge derjenigen des Ausdrückens anpassen. Aus diesen Forderungen ergeben sich die kennzeichnenden Eigenheiten einer solchen Lokomotive hinsichtlich des Fahrzeugteils wie auch der elektrischen Ausrüstung. Das Führerhaus ist daher wesentlich höher gelegen als bei den üblichen Verschiebelokomotiven und

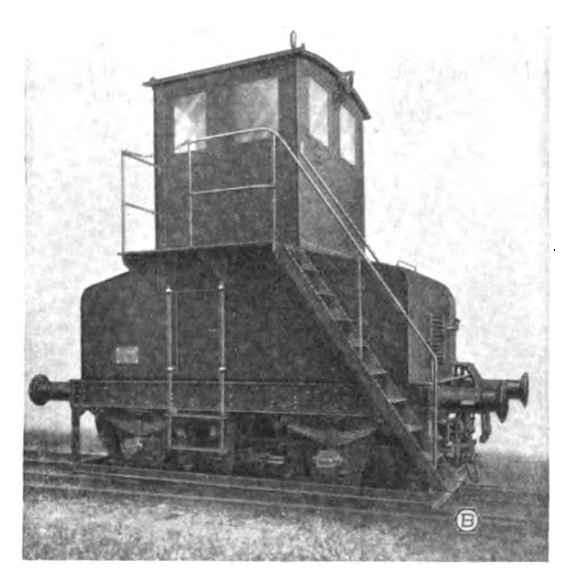


Abb. 15. Elektrische Kokslöschlokomotive.

allseitig vollkommen geschlossen. Die Fenster haben Scheibenwischer. Von seinem hohen Standort ist der Lokomotivführer imstande, sämtliche Arbeitsvorgänge vom Aufnehmen der Ladung an bis zum Ablöschen des Koks unter dem Löschturm und der Entleerung des Wagens aus den Seitenklappen zu beobachten. Gegen die beim Löschen auftretenden schwefelhaltigen Dämpfe und Gase ist er sicher geschützt. Die Hochlegung des Führerhauses bedingt die Anbringung einer Treppe mit Plattform. Im Laufgestell weicht die Maschine in nichts von der bei den Staatsbahnwagen gewohnten Bauweise ab. Die starr gelagerten Achsen, auf welchen der Rahmen gut abgefedert ruht, sind achtklötzig durch Druckluft bremsbar. Als Stoßvorrichtungen kommen neuzeitliche Hülsenpuffer zur Anwendung. Die Übertragung vom längs aufgestellten Motor erfolgt durch beiderseitige elastische Kuppelungen auf die Radsätze.

Der Motor der von der Bergmann-Elektricitäts-Werke A.-G. an Zeche Dorstfeld nach Dortmund gelieferten Kokslöschwagen-Lokomotive, eine neuentwickelte Form aus der Reihe gekapselter Drehstrommotoren, hat eine Stundenleistung von rd. 50 kW bei 380 V Drehstrom, 50 Hz. Er erreicht eine Stundenzugkraft von etwa 2270 kg bei der Geschwindigkeit von ungefähr 7,3 km/h. Beim Anfahren mit beladenem Löschwagen steigt die Zugkraft nur wenig höher, der Motor ist daher reichlich bemessen und für den durchgehenden Dauerbetrieb einer Kokerei geeignet, ohne sich nennenswert zu erwärmen. Die Widerstände gestatten zwecks genauen Einregelns der Fahr- auf die Ausdrückgeschwindigkeit der einzelnen Zellen der Koksbatterie längeres Verweilen auf den Stufen. Hierzu wird ein einfacher Wendefahrschalter benutzt, der in bekannter Weise zweiphasig mit dem Ständer, mit dem Läufer dreiphasig durch starke Kabel verbunden ist. Da es sich hier um einen sehr rauhen Betrieb handelt, war es notwendig, alle elektrischen Maschinen und Apparate sorgfältig zu kapseln. Das Führerhaus wird elektrisch geheizt. Innen neben der Tür sind sämtliche Schalter für die Beleuchtung und Heizung angebracht.

Die Druckluftanlage auf der Maschine ist nicht nur für das Bremsen der Lokomotive, sondern auch für Öffnen und Schließen der Entladeklappen im Löschwagen wie für Betätigung des Sandstreuers und einer Signalpfeife eingerichtet und enthält hierfür die große Speicherfähigkeit von rd. 1000 l. Der Motorluftpresser fördert in jeder Minute eine Luftmenge von 990 l bei einem Höchstdrucke von 8 at. Um die Lokomotive beliebig mit dem Löschwagen zu verbinden, sind beide Stirnseiten mit Schlauchkupplungen versehen, auch ist für jede Kuppelungsseite ein Klappenbetätigungsventil vorhanden.

Die Lokomotive ist für die Normalspurweite 1435 mm gebaut und wiegt 16,3 t. Zum Transport muß sie zerlegt werden, da sie das Durchfahrtsprofil der Staatsbahn überschreitet; bei der Montage der Leitungen wird auf die Teilungsnotwendigkeit besonders geachtet.

Die dreipolige Oberleitung wird auf der Ofenseite, ein Draht über dem andern, nach Art der Zuleitung für Hebezeuge und Krane verlegt. Die Stromabnehmer sind starr mit der Lokomotive verbunden. *fi.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Gesetzmäßigkeiten bei Hysteresiskurven. — Für ferromagnetische Stoffe ist die Induktion *B* eine unendlich vielwertige Funktion der Feldstärke *H*, man pflegt jedoch anzunehmen, daß es nur eine einzige Möglichkeit gibt, um zu einem bestimmten Wertepaar (*B*, *H*) zu gelangen, d. h. die Hystereseschleifen schneiden sich nicht und lassen sich angeben durch eine eindeutige stetige Funktion $f\left(\frac{dB}{dH}, B, H\right) = 0$, die für je eine aufsteigende bzw. absteigende Kurve gilt. Die Annahme der Eindeutigkeit ist jedoch nicht zutreffend, wie Kümmich experimentell nachgewiesen hat. Mittels ballistischen Galvanometers ermittelte er die Kurven für einen geschlossenen Eisenring, und zwar sowohl symmetrische Kurven als auch unsymmetrische, die von einem Punkt einer symmetrischen Kurve abzweigen. Seine Messungen zeigen, daß der Zustand des Eisens durch *B* und *H* keineswegs eindeutig charakterisiert ist, daß vielmehr für jeden Punkt (*B*, *H*) unendlich viele Steigungen $\frac{dB}{dH}$ möglich sind. Nur die obere Grenze von $\frac{dB}{dH}$, die bei großen Induktions- und Feldstärkewerten auftritt, ist eine eindeutige Funktion von *B* und *H*. Letzteres gilt auch für die untere Grenze, die für auf- und absteigende Äste gleich ist. An Umkehrpunkten ist die Steigung der auslaufenden Kurve nicht einfach durch die Koordinaten dieses Punktes bestimmt, sie hängt vielmehr auch von der Vorgeschichte, d. h. von der Einlaufsteigung ab: kleine Einlaufsteigung wirkt verkleinernd auf die Auslaufsteigung. Die physikalische Erklärung dieser Tatsachen bietet sich darin, daß gleiche Wertepaare (*B*, *H*) durch viele Stellungskombinationen der Elementarmagnete erreicht werden können. — Nach dem Gesagten hätte also die analytische Darstellung durch eine Funktion $F\left(\frac{d^2B}{dH^2}, \frac{dB}{dH}, B, H\right) = 0$ zu erfolgen, zu deren näherer Kennzeichnung jedoch das empirisch gewonnene Material noch nicht ausreicht. (R. Kümmich, El. u. Maschinenb. Bd. 45, S. 941.) *nkl.*

Hochspannungstechnik.

Die Spannungsverlagerung in Netzen mit Löschtransformatoren. — Seit der Einführung der Löscheinrichtungen in Netzen mit beträchtlicherem Erdschlußstrom stand stets die Frage im Mittelpunkt des Interesses, ob und wie stark die eingebaute Löschinduktivität eine Verschiebung des Netznullpunktes hervorruft, und ob speziell eine derartige Verlagerung eine solche Höhe erreichen kann, daß eine Gefährdung der Isolation der Anlage zu befürchten ist. War es vergleichsweise leichter möglich, die Verhältnisse für Nullpunktslöscher zu klären, so stießen die Untersuchungen für Pollöscher auf große Schwierigkeiten, wenn Unsymmetrien in der Magnetisierung der einzelnen Phasen berücksichtigt werden sollten. Eine derartige Berechnung

wird von G. Oberdorfer durchgeführt, wobei unter anderem die Methode des Rechnens mit symmetrischen Koordinaten verwendet wird. Diese Rechenart ist in der Literatur bereits mehrfach beschrieben worden[1], wird jedoch in der genannten Arbeit nochmals kurz erläutert. Für den Pollöscher, System Bauch, kann dann das Ersatzschaltbild Abb. 16 gezeichnet werden[2]. Aus dem Schaltbild lassen

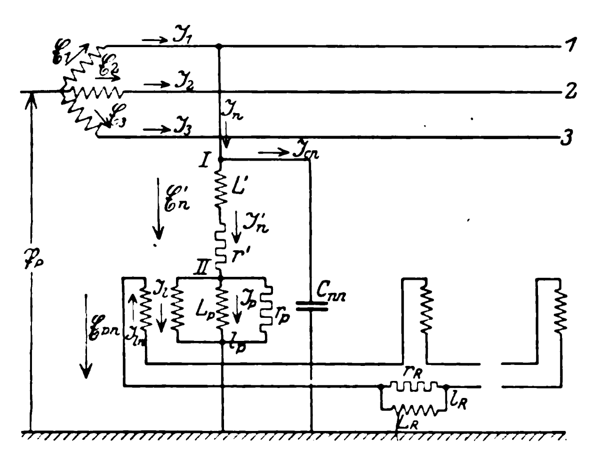


Abb. 16. Ersatzschaltung für einen Pollöscher System Bauch.

sich nunmehr unschwer sechs Gleichungen ableiten, aus denen sich bei bekannter Magnetisierungslinie des Löschers die Nullpunktsverlagerung ermitteln läßt, die bei verschiedenen Netzunsymmetrien auftritt. Es handelt sich also vorerst darum, einen Ausdruck für den „Unsymmetriegrad" der Leitung zu finden. Bezeichnen wir diesen mit u und definieren wir ihn als das Verhältnis des Stromes, der bei satt geerdetem Sternpunkt infolge der Kapazitätsunsymmetrie der Leitung fließen würde, zum Erdschlußstrom bei sattem Erdschluß einer Phase, z. B. Phase 1, so ist

$$u = \frac{\sum \mathfrak{E}_n \, \omega \, \mathfrak{C}_{nn}}{\mathfrak{E}_1 \sum \omega \, \mathfrak{C}_{nn}} \; {}^{*3}$$

Aus den bisher aufgestellten Gleichungen findet der Verfasser unter Berücksichtigung der Löschbedingung $\mathfrak{J}_n' = \mathfrak{J}_{cn}$ die beiden Hauptgleichungen

$$\sum \mathfrak{J}_{pn} = \mathfrak{P}_p \, \mathfrak{E} + u \, \mathfrak{F} \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

$$\mathfrak{E}_{pn} \, \mathfrak{G} - \mathfrak{J}_{pn} = \mathfrak{E}_n \, \mathfrak{G} + u \, \mathfrak{D} + \mathfrak{P}_p \, \mathfrak{H} \quad \ldots \quad (2)$$

Mit Hilfe der beiden Hauptgleichungen (1) und (2) ist es nunmehr möglich, für verschiedene Werte u der Leitungsunsymmetrie die zugehörige Nullpunktsverlagerung $\mathfrak{P}_p$ graphisch zu bestimmen. Hierbei sind die Größen $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{F}$, $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$ Gleichungskonstanten, die aus den Konstanten des Problems zu errechnen sind. Zur graphischen Lösung des Problems geht man zweckmäßigerweise von Gl. (2) aus. Der Summand $u\mathfrak{D}$ kann wegen seiner Kleinheit vernachlässigt werden. Der Zusammenhang zwischen $\mathfrak{J}_{pn}$ und $\mathfrak{E}_{pn}$ ist ferner durch die Magnetisierungslinie des Löschers gegeben. Es kann also für ein gewähltes $\mathfrak{P}_p$ für jede Phase das zugehörige $\mathfrak{J}_{pn}$ ermittelt werden. Man kann damit $\sum \mathfrak{J}_p$ bilden und nach Angabe der Gl. (1) nachprüfen, ob für einen bestimmten Wert von u das gewählte $\mathfrak{P}_p$ die Gleichung befriedigt. Ist dies nicht der Fall, so wäre die Untersuchung mit einem anderen $\mathfrak{P}_p$ in gleicher Weise zu wiederholen und damit so lange fortzufahren, bis Gl. (1) eindeutig erfüllt ist. Man geht hierbei am besten so vor, daß man die Wahl der $\mathfrak{P}_p$ systematisch vornimmt, und zwar in der Art eines Polarkoordinatensystems, wobei man für die Teilresultate Kurvenscharen erhält, die in den entsprechenden Schnittpunkten die Ortskurve für den Vektor liefern. — Am Schluß seiner Arbeit zeigt der Verfasser die Anwendung der gefundenen Ergebnisse auf ein praktisches Beispiel, die Untersuchung eines Löschtransformators für 327 kVA bei 21 kV verketteter Spannung und findet hierfür eine Ortskurve für die Spannungsverlagerung. (G. Oberdorfer, Arch. El. Bd. 19, H. 4, S. 405.)

[1] Vgl. z. B. Oberdorfer, El. u. Maschinenb. Bd. 45, S. 296.

[2] Das Schaltbild ist der Einfachheit halber nur für eine Phase (1) vollständig gekennzeichnet; die Einzelheiten sind sinngemäß auf die beiden anderen Phasen (2 u. 3) zu übertragen.

*3 Der Index n bezieht sich auf die Phasen 1 bis 3 und ist beim Summenzeichen der Einfachheit halber weggelassen, unter der Annahme, daß es sich stets auf alle drei Phasen beziehen soll.

Chemie.

Über französische Akkumulatoren. — L. Jumau veröffentlicht in der Rev. Gén. de l'El. Auszüge aus einer großen Anzahl von französischen Patenten über den Akkumulator und dessen Anwendungsbereich. Von diesen vielen Patenten haben wenige praktischen Wert, nur einzelne bringen wirklich neue Prinzipien und haben Aussicht auf Einführung in die Praxis, weshalb wir uns nur auf eine Auswahl der bemerkenswertesten Patente beschränken wollen. In Frankreich werden die Patente auf ihre Neuheit nicht geprüft, so daß vielfach Bekanntes in den Patentschriften wiederholt wird. Für die in der nachfolgenden Zusammenstellung erwähnten französischen Patente sind in der Klammer die entsprechenden deutschen Reichspatente angeführt.

I. Bleisammler.

1. Gruppe: Gitter und Platten.

H. Keller stellt feinmaschige Sammlergitter her, indem er die Platte senkrecht zu ihrer Ebene gießt und das erstarrte Gitter durch einen Schnitt parallel zur Gitterfläche von der im Gußraum gebildeten Platte abtrennt. (D. R. P. 410 935.)

Die Compagnie Générale d'Electricité verwendet eine positive Platte, deren wellenförmige Oberfläche mit einer dicht anliegenden fein gelochten Hülle aus nichtleitendem Stoff bedeckt ist und an die Gegenplatte oder an den Scheider angepreßt wird. Die Platte ist ein in der Herstellung billigerer Ersatz für die aus einzelnen Röhrchen bestehende sogenannte Panzerplatte. (D. R. P. 437 913.)

Einen weiteren Versuch zur Herstellung ähnlicher positiver Platten stellt der Vorschlag von L. Kriéger dar, nach welchem ein aus Masse bestehender Zylinder mit Draht oder Bändern umwickelt wird. Ob dieses Verfahren wirklich billiger ist, muß bezweifelt werden.

2. Gruppe: Zusammensetzung der aktiven Masse.

Tribelhorn setzt als Spreizstoff, um die Masse poröser zu machen, Cupren zu, ein Derivat des Azetylens, das sehr geringes spezifisches Gewicht hat. (D. R. P. 389 767.)

A. Strasser und C. Müller verwenden ein Bleinatriumgemisch, das sie in durchlöcherte Röhren füllen. Diese Röhren werden dann in Wasser gestellt; es bleibt poröses Blei übrig. Die Verwendung des Bleinatriums bei der Herstellung des porösen Bleies ist längst bekannt; das angeblich Neue an diesem Verfahren ist, daß die Bleinatriumlegierung nach ihrem Einschluß in die Röhren ausgelaugt wird. Das entsprechende deutsche Patent wurde versagt.

Die Société Le Carbone verwendet ein Gemisch von Bleioxyden mit Holzkohlenpulver verschiedener Korngröße. In dem Zusatz-Patent Nr. 30 378 gibt sie eine Methode an, um die Kohlenkörnchen gegen Flüssigkeiten undurchlässig zu machen, da ihre Wirkung nach Ansicht der Firma auf der Absorption von Gasen beruhe, welche Wirkung durch die Befeuchtung mit dem Elektrolyt verringert oder aufgehoben wird. Als Bindemittel verwendet sie Glucose, die durch Erhitzen später verkohlt wird. Der Zusatz von Holzkohlenpulver als Spreizstoff ist längst bekannt; seine Wirksamkeit als Absorptionsmittel für Gase erscheint sehr fraglich.

3. Gruppe: Behandlung der Platten vor dem Zusammenbau.

Um die geladenen Negativen unter Erhaltung ihrer Ladung trocken aufzubewahren, überzieht die Chloride Electrical Storage Company die Platten nach der Formation mit einer Gelatinelösung, die Formaldehyd enthält, worauf sie in bekannter Weise unter Ausschluß des atmosphärischen Sauerstoffes getrocknet werden. (D. R. P. 439 809.)

Zu demselben Zweck führt die Compagnie Générale d'Electricité die Trocknung der geladenen negativen Platten in einem verhältnismäßig kleinen geschlossenen Gefäß aus, wobei die geringe Menge des in der Gefäßluft enthaltenen Sauerstoffes durch den Bleischwamm absorbiert wird, ohne diesen nennenswert zu oxydieren, so daß die weitere Trocknung in sauerstoffreier Atmosphäre erfolgt. (D. R. P. 441 862.)

4. Gruppe: a) Einbau der Elemente.

Die Compagnie Générale d'Electricité bringt, um die Korrosion an der Bleiauskleidung der Holzkästen zu verhüten, zwischen dem unteren Teil des Holzkastens und

der Bleiauskleidung eine chemisch nicht angreifbare und elektrisch isolierende Schicht aus Weich- oder Hartgummi an. (D. R. P. 424 856.)

b) Scheider.

Die Société de Loye et Touzot verwendet gewellte Scheider aus Zellulose. Die Haltbarkeit dieser Scheider, besonders bei Berührung der positiven Platten, erscheint fraglich. Darum läßt sie sich in einem weiteren Patent die Kombination dieser Scheider mit solchen aus perforierten Hartgummiblechen schützen, wobei die letzteren an der Positiven anliegen.

F. Andersen verwendet Scheider aus mehr oder weniger vulkanisiertem Kautschukschwamm.

Der Scheider von Wildermann stellt eine dünne Platte aus porösem Hartgummi dar, die mit einem Rahmen und Rippen aus dichtem Hartgummi versehen ist. Der poröse Hartgummi wird hergestellt aus Körnchen vulkanisierten Hartgummis, die mit einer kautschuk- und schwefelhaltigen Lösung befeuchtet, getrocknet, in Platten gepreßt und vulkanisiert werden. (D. R. P. 423 079.)

Um die Holzscheider zu trocknen, verwendet die Compagnie Générale d'Electricité ein Verfahren, wonach die Scheider während des Trocknens zwischen zwei Schichten heißen Sandes gepreßt werden. (D. R. P. 426 782.)

Nach einem anderen Verfahren dieser Gesellschaft werden die Holzscheider während des ganzen bei erhöhter Temperatur erfolgten Trockenvorganges auf ihren ganzen Flächen festgehalten, indem sie z. B. zwischen feinmaschigen Drahtnetzen gelagert werden. Es soll durch dieses Verfahren das Krümmen und Reißen der Brettchen beim Trocknen vermieden werden. (D. R. P. 404 419 u. 426 296.)

Der von Dr. H. Beckmann hergestellte Scheider besteht aus schwammförmigem Gummi, dessen Poren mikroskopisch klein sind, so daß sie die feinsten Teilchen des Bleidioxydes zurückhalten. Die Scheider werden von der Schwefelsäure nicht angegriffen, haben große Elastizität und bieten dem Durchgang des Stromes nur geringen Widerstand. Sie werden aus mit Schwefel versetztem Latex hergestellt, welcher durch einen bestimmten Zusatz als gallertartige Masse erstarrt und unter Vermeidung der Wasserabgabe vulkanisiert wird. (D. R. P. 414 975.)

Um zu vermeiden, daß sich die Holzscheider, wenn sie durch den Elektrolyten erweicht sind, dicht an die Hartgummifläche anlegen, wird die Wellung der Hartgummibleche von der Compagnie Générale d'Electricité in einem spitzen Winkel mit der wie üblich senkrecht laufenden Faserrichtung der Holzplatte durchgeführt. (D. R. G. M. 894 242.)

Zur Trennung der vertikalen Plattenkanten verwendet die Compagnie Générale d'Electricité einen Stab, der eine senkrechte Nute besitzt, in welche der Scheider eingreift. Der Trennungsstab, dessen Dicke dem Plattenabstand entspricht, wird zwischen die Platten so eingeschoben, daß sein Rücken an die Gefäßwand anstößt. (D. R. P. 422 279.)

c) Verschiedene Einzelheiten des Zusammenbaues.

Die Compagnie Générale d'Electricité befestigt den Ableitungspol durch Vulkanisation in dem Hartgummideckel. (D. R. G. M. 824 368.)

Derselben Gesellschaft ist auch eine in den Hartgummideckel einvulkanisierte Bleibuchse, durch die der Ableitungspol geführt wird, geschützt worden. (D. R. G. M. 824 371.)

Die Société des Accumulateurs électriques ersetzt die bei transportablen Akkumulatoren üblichen Deckel aus Hartgummi o. dgl. durch solche aus Blei, da sich diese nicht verziehen. Selbstverständlich müssen dann die Durchführungen der Elektrodenpole von den Deckeln isoliert werden.

Die Société Rowland Edwards and Company limited stattet den üblichen Schutzraum, welcher das Auslaufen des Elektrolyten bei einigen der Elemente verhindern soll, mit schrägen Zwischenwänden aus, um das Zurücklaufen des im Schutzraum versprühten Elektrolyten zu erleichtern. (D. R. P. 453 761.)

d) Elektrolyte.

A. J. André de la Porte empfiehlt insbesondere zur Aufbesserung sulfatierter Platten eine Lösung von Ammoniak und Alaun in verdünnter Schwefelsäure, welche unter dem Namen „Lightning Elektrolyt" in den Handel gekommen ist.

Bezüglich seiner Wirksamkeit wird auf den Aufsatz von Prof. Arndt in dieser Zeitschrift verwiesen. (ETZ 1926, S. 934.)

5. Gruppe: Zusammenbau der Batterien.

H. F. Heath und P. Kapitza isolieren die bipolaren Platten voneinander durch auf den Plattenflächen verstreute Scheiben aus Isolationsmaterial. (D. R. P. 453 977.)

Bei den üblichen zweiteiligen Porzellanisolatoren berühren sich die beiden Hälften in ebener Fläche. Die Berührung ist unvollkommen, wenn die Unterlage und der Gefäßboden zueinander nicht parallel sind. Nach einer Neuerung der Compagnie Générale d'Electricité wird dieser Übelstand vermieden, wenn die Berührungsstelle der Isolationsflächen kugelförmig ausgebildet wird. (D. R. G. M. 916 363.)

Bei der Ventilation von Akkumulatorenräumen werden aus parallel gelochten Bleiblechen Säureabscheider verwendet, um die die Nachbarschaft belästigenden Säuredünste abzuscheiden. Nach einem Patent der Compagnie Générale d'Electricité wird die Wirksamkeit dieser Säureabscheider erhöht, wenn die gelochten Bleibleche durch Schichten von Glaswolle voneinander getrennt werden. (D. R. P. 426 394.)

II. Nicht-Bleisammler.

Die Elektrode alkalischer Akkumulatoren besteht häufig aus einer mit wirksamer Masse gefüllten Tasche aus fein gelochtem Metallblech, wobei zwecks Erhöhung der Leitfähigkeit zickzackförmige Einlagen aus Metallblech verwendet werden. Die Svenska Ackumulator Aktiebolaget Jungner schlägt vor, das Zusammenpressen der wirksamen Masse mit den Einlagen und das Einpressen in den Behälter in einem Arbeitsgang vorzunehmen.

III. Verschiedene Akkumulatoren.

B. C. B. Laurès versieht den Zink-Brom-Akkumulator mit horizontalen Platten, unter welchen sich ein freier mit Elektrolyt gefüllter Raum befindet, in dem sich das bei der Ladung entstehende Brom ansammeln kann.

A. Cellino elektrolysiert eine Wasserglaslösung zwischen einer Elektrode aus Blei und einer Elektrode aus Aluminium und fügt etwas von der so erhaltenen Flüssigkeit dem Elektrolyten des Blei-Zink-Akkumulators zu, um einen glatten Zink-Niederschlag zu erhalten.

Ebenfalls beim Blei-Zink-Akkumulator vermeidet A. Pouchain den schädlichen Antimongehalt der Hartbleigitter seiner positiven Platte durch Anwendung entsprechend versteiften Weichbleies.

Unter dem Namen Manuel Loring Martinez ist der auch in Deutschland durch Reklame bekannt gewordene „Almeida-Akkumulator" patentiert. — Es sei auf die Notiz in der ETZ 1927, S. 950, hingewiesen.

IV. Anwendung der Akkumulatoren.

1. Elektrische Zugbeleuchtung. Hier wird eine Anzahl von Schaltungen für elektrische Zugbeleuchtung besprochen, die von der Société alsacienne de Constructions mécaniques, der Société L'Eclairage des Véhicules sur Rail, der Société Constructions électriques de France und E. E. H. Duchâtel, von J. Bethenod, C. E. J. Brandt und der Société Brown, Boveri et Cie herrühren. Da diese Schaltungen nur geringes allgemeines Interesse bieten und ohne Schaltbilder nicht verständlich sind, wird davon abgesehen, hier darauf einzugehen.

2. Grubenlampen. Die Société nouvelle des Accumulateurs Phoenix hat sich eine selbsttätige Ladeeinrichtung für Grubenlampenbatterien mit dem Anschluß an ein Netz schützen lassen, deren Charakteristik in einer Anzahl von Widerständen besteht, die selbsttätig in dem Maße ausgeschaltet werden als die Akkumulatorenzellen zur Ladung kommen.

Die Ziegenberg A.-G. benutzt in ihrer Grubenlampe einen Blei-Zink-Akkumulator und vermeidet die Einwirkung der Schwefelsäure auf das Zink bei Nichtgebrauch dadurch, daß die Lampe im Ruhezustande umgekehrt wird, wodurch der Elektrolyt von der Zinkplatte abfließt. (L. Jumau, Rev. Gén. de l'El. Bd. 23, S. 131.) Dr. Straßer.

Allgemeiner Maschinenbau.

Elektrische Ausrüstung in Kesselanlagen. — Eine neuzeitliche Kesselanlage mit mechanischer Kohlenbeschickung, Unterwind- und Saugzugventilatoren be-



sitzt eine Anzahl von Antriebsmotoren, die teilweise mit konstanter Geschwindigkeit laufen, teilweise eine Geschwindigkeitsregelung benötigen. Bis jetzt wurden in den mittleren Anlagen die verschiedenen Anlasser und Geschwindigkeitsregler dieser Motoren ziemlich willkürlich und zerstreut aufgestellt, und man begnügte sich höchstens damit, sie an einem Orte, in der Nähe von den übrigen Regelungsorganen wie Luft- und Rauchklappen zu vereinigen, um die Arbeit des Heizers zu erleichtern.

Einen gewissen Schritt weiter stellt deswegen die einheitliche Druckknopfsteuerung sämtlicher Antriebe eines Kesselhauses, wie man sie in einigen amerikanischen Großkesselanlagen und in der letzten Zeit auch in Europa findet, vor. Eine vorläufig aus vier Kesseln bestehende Anlage dieser Art (Abb. 17) wurde

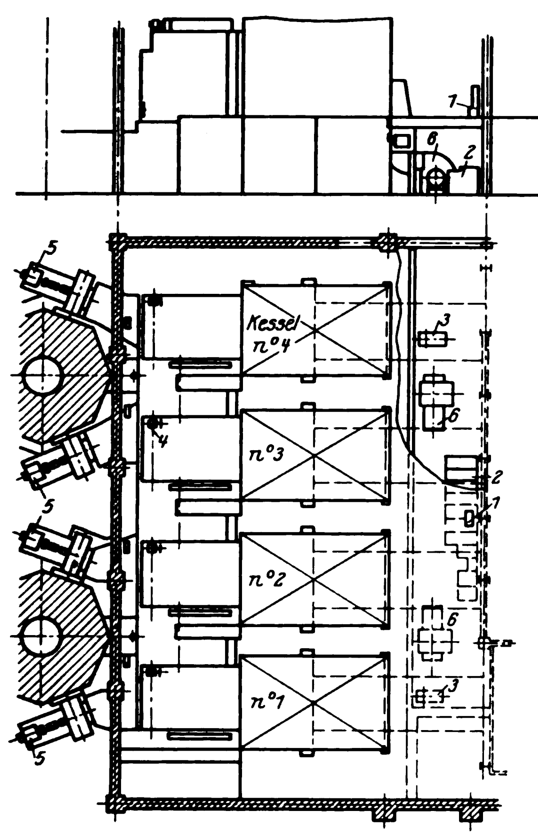


Abb. 17. Druckknopfsteuerung der Antriebsmotoren in einer Kesselanlage mit Rostfeuerung.

von der Brookhirst Switchgear Ltd. (England) gebaut. Von der Druckknopftafel (*1*), die sich im Kesselhaus vor der betr. Kesselreihe befindet, werden folgende, in dem Aschenkeller aufgestellte Apparate (*2*) gesteuert: die Schalter der beiden Rostantriebsmotoren (*3*), die Schalter der Ekonomisermotoren (*4*), der Schalter für einen mit selbsttätigem Rotoranlasser versehenen Transportmotor, die vier Schalter der Saugzugmotoren (*5*), die mit Geschwindigkeitsregelung versehen sind, und zwei Schalter für die Unterwindmotoren (*6*), die ebenfalls einen Rotoranlasser besitzen. Die Betriebspannung ist 550 V (Dreiphasenstrom). Sämtliche Schalter sind als gekapselte Ölschalter durchgeführt. Die Rotoranlasser, bzw. die Geschwindigkeitsregler sind in der Nähe der betreffenden Motoren aufgestellt und haben einen Magnet-Ratschen-Antrieb. Die Geschwindigkeitsregler besitzen zwei Magnetspulen, die den beiden Druckknöpfen „mehr" und „weniger" entsprechen; der erste von denselben dient gleichzeitig zum Anlassen. Jeder Hub des Magnetkernes verschiebt die Bürsten mittels eines Klinkwerkes um einen Zahn; nach erfolgtem Hub wird der Magnetstrom selbsttätig unterbrochen und der Magnetkern fällt, um, falls der entsprechende Druckknopf weiter gedrückt wird, von neuem zu steigen. Durch Betätigung der entsprechenden Druckknöpfe wird in dieser Weise das Anlassen und das Abschalten sowie die Geschwindigkeitsregelung von 350 ... 480 U/min durchgeführt. Eine Signallampe wird eingeschaltet bei Erreichung der Maximalgeschwindigkeit, während die mittleren Geschwindigkeiten auf einem Zugmesser zu erkennen sind. Die selbsttätigen Rotoranlasser haben ebenfalls zwei Antriebsmagnete mit Klinkwerk; durch den Druckknopf „ein" wird der betreffende Ölschalter eingeschaltet, wodurch der Anlasser in Bewegung kommt; nach dem Abschalten geht er in die Nullstellung zurück. Es ist zu bemerken, daß die Unterwindmotoren keine Geschwindigkeitsregelung besitzen, so daß eine Klappenregelung notwendig wird, falls die Anlage Schwankungen in der Dampfabgabe ökonomisch ertragen soll.

Bei der Kohlenstaubfeuerung ist die Anzahl der Motoren bedeutend größer als bei der Rostfeuerung, besonders dort, wo die Kohlenaufbereitung individuell für jeden Kessel oder für mehrere Kesselgruppen erfolgt. Die Steuerung sämtlicher Motoren kann dann auf einigen Druckknopftafeln zweckmäßig vereinigt werden. Die von derselben Firma ausgerüstete Kesselanlage mit Kohlenstaubfeuerung des neuen Kraftwerkes in Poplar (London) (3 Kessel von je 576 m²) besitzt folgende druckknopfgesteuerte Antriebe: zwei Motoren für den Rohkohlentransport, zwei Motoren für die Rohkohlenaufzüge, drei Motoren für die Trockenventilatoren, einen Motor für den Magnetabscheider, drei Gleichstrommotoren für die Trockentrommeln, drei Motoren für die Kohlenmühlen von je 60 kW, drei Motoren für die Saugventilatoren zur Kohlenstaubbeförderung von je 33 kW, zwei Motoren für die Kohlenstaubbeförderung, drei Motoren für die Primärluftventilatoren von je 15 kW, drei Gleichstrommotoren zum Antrieb von Brennerdüsen und drei Gleichstrommotoren für die Saugzugventilatoren von je 48 kW, nebst einigen anderen für die Entaschungsanlage und für die Speisehilfspumpen bestimmten Antriebe. Sämtliche Schalter sind als gekapselte Ölschalter ausgebildet; die größeren Motoren sind mit selbsttätigen Anlassern versehen. Diejenigen Motoren, die Geschwindigkeitsregelung benötigen, sind Gleichstrommotoren mit selbsttätigen Geschwindigkeitsreglern, die den oben erwähnten Anlassern mit Magnetantrieb ähnlich sind. Ein zweiter Satz von Druckknöpfen befindet sich auch in der Nähe von einigen größeren Motoren, damit jede Operation auch individuell am Motor durchgeführt werden kann. Die auf vier Tafeln zweckmäßig vereinigten Druckknöpfe sind gruppenweise mit gegenseitiger Verriegelung versehen, so daß das Inbetriebsetzen in gegebener Reihenfolge geschehen muß. So ist z. B. auf der ersten Druckknopftafel folgende Reihenfolge zu beachten: Trockenventilatoren, Trockentrommeln, Kohlenmühlen, Saugzugventilatoren zur Kohlenstaubbeförderung. Das Außerbetriebsetzen eines Motors der Reihe hat selbsttätiges Abschalten sämtlicher übrigen Motoren der Reihe zur Folge. Für die Trockentrommelmotoren sind besondere Druckknöpfe „sehr langsam" zugegeben, mit welchem die betreffende Maschine in einen sehr langsamen Gang gesetzt wird, die die Untersuchung und Revision gestattet. Die zur Kesselregelung besonders wichtigen Druckknöpfe (Brennerdüsen, Primärluft und Saugzug) sind natürlich für jeden Kessel auf einer Tafel nebeneinander gesetzt und mit entsprechenden Signallampen versehen, um die Bedienung möglichst zu erleichtern.

Die einheitliche Druckknopfsteuerung sämtlicher Antriebsmotoren einer Kesselanlage, wie sie in den erwähnten Anlagen durchgeführt wurde, stellt gewissermaßen eine Vorstufe zu der selbsttätigen (oder halbselbsttätigen) Kesselführung dar. Sie wird mit Vorteil dort verwendet, wo die selbsttätige Regelung mit Rücksicht auf die regelmäßige Dampferzeugung nicht in Frage kommt. Aber auch in Vereinigung mit den selbsttätigen Kesselreglern, die dann einfach die Geschwindigkeitsregelung der Unterwind-, Saugzug- und Rost- bzw. Brennerdüsenmotoren übernehmen, bietet sie große Vorteile durch die erhöhte Übersichtlichkeit und Betriebsicherheit. (Engineering, Bd. 125, S. 85 u. 145.) *ak.*

Werkstatt und Baustoffe.

Neuartiger Isolierstoff für die Hochspannungstechnik. — Walter Meyer hat wegen der geringen elektrischen Festigkeit des Hartpapiers in Richtung der Schicht und seiner Empfindlichkeit gegen Feuchtigkeit einen neuen Isolierstoff geschaffen, der den geschützten Namen Di-El führt und von der Firma Walter Meyer, Dielectrika, Oerlikon, geliefert wird. Der Stoff weist diese Fehler nicht auf und besitzt als Kondensationsprodukt einheitliche, homogene und dichte Struktur. Untersuchungen in der Materialprüfungsanstalt des SEV., sowie in der Materialprüfungsanstalt der T. H. Zürich führten zu den folgenden Ergebnissen:



Die Feuchtigkeitsaufnahme nach dreiwöchigem Aufenthalt in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft betrug weniger als 0,3 ‰. Nach 3 × 24stündigem Liegen in schweflige Säure haltendem Wasser und 1 h in demselben Wasser bei 100 ° hatte sich keine äußerlich wahrnehmbare Veränderung eingestellt. (Angaben über etwaige Gewichtsänderung fehlen.) Überschlagproben an Prüfstäben aus Di-El-Material wurden in der Weise ausgeführt, daß auf Stäben verschiedener Länge Endkappen aufgebracht wurden mit verschiedener Abrundung. Diese Kappen sitzen aber nicht unmittelbar auf den Stäben, sondern auf einem 5 mm starken Distanzring aus Isolierstoff. Es wird nun die Überschlagspannung zwischen diesen Kappen beobachtet. Diese Werte sind natürlich, solange die Stäbe nicht ganz schlecht isolieren, reine Überschlagswerte in Luft, sie stehen in keinerlei Beziehung zu den Eigenschaften des Isolierstoffes. Daß dann beim Überschlagen des Lichtbogens die Stäbe nicht beschädigt werden, liegt daran, daß der Fußpunkt des Lichtbogens auf den Kappen sitzt und nicht dicht an den Stäben. Für die Überschlagsversuche unter Öl gilt entsprechend dasselbe.

Rascher Temperaturwechsel von + 50 ° auf — 7 ° hatte keinen schädlichen Einfluß auf die Stäbe, ebensowenig eine Woche dauernder Aufenthalt in Öl von 115 °. — Als mechanische Festigkeit wird angegeben: Druckfestigkeit je nach Höhe der Zylinder 8 ... 15 kg/mm², Zugfestigkeit über 5 kg/mm² und Biegefestigkeit 5 bis 14 kg/mm². Bezüglich der elektrischen Durchschlagsfestigkeit sagt der Erfinder selbst, daß das Di-El-Material Hartpapier nicht ersetzen kann, so weit das letztere senkrecht zur Schicht beansprucht wird. Zahlenwerte hierüber fehlen.

Es wird mitgeteilt, daß das Di-El-Material, wegen seiner Unempfindlichkeit gegen Wasser und wegen seines geringen spezifischen Gewichts (1,35) an Stelle des schweren Porzellans in Freileitungen, besonders für Fahrleitungen von Bahnen Verwendung gefunden hat. (W. Meyer, Bull. SEV. Bd. 19, S. 189.) *Oe.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Zur Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz London 1928[*1]. — Aus einer weiteren uns vom VdI zur Verfügung gestellten Mitteilung geht hervor, daß die Brennstofftagung in London im Gebäude des Imperial Institute (nahe der Albert Hall, Kensington Road) stattfindet. Bis jetzt sind im ganzen 170 Berichte vorgesehen, von denen Deutschland 17 liefern wird, deren Titel die Z. VDI Bd. 72, 1928, S. 165, 220, 733 veröffentlicht hat. Weiter heißt es in der Mitteilung: „Besonders wichtig dürfte eine Reihe von Anregungen zu internationalen Vereinbarungen sein, z. B. eben in der Frage des Heizwertes, sodann über Bestimmung (Apparaturen) und Vergleichbarkeit von Siedekurven für Treiböle, über Maßeinheiten und Beziehungspunkte zum Messen der Klopfneigung von Kraftstoffen, zur Schaffung eines internationalen Bezugskraftstoffes und eines internationalen Klopfgegenmittels, zu international übereinstimmender Benennung einer ausgewählten Zahl von Kraftstoffen mit gekennzeichneten wesentlichen Eigenschaften, ferner zu internationalen Normen über die Untersuchungsmethoden für Kohle (Aschenbestimmung, Messung des Feuchtigkeitsgehalts des Reinbrennstoffes, des Verkokungsrückstandes der flüchtigen Bestandteile, Elementaranalyse), zu internationalen Richtlinien für die Probenahme und Feinheitsbestimmung von Kohlenstaub und für Gewährleistungsversuche an Kohlenstaubmühlen, zu internationalem Erfahrungsaustausch über Bau und Betrieb von Gasfernleitungen usw."

Energiewirtschaft.

Tarife für den Haushalt. — Wie in Deutschland, so ist man auch in England bemüht, Klarheit in der Frage des geeignetsten Elektrizitätstarifs für den Haushalt zu schaffen. Diese Bemühungen haben, wie aus einem Aufsatz von Edward V. Clark hervorgeht, noch keine befriedigende Lösung gefunden. Auch ein zur Klärung dieser Frage eingesetzter Ausschuß (Advisory Committee) ist zu keiner klaren Entscheidung gekommen. Clark untersucht in seiner Arbeit die einzelnen in England gebräuchlichen Tarifformen und muß feststellen, daß ein allgemein brauchbarer Tarif für den Haushalt noch nicht gefunden ist. Bei seinen Untersuchungen macht er grundsätzlich einen Unterschied zwischen privaten und öffentlichen Elektrizitätswerken, wobei er unterstellt, daß öffentliche Werke nicht oder nicht in dem Maße wie private auf die Rentabilität jedes einzelnen Betriebszweiges zu sehen brauchen. Während bei den privaten Werken die angemessene Verzinsung des angelegten Kapitals und die Möglichkeit neuer rentabler Kapitalanlagen in dem Vordergrund stehen, ist bei städtischen Werken lediglich die Höhe des Reingewinns, unabhängig von der des investierten Kapitals, wichtig. (Diese Auffassung ist für Deutschland zweifellos unrichtig, besonders da auch viel städtische Werke heute mit Anleihen arbeiten, für die eine recht hohe Verzinsung herausgewirtschaftet werden muß. A. d. R.) Aus den genannten Gründen kann nach Ansicht des Verfassers von städtischen Werken Elektrizität für einzelne Zwecke ohne Nutzen abgegeben werden, wenn nur aus dem gesamten Unternehmen der gewünschte Gewinn herausspringt. So können die städtischen Werke durch niedrige Strompreise der Elektrizität Anwendungsgebiete erschließen, die den privaten Werken bei ihrer Geschäftspolitik verschlossen bleiben.

Für die gute Entwicklung der städtischen Elektrizitätswerke in England hält der Verfasser die Veröffentlichung ausführlicher Statistiken, durch die der Konkurrenzgeist geweckt wird, für sehr bedeutsam. Im Hinblick auf die „Rangordnung" in dieser Statistik sind die städtischen Werke stets bemüht, mit guten Stromumsatzzahlen, hoher Benutzungsdauer und niedrigen Wärmeverbrauchsziffern usw. aufzuwarten. Sie unterstützen daher den Kraft- und Wärmestromverbrauch, obgleich hieran nicht viel zu verdienen ist, da hierdurch die Benutzungsdauer gehoben wird, während sie den Lichtverbrauch, der die Belastungscharakteristik der Werke ungünstig beeinflußt, wenig propagieren. Die Privatwerke dagegen, denen die Verzinsung des Kapitals an erster Stelle steht, forcieren den Lichtstromabsatz, weil für Lichtstrom hohe Preise zu erhalten sind. Der Kraftstrom kann dann als Nebenprodukt betrachtet werden, da durch den Lichtstrom die Verzinsung bereits sichergestellt ist. Wirkungsgrad usw. kommen bei privaten Werken erst in zweiter Reihe. (Sollten die Verhältnisse tatsächlich so liegen, wie der Verfasser schildert, dann ist die Politik der städtischen Werke zweifellos die bessere, weil eine Verbesserung der „statistischen Vergleichszahlen" die Rentabilität des Unternehmens hebt. A. d. R.)

Da die städtischen Werke, wie oben gesagt, auf eine Rentabilität aller Betriebszweige nicht zu sehen brauchen, so sind sie auch eher in der Lage, neue Tarife zu erproben. Ein Defizit in einem Geschäftsjahr bedeutet für ein privates Werk einen schweren Schlag; bei einem städtischen Werk schafft eine Mehreinnahme im folgenden Geschäftsjahr leicht einen Ausgleich, da finanzpolitische Erwägungen das Geschäftsgebaren nicht beeinflussen. Eine Tarifpolitik auf lange Sicht ist somit für städtische Werke leichter.

Bei der Untersuchung der Tarifform stellt der Verfasser fest, daß die üblichen Haushalttarife (Wright-Tarif mit Berücksichtigung des gemessenen Maximums, Grundgebührentarif, basierend auf der Zimmerzahl) bei Verwendung für Beleuchtungs- und Kraftzwecke versagen. Auch für die Heißwasserbereitung sind diese Tarife ungeeignet. Da bei dem Wright-Tarif der Kraftstrom nicht vom Maximumzeiger gemessen wird, bei dem Zimmertarif die effektive Belastung auch unberücksichtigt bleibt, geben diese Tarife gleiche Strompreise, gleichgültig, ob z. B. Heißwasserspeicher oder Durchlauferhitzer Verwendung finden. (Dieser Einwand ist kaum berechtigt, da das Elektrizitätswerk sich durch besondere Tarifmaßnahmen schützen kann. A. d. R.) Trotz dieser Nachteile sieht Clark in dem Grundgebührentarif die geeignetste augenblicklich bekannte Tarifform für Haushaltungen. Er empfiehlt jedoch, was uns wenig gangbar erscheint, die Grundgebühr nach den örtlichen Verhältnissen durch Sachverständige individuell festsetzen zu lassen, und hält grundsätzlich, übereinstimmend mit dem Advisory-Committee, die wahlweise Beibehaltung eines Kilowattstunden-Tarifs für solche Abnehmer für zweckmäßig, die beim Grundgebührentarif zu allzu hohen Preisen kommen würden, so für nur einige Monate im Jahr bewohnte Landhäuser u. ä. (The Electrician Bd. 99, 1927, S. 745.) Nissel.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Das Großkraftwerk Golpa-Zschornewitz der Elektrowerke A. G., Berlin, wird durch die jetzt in der Ausführung begriffene Erweiterung auf eine installierte Leistung von insgesamt 430 000 kW (bisher 230 000) und eine Kesselheizfläche von 63 124 m² ausgebaut. Die Erweiterung umfaßt 18 Kessel von je 1000 m², eine BBC-Maschine von 40 000 und eine solche von 80 000 kW sowie eine weitere 80 000 kW-Maschine, deren Dampfteil von der AEG und deren elektrischer Teil von den SSW geliefert wird. Die

[*1] Vgl. ETZ 1928, S. 302, 766.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1089.



80 000 kW-Maschinen mit 100 000 kVA sind die ersten und größten ihrer Art, da die Leistung mittels einer einzigen Welle bei 1500 U/min erzeugt wird. Neben Golpa-Zschornewitz erfahren auch die beiden anderen Werke der Gesellschaft, Lauta und Trattendorf, durch je eine 40 000 kW-Maschine eine Steigerung der Leistung auf insgesamt 230 000 kW. Die der Elektrowerke A. G. somit insgesamt zur Verfügung stehende Leistung erhöht sich damit auf 660 000 kW.

Von der Innwerk Bayerische Aluminium-A. G., München, sind 1927 rd. 512,127 Mill. kWh erzeugt worden (464,637 i. V.). Als Betriebsgewinn werden 3 056 069 RM (3 518 000 i. V.), als Ertrag der Beteiligungen 256 000 RM (240 000 i. V.) und als Reingewinn 926 143 RM (897 275 i. V.) ausgewiesen. Auf 13,2 Mill. RM Aktienkapital entfielen wieder 6 % Dividende.

Im Licht- und Kraftunternehmen der Koblenzer Straßenbahn-Gesellschaft sind 1927 für Licht 6,083 Mill. kWh (5,404 i. V.) und für Kraft 18,002 Mill. kWh (11,786 i. V.) nutzbar abgegeben worden. Insgesamt versorgte die Gesellschaft am Jahresschluß 6 Stadt- und 255 Landgemeinden. Die Einnahmen aus Stromabgabe, Meßgebühren und Verschiedenem betrugen 4 386 408 RM (3 684 558 i. V.) und der Reingewinn des Licht- und Kraftunternehmens 1 368 378 RM (1 228 235 i. V.).

Der Bezirksverband Heimbachkraftwerk, Freudenstadt, hat 1927 den wegen seiner niedrigen Sätze als reiner Zählertarif für Lichtstrom nicht mehr haltbaren Kleinabnehmertarif umgestaltet, verschiedene Gemeinden neu angeschlossen und mit dem Kraftwerk Laufenburg (Schweiz) einen Gebietsabgrenzungsvertrag vereinbart. Das Kraftwerk Bettenhausen erzeugte rund 7,5 Mill. kWh (5,2 i. V.) als bisher höchste Jahresproduktion, die die nächst höchste von 1924 um 36 % übersteigt; es als Speicherwerk zu betreiben, hat die Aufsichtsbehörde wegen Fehlens eines Ausgleichbeckens beanstandet. Der Ertrag aus Stromlieferung betrug 417 807 RM (283 683 i. V.) und der Reinertrag 21 267 RM (5309 i. V.). — Das Überlandwerk Glatten G. m. b. H., Freudenstadt, verzeichnet für 1927 eine Zunahme des Stromverbrauchs bei den Großabnehmern um 30 %, bei den Mittelabnehmern um 65 % und bei den Kleinkonsumenten um 25 %. Zu den bisherigen Stromquellen ist das Kraftwerk Laufenburg hinzugekommen. Bezug und Selbsterzeugung betrugen 11,185 Mill. kWh (8,727 i. V.), die Abgabe an das Netz 10,736 Mill. kWh (8,323 i. V.), der Netzverlust 2,340 Mill. kWh (2,073 i. V.) und der Verkauf 8,396 Mill. kWh (6,250 i. V.), mithin 35 % mehr als im Vorjahr. Der Gesamtanschlußwert ist von 26 018 auf 27 985 kW gestiegen. Mitte des Berichtsjahres hat die Gesellschaft einen Kleinabnehmertarif (Grundgebührentarif) eingeführt, der auf der Zimmerzahl beruht. Die Stromlieferung erbrachte 1 137 267 RM (876 147 i. V.), der Reingewinn stellte sich auf 37 644 RM (35 538 i. V.).

RECHTSPFLEGE.

Vorbemerkung. — Unter der Rubrik „Rechtspflege" wird lediglich über die Elektroindustrie und die Elektrizitätslieferung betreffende Urteile so berichtet, wie sie ergehen. Eine Kritik der Rechtsprüche erfolgt nicht, und auf technische Fragen, die sich aus dem Sachverhalt oder der Urteilsbegründung ergeben könnten, kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden. D. S.

Zeitpunkt der Mängelrüge bei Lieferung von Maschinen, die montiert werden müssen. — Eine Maschinenfabrik verkaufte an ein Elektrizitätswerk Maschinen. Nach der Montage und Inbetriebnahme ergaben sich Mängel, die nun unverzüglich gerügt wurden. Die Maschinenfabrik lehnte die Mängelrüge aber ab, weil sie verspätet sei, und klagte demnächst auf Zahlung des Restbetrages, den das Elektrizitätswerk zurückbehalten hatte. In dem Rechtsstreit erhob letztgenanntes im übrigen Widerklage auf Rückzahlung des bereits entrichteten Kaufpreisteiles Zug um Zug gegen Rückgabe der Maschinen, die nicht die zugesicherten Eigenschaften gehabt hätten und deren Mängel verschwiegen worden seien. — In dem Rechtsstreit drehte es sich nun in der Hauptsache um die Frage, zu welchem Zeitpunkt das Elektrizitätswerk unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die Maschinen erst montiert werden mußten, etwaige Mängel hätte rügen müssen. Während das OLG. annahm, die Mängelrüge sei verspätet, weil sie erst nach der Montage erfolgt sei und weil die hierzu erforderlichen Vorarbeiten erst nach Ankunft der Maschinen in Angriff genommen seien, entschied das RG. (Urteil — VII 498/27 — v. 13. II. 1928) grundsätzlich anders.

Soweit für die Inbetriebnahme von Maschinen Montagen in Betracht kommen, wird sich der Käufer allerdings angelegen sein lassen müssen, die erforderlichen Einbauarbeiten alsbald nach der Ablieferung der Maschinen vorzunehmen, damit er die Möglichkeit gewinnt, diese auf ihre Tauglichkeit möglichst bald zu untersuchen und etwaige Mängel dem Verkäufer unverzüglich anzuzeigen. Versäumt er in dieser Richtung etwas, so ist eine spätere Mängelrüge nicht mehr „unverzüglich", d. h. ohne jeden, bei ordnungsmäßigem Geschäftsgange vermeidlichen Zeitverlust erfolgt, und der Kaufgegenstand gilt nach § 377 HGB. in der Regel als abgenommen. Aber die Pflicht, schon vor dem Empfang der Maschinen mit den zu ihrer Inbetriebnahme notwendigen Bauarbeiten zu beginnen, hat der Käufer nicht. Denn solange er die Maschine nicht besitzt, ihr Empfang also noch ungewiß ist, braucht er Vorbereitungen zu ihrer Aufstellung nicht zu treffen, da ihm nicht zuzumuten ist, Aufwendungen für Arbeiten zu machen, die sich vielleicht später als unnütz herausstellen.

Da die Beweisaufnahme ergab, daß das Elektrizitätswerk sofort nach Ankunft der Maschinen die notwendigen Bau- und Einbauarbeiten vorgenommen, nach deren Beendigung auch sogleich die Maschinen in Betrieb genommen und schließlich auch sofort nach dem Kenntlichwerden der Fehler Mängelrüge erhoben hatte, war diese immer noch „unverzüglich" im Sinne des § 377 HGB.

Herausgabepflicht beanstandeter Maschinenteile. — Im Anschluß an das vorstehende RG.-Urteil und sein Ergebnis verdient das RG.-Urteil vom 20. XII. 1927 — VII 375/27 — Beachtung, das über die Herausgabepflicht beanstandeter Maschinenteile bemerkenswerte Rechtssätze aufstellt. Es handelte sich kurz um folgendes. Das bestellende Werk hatte Veranlassung, Mängel an einem Teil der gelieferten Maschine zu rügen. Die Herstellerin erkannte den Mangel an und erklärte sich zur Lieferung eines fehlerfreien Teiles gegen Rückgabe des beanstandeten Teiles bereit. Das Werk verweigerte die Herausgabe und verlangte bedingungslose Ersatzlieferung. Der demnächst folgende Rechtsstreit fiel zuungunsten des Werkes aus, denn — so entschied das RG. — die Herstellerin ist zwar verpflichtet, den Gegenstand des Vertrages so herzustellen, daß er die zugesicherten Eigenschaften hat (§ 633 BGB.), muß also gegebenenfalls auch einen fehlerhaften Teil durch einen fehlerfreien ersetzen, aber sie ist nicht verpflichtet, ein „Mehr" zu liefern, das darin liegen würde, wenn das fehlerhafte Stück beim Besteller verbliebe. Durch den Ersatz hat dieses aufgehört, Gegenstand des Vertrages zu sein, und die Herstellerin hat Anspruch auf Herausgabe, den sie dem Anspruch auf Lieferung eines fehlerfreien Stückes entgegenstellen kann (Zug-um-Zug-Lieferung), sofern nur das zurückzugebende Stück selbständigen Wert besitzt, also das Verlangen nach Zug-um-Zug-Lieferung nicht gegen Treu und Glauben verstößt. Dr. jur. C. v. dem Busch.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE
Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Freileitungen.

Die Kommission hat ihre bereits verschiedentlich an dieser Stelle angekündigte Absicht, die bisherigen „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" einer eingehenden Überarbeitung zu unterziehen und hierbei auch zur Erhöhung der Übersichtlichkeit eine Paragrapheneinteilung zu wählen, nunmehr durchgeführt.

Weiter sind in dem vorliegenden neuen Entwurf zu

„Vorschriften für Starkstrom-Freileitungslinien V.F.L./1929"

die seit der letzten Ausgabe der Vorschriften vom 1. Oktober 1923 vorgenommenen Änderungen hineingearbeitet. Besonders genannt seien die neuen Bestimmungen über die erhöhte Sicherheit, die neuen einheitlichen Bestimmungen über die bei Stahlmasten zulässigen Beanspruchungen (Omega-Verfahren) und die neuen Bestimmungen über Ab-



stände der Freileitungen von Gebäuden. Eine Änderung erfuhren ferner die Bestimmungen für Holzmaste.

Darüber hinaus enthält der neue Entwurf erstmalig Bestimmungen über den Rostschutz, über die Berechnung der Maste auf Verdrehen und für Eisenbetonmaste sowie als Anhang eine „Anleitung für die Prüfung der Verzinkungsgüte bei der Abnahme verzinkter Stahldrähte und verzinkten Stahl- und Eisenzeuges".

Um unzweideutig zu erkennen zu geben, daß die Bestimmungen, soweit nicht das Gegenteil ausdrücklich hervorgehoben ist, sowohl für Drähte als auch für Seile und unabhängig davon gelten, ob diese Spannung führen oder nicht, erschien es zweckmäßig, für sie eine gemeinsame Bezeichnung einzuführen. In Frage kamen die Bezeichnungen „Leiter" oder „Leitung". Folgende Gründe waren dafür maßgebend, daß im Entwurf der Ausdruck „Leitung" vorgeschlagen ist (siehe § 2):

Die Einführung des Begriffes „Leiter" in den Freileitungsvorschriften hätte zur Folge haben müssen, daß das Wort „Leitung" aus allen Vorschriften, Regeln, Leitsätzen, Normen usw. des VDE, in denen es gleiche oder ähnliche Bedeutung hat, hätte verschwinden müssen. Abgesehen von der dadurch verursachten, nicht zu unterschätzenden Umwälzung wäre dieses mit Rücksicht auf den langjährigen Gebrauch ohne Zweifel zu bedauern gewesen. Geradezu bedenklich wäre es aber, den Ausdruck „Leiter" auch in den Bestimmungen zu verwenden, die auf den Laien zugeschnitten sind (z. B. in „Merkblätter für Verhaltungsmaßregeln gegenüber elektrischen Freileitungen"); denn jeder Laie weiß, was eine „Leitung" ist; das Wort „Leiter" in solchen Bestimmungen könnte aber zu schwerwiegenden Mißdeutungen Anlaß geben. Die Bezeichnung „Leiter" hätte außerdem in den Freileitungsvorschriften zur Verwendung mehrerer, recht unschöner Wortzusammensetzungen geführt, z. B. „Leiterschutz", „Leiterträger", „Leitermast", wobei zu bedenken ist, daß ein „Leitermast" aus Eisen oder Eisenbeton in der ursprünglichen physikalischen Bedeutung des Begriffes „Leiter" selbst ein Leiter ist. Das letzte Beispiel zeigt, daß die Einführung des Begriffes „Leiter" geradezu zu einer Sprachverwirrung führen würde.

Zu berücksichtigen war aber weiter, daß sich der Ausdruck „Leitung" mehr oder weniger bereits als Bezeichnung für die gesamte Freileitungsanlage eingebürgert hat. Für diese mußte also ein anderer Ausdruck gefunden werden. Im Entwurf werden die Bezeichnungen „Starkstromlinien", „Hochspannungslinien" und „Niederspannungslinien" (siehe § 2) und als Titel „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungslinien" vorgeschlagen. Nicht verkannt werden soll, daß diese Ausdrücke bei denen, die sich an die Bezeichnung „Leitung" für Freileitungsanlagen gewöhnt haben, zunächst auf Abneigung stoßen werden. Diese wird sich aber überwinden lassen, wenn man bedenkt, daß die „Linie" in übertragener Bedeutung in zahlreichen Wortzusammensetzungen ähnlicher Art bereits volkstümlich ist, z. B. Eisenbahn-, Schiffahrt-, Omnibus-, Straßenbahnlinie. Die Ausdrücke „Telegraphenlinien" und „Fernsprechlinien" sind bei der Deutschen Reichspost schon seit Bestehen des elektrischen Telegraphen gebräuchlich. Im Telegraphenwegegesetz sind sie seit 1899 gesetzlich festgelegt und bisher noch von keiner Seite angefeindet worden. Schließlich findet sich die „Linie" in gleicher Bedeutung auch in mehreren ausländischen, z. B. in den englischen und amerikanischen Vorschriften. Zu erwarten ist, daß sich die „Starkstromlinien" usw. auch bei uns in kurzer Zeit einbürgern werden.

Der neue Wortlaut der „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungslinien V. F. L./1929" ist als Sonderdruck aufgelegt und wird Interessenten kostenlos von der Geschäftsstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Berlin W 57, Potsdamer Straße 68, zur Verfügung gestellt.

Einsprüche gegen diesen Entwurf werden in doppelter Ausfertigung bis zum 15. September 1928 an die vorgenannte Geschäftsstelle erbeten.

Der Reichspostminister teilt mit Schreiben vom 21. Juni 1928 — III/VI 3560-0 — mit, daß die

„Zusatzbestimmungen des Reichspostministers vom 26. Juli 1922 zu Ziffer 3 der Allgemeinen Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen" (Abschnitt 87, S. 742/743 der neuesten 15. Auflage des Vorschriftenbuches des VDE)

durch die untenstehend bekanntgegebenen neuen

Ausführungsbestimmungen des Reichspostministers zu den „Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen (ausschließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen"

ersetzt seien.

Die vorgenannten Zusatzbestimmungen vom 26. Juli 1922 treten daher mit dem 1. August 1928 außer Kraft.

Ausführungsbestimmungen des Reichspostministers zu den „Allgemeine Vorschriften für die Ausführung und den Betrieb neuer elektrischer Starkstromanlagen (ausschließlich der elektrischen Bahnen) bei Kreuzungen und Näherungen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen" (im folgenden kurz AV genannt).

Gültig ab 1. August 1928.

Erlaß des Reichspostministers auf Grund gemeinsamer Beratungen des Reichspostministeriums und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

A. Allgemeines.

a) Starkstromanlagen sind nach Möglichkeit so auszuführen, daß sie vorhandene Fernmeldeanlagen der Deutschen Reichspost nicht störend beeinflussen (§ 23 des Gesetzes über Fernmeldeanlagen und § 6,1 des Telegraphenwege-Gesetzes). Sie sind daher so zu planen, daß möglichst wenig Kreuzungen und Näherungen mit Fernmeldeanlagen entstehen.

b) Lassen sich oberirdische Kreuzungen und Näherungen nicht vermeiden, so sollen möglichst die Starkstromleitungen bei Kreuzungen über die Fernmeldeleitungen hinweggeführt werden, bei Näherungen höher als diese liegen. Die Unterkreuzung der Fernmeldeleitungen muß auf die Fälle beschränkt werden, in denen die Überkreuzung nach den örtlichen Verhältnissen besondere Schwierigkeiten bietet oder erhebliche Mehrkosten verursacht. Die Unterkreuzung von Fernmeldeleitungen durch Hochspannungsleitungen ist jedoch, wenn irgend möglich, ganz zu vermeiden. Sie kann in Ausnahmefällen dann in Betracht kommen, wenn eine Gefährdung der Arbeiten an der Fernmeldeanlage durch vorübergehende Abschaltung der Hochspannungsleitungen ferngehalten werden kann.

c) Soweit in den AV und in diesen Ausführungsbestimmungen nichts anderes angegeben ist, gelten die Vorschriften, Regeln, Normen und Leitsätze des VDE.

B. Zu Ziffer 3 der AV.

a) Die Schutzmaßnahmen an oberirdischen Kreuzungsstellen sollen im allgemeinen so beschaffen sein, daß sie bei Hochspannung Berührungen der Starkstromleitungen mit Fernmeldeleitungen verhindern, bei Niederspannung sie verhindern oder unschädlich machen.

b) Bei Hochspannung kommen folgende Schutzmaßnahmen in Betracht:

1. Der unter Ziffer 3, Absatz 3 der AV vorgesehene sichere Ausbau der Hochspannungsanlage. Hierfür sind die von der Deutschen Reichspost erlassenen „Vorschriften für die bruchsichere Führung von Hochspannungsleitungen über Postleitungen" maßgebend.
2. Geerdete Schutznetze am Hochspannungsgestänge unter den Hochspannungsleitungen. Sie kommen bei Überkreuzungen von Fernmeldeleitungen in der Regel nur bei Stützenisolatoren und bei geringen Spannweiten (bis etwa 35 m) in der Hochspannungsanlage in Betracht, wenn die bruchsichere Führung der Hochspannungsleitungen (siehe unter 1) nicht anwendbar ist. Die Schutznetze erhalten am besten muldenförmigen Querschnitt; sie müssen die Hochspannungsleitungen so weit umfassen, daß diese und etwaige Erdseile im Fall des Reißens sicher aufgefangen werden.
3. Haubenförmige geerdete Schutznetze über den Hochspannungsleitungen an der Hochspannungsanlage, wenn diese die Fernmeldeleitungen ausnahmsweise unterkreuzen.

c) Bei der Überkreuzung von Fernmeldeleitungen durch Niederspannungsleitungen sind als Schutzmaßnahmen anwendbar:



1. Ausbau der Niederspannungsanlage mit erhöhter Sicherheit. Die Bedingungen dafür sind folgende:

I. Stützpunkte. Als Stützpunkte können Stahlmaste, Eisenbetonmaste, getränkte Holzmaste, ungetränkte Holzmaste mit besonderen Erdfüßen sowie Dachgestänge, zuverlässig befestigte Mauerbügel und Isolatorstützen an Bauwerken oder Felsen benutzt werden. Die Gestänge müssen standsicher hergestellt und erhalten werden.

Als Maste mit besonderen Erdfüßen gelten solche, deren Unterteil aus einem Werkstoff besteht, der von Fäulniserregern nicht angegriffen werden kann oder gegen Fäulnis besonders widerstandsfähig ist (Stahl, Eisenbeton, gegen Fäulnis wirksam geschütztes Holz).

II. Isolatorenträger. Für zuverlässige Befestigung der Isolatorträger ist zu sorgen. In Holz befestigte, auf Zug beanspruchte Isolatorstützen müssen gegen Lockern und Herausfallen gesichert werden, z. B. durch Verwendung durchgehender Stützen mit Muttern und Vorlegescheiben.

III. Spannweiten und Leitungen. Die Spannweite der überkreuzenden Anlage soll kurz bemessen sein. Muß ausnahmsweise ein Stützpunktabstand von mehr als 40 m gewählt werden, so ist im vorherigen Benehmen mit der Deutschen Reichspost festzustellen, in welchem Umfang Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden müssen.

Als kleinster Querschnitt ist für Kupfer 10 mm², für Aluminium 25 mm² erlaubt. Bei Leitungen aus anderen Werkstoffen muß der Querschnitt so groß sein, daß die Zuglast mindestens 380 kg beträgt. Bei Spannweiten bis 20 m sind Aluminiumseile von 16 mm² Querschnitt und Drähte aus anderen Werkstoffen von 6 mm² Querschnitt zulässig.

An Stellen, an denen Leitungen bestimmter Werkstoffe in kurzer Zeit durch chemische Einflüsse zerstört oder wesentlich in ihrer Festigkeit beeinträchtigt werden, z. B. in der Nähe von Kokereien, chemischen Fabriken, Salinen u. dgl., ist dieser Gefahr bei der Wahl des Werkstoffes und der Querschnitte der Leitungen Rechnung zu tragen.

Die Leitungen einschließlich des Nulleiters müssen im Kreuzungsfeld aus einem Stück ohne Verbindungsstellen bestehen. In Ausnahmefällen werden im Kreuzungsfeld Verbinder zugelassen, wenn ein der Deutschen Reichspost vorzulegendes Muster des vorgesehenen Verbinders bei der Prüfung als einwandfrei befunden wird. In Zuführungen zu Verbrauchstellen ist die Verwendung von Freileitungsicherungen zulässig, wenn außer dem geerdeten Nulleiter nur ein Phasen- oder Außenleiter eingeführt und wenn die Sicherung in unmittelbarer Nähe des Abzweigmastes eingebaut wird, so daß im Fall ihrer mechanischen Zerstörung der dem Abzweigmast zugekehrte, unter Spannung bleibende Leitungsteil die tiefer liegenden Fernmeldeleitungen nicht berühren kann.

Für die zulässigen Beanspruchungen der Leitungen und die Bemessung des Durchhanges gelten im übrigen die Bestimmungen unter 1c und d der „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen".

Die Leitungen sind auf gerader Strecke auf der Mastseite der Isolatoren, in Winkelpunkten so zu befestigen, daß sich die Leitung unter dem Einfluß des Zuges gegen den Isolator legt. Die Befestigung der Leitungen muß zuverlässig sein; anwendbar sind besonders sichere Bindungen, Hilfsbügel oder Abspannung, bei Masten in Winkelpunkten und an Abzweigmasten doppelte Aufhängung oder mechanisch stärkere Isolatoren.

Die Leitungen des Kreuzungsfeldes dürfen nicht durch umfallende Bäume oder abbrechende Äste gefährdet sein.

Zwischen den Niederspannungsleitungen und den Fernmeldeleitungen ist im allgemeinen ein senkrechter Abstand von mindestens 1,5 m einzuhalten. Eine Verringerung dieses Abstandes ist zulässig, wenn ein Mindestabstand von 1 m auch unter den ungünstigsten Umständen gewahrt bleibt, was im Zweifelsfall nachzuweisen ist.

2. Schutznetze unter den Niederspannungsleitungen. Ein Schutznetz braucht nicht geerdet zu werden, wenn es so gebaut und angeordnet ist, daß eine gerissene Niederspannungsleitung sicher von ihm aufgefangen wird. Ist diese Sicherheit nicht gegeben, so muß das Schutznetz zuverlässig geerdet und so ausgeführt werden, daß eine gerissene Niederspannungsleitung geerdet wird, bevor sie eine Fernmeldeleitung berühren kann.

3. Bei Fernmelde-Luftkabeln Erdung der Tragseile. Fernmeldeanlagen, die nur Luftkabel führen und bei denen mit einem Hinzukommen von Fernmelde-Freileitungen nicht zu rechnen ist, können ohne weitere Sicherheitsmaßnahmen von Niederspannungsleitungen überkreuzt werden, wenn die Tragseile der Luftkabel in der Nähe der Kreuzungstelle geerdet sind.

d) Bei der Unterkreuzung von Fernmeldeleitungen durch Niederspannungsleitungen kann der erforderliche Schutz durch einen oder mehrere geerdete Schutzdrähte über den Niederspannungsleitungen erzielt werden. Sie sind so anzuordnen, daß eine herabfallende Fernmeldeleitung geerdet wird, bevor sie eine spannungsführende Leitung berühren kann. Dazu kann — auch bei Hausanschlüssen — der geerdete Nulleiter benutzt oder mitbenutzt werden. Solche Kreuzungen sind tunlichst im rechten Winkel auszuführen. Wenn bei Unterhaltungs- und Erweiterungsarbeiten an der Fernmeldeanlage Personen durch die unterhalb kreuzenden Niederspannungsleitungen gefährdet werden, sind diese für die Dauer solcher Arbeiten auf Verlangen spannungsfrei zu machen.

Fernmeldeanlagen, die nur Luftkabel führen, und bei denen mit einem Hinzukommen von Freileitungen nicht zu rechnen ist, können ohne weitere Sicherheitsmaßnahmen von Niederspannungsleitungen unterkreuzt werden, wenn die Kreuzungsgestänge der Fernmeldeanlage so gesichert sind, daß sie auch einer Belastung der Anlage durch Schnee und Eis standhalten.

e) Isolierte Drähte als Schutzvorkehrung haben sich als wenig zuverlässig erwiesen. Die Isolierhülle verwittert im Freien und verliert ihre Isolierfähigkeit, ohne daß dieses rechtzeitig erkannt wird. Die Erfahrungen sprechen dafür, isolierte Drähte als Schutz gegen Stromübergang im Freien möglichst zu vermeiden.

Soweit gleichwohl isolierte Drähte verwendet werden, müssen sie den Betriebsverhältnissen der Niederspannungsanlage entsprechen. Ihre Hülle muß in bezug auf Isolierfähigkeit und Wetterfestigkeit der der „wetterfesten Leitungen" nach den „Normen für umhüllte Leitungen" des VDE mindestens gleichwertig sein.

Isolierte Leitungen sind dauernd sorgfältig zu überwachen; sie müssen ersetzt werden, wenn ihre Isolierhülle den Anforderungen nicht mehr genügt.

f) Wenn eine im Nachbarfeld reißende Starkstromleitung in das Kreuzungsfeld hinüberschwingen und dort eine Fernmeldeleitung berühren kann, ist unter Berücksichtigung aller Umstände zu entscheiden, ob und welche Maßnahmen gegen Berührungsgefahr zu treffen sind.

C. Zu Ziffer 4 der AV.

Schräge Kreuzungen können zugelassen werden, wenn sonst für die Starkstromanlage wesentliche Nachteile erwachsen, z. B. Winkelpunkte in der Starkstromanlage entstehen würden und, wenn bei der Art der anzuwendenden Schutzvorkehrungen vom Standpunkt der Sicherheit der Fernmeldeanlage keine Bedenken bestehen. Jedoch ist — namentlich bei Hochspannung — die allgemeine Führung der Anlage möglichst so einzurichten, daß Kreuzungen im spitzen Winkel vermieden werden.

D. Zu Ziffer 5 der AV.

a) Ob bei Näherungen eine Berührungsgefahr besteht, ist auf Grund der örtlichen Verhältnisse und der technischen Eigenschaften der beiden Anlagen zu entscheiden. Wenn Schutzmaßnahmen erforderlich sind, müssen sie den unter B. a) angegebenen Grundsätzen entsprechen.

b) Bei Beurteilung der Berührungsgefahr durch Leitungsbruch kann, wenn nicht eine den Stürmen besonders ausgesetzte Lage ungünstigere Verhältnisse mit sich bringt, im allgemeinen angenommen werden, daß stärkere Leitungseile und Volldrähte aus Kupfer oder Stahl beim Reißen unter einem Winkel von höchstens 45° zur Senkrechten niederfallen. Bei Aluminiumseilen allgemein und bei Volldrähten geringeren Durchmessers (etwa von 3 mm abwärts) muß dagegen mit einem Abtriebwinkel von 60° gegen die Senkrechte gerechnet werden. Als Schutz gegen Leitungsbruch kommen mechanische Abwehrmittel (Stangen, seitliche Schutznetze u. dgl.) in Betracht und, falls dadurch keine ausreichende Sicherheit erzielt werden kann, gleichartige Schutzmaßnahmen wie bei Kreuzungen. Wenn jedoch Hochspannungsleitungen nach den „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" mit „erhöhter Sicherheit" ausgeführt sind, brauchen in Fällen, in denen nur bei einem außergewöhnlich großen seitlichen Abtrieb einer gerissenen Hochspannungsleitung eine Fernmeldeleitung berührt werden könnte, weitere Maßnahmen nicht getroffen zu werden.

c) Hinsichtlich der Gefährdung durch Gestängeumbruch ist nur der Fall zu berücksichtigen, daß ent-



weder die Starkstromanlage oder die Fernmeldeanlage nach der anderen Anlage zu umbricht, nicht aber auch der Fall, daß beide Anlagen gleichzeitig gegeneinander umbrechen. Auch sind im allgemeinen keine Schutzmaßnahmen erforderlich, wenn bei einem Gestängeumbruch nicht die Leitungen der anderen Anlage, sondern nur die tiefer liegenden Teile der Stützpunkte getroffen werden können. Ferner braucht nicht damit gerechnet zu werden, daß Stützpunkte in Kurven bei einem Gestängeumbruch nach außen fallen. Der Berührungsgefahr durch Gestängeumbruch ist durch standsichere Herstellung, e. F. unter Verwendung von Streben oder, soweit zulässig, von Ankern zu begegnen. Ob und inwieweit gleichzeitig zur Erhöhung der Standsicherheit der Anlage eine Verkürzung des Stützpunktabstandes zweckmäßig und notwendig ist, muß nach Lage der örtlichen Verhältnisse beurteilt werden. Die Maste und Fundamente müssen dem Winddruck senkrecht zur Leitungsrichtung auf Mast, Kopfausrüstung und halbe Länge der Leitungen in den beiden anstoßenden Spannfeldern, in Winkelpunkten außerdem der Mittelkraft der Leitungzüge genügen.

E. Zu Ziffer 6 der AV.

a) Unter senkrechtem Mindestabstand ist der Abstand zu verstehen, der auch bei den vorkommenden ungünstigsten Leitungsdurchhängen infolge von Temperaturänderungen und von Zusatzbelastungen nicht unterschritten wird. Demnach ist beim Bau der Starkstromleitungen ein solcher Abstand einzuhalten, daß der vorgeschriebene Mindestabstand auch dann gewahrt bleibt, wenn unter dem Einfluß von Temperaturänderungen und von Zusatzbelastungen der Abstand der Leitungen den kleinstmöglichen Betrag erreicht. Bei Niederspannungsleitungen ist ein Nachweis hierüber nur unter der Voraussetzung nach B. c) 1, III, Absatz 8, erforderlich. Wegen des Mindestabstandes bei der bruchsicheren Führung von Hochspannungsleitungen siehe die „Vorschriften für die bruchsichere Führung von Hochspannungsleitungen über Postleitungen".

b) Zu den Konstruktionsteilen der Starkstromanlage rechnen Maste, Leitungen, Erdungsleitungen, Spanndrähte, Nulleiter, Querträger, Stützen, Isolatoren, Streben, Schutznetze usw.

c) Bei Niederspannung werden Ermäßigungen des waagerechten Abstandes zugelassen, wenn nach Art der Schutzvorkehrungen eine Berührung mit Leitungen, auch infolge Ausweichens von Masten oder Ausschwingens der Leitungen bei Wind ausgeschlossen ist. Voraussetzung ist, daß die Erweiterung und Unterhaltung der Fernmeldeanlagen nicht behindert wird.

d) Bei Bemessung der senkrechten und waagerechten Abstände ist auf einen zu erwartenden Leitungszuwachs am Fernmeldegestänge tunlichst Rücksicht zu nehmen.

F. Zu Ziffer 7 und 8 der AV.

a) Die Vorschriften in Ziffer 8 der AV über die Ausführung und die Länge der Schutzrohre an Näherungsstellen gelten auch für Ziffer 7 der AV.

b) Das Maß von je 25 cm zu beiden Seiten der gefährdeten Strecke ist ein Sicherheitszuschlag. Er ist der nach den Verhältnissen zu ermittelnden Länge der gefährdeten Strecke stets beiderseits zuzurechnen.

c) Das Überbauen von Fernmeldekabeln mit Stützpunkten oberirdischer Starkstromanlagen und die Führung von Starkstromkabeln zwischen den Stützpunkten oberirdischer Fernmeldeanlagen (Stangen, Streben, Anker) ist unzulässig.

G. Zu Ziffer 10 der AV.

a) Mit welchen Mitteln der Übertritt von Hochspannung in dritte Anlagen oder das Entstehen von Hochspannung (durch Influenz oder Induktion) in diesen verhütet oder ungefährlich gemacht wird, haben die Unternehmer der beiden Anlagen unter sich zu regeln. Um Stromübergang bei Kreuzungen und Näherungen zwischen Hochspannungsleitungen und dritten Anlagen zu verhüten, kann außer mechanischen Schutz- oder Abwehrmitteln — Schutznetzen, Abweisern u. dgl. — sowohl die bruchsichere Führung nach den Vorschriften der Deutschen Reichspost als auch die Führung der Leitungen mit erhöhter Sicherheit nach den „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" des VDE angewendet werden. Auch genügen Schutzmaßnahmen, die nach Art der zum Schutz der Fernmeldeleitungen gegen Niederspannung zulässigen Vorkehrungen eine Berührung durch rechtzeitige Erdung unschädlich machen. Der Übertritt von Hochspannung in dritte Anlagen kann ferner durch dauernde Erdung der dritten Anlage — z. B. bei Drahtseilbahnen — oder durch zuverlässig wirkende Sicherungen, die den Stromweg unterbrechen oder die Anlage erden, unschädlich gemacht werden. Bei Betriebsfernsprechleitungen, die am Hochspannungsgestänge durch Influenz oder Induktion gefährdet sind, bietet die Zwischenschaltung geeigneter Isoliertransformatoren ein Mittel, die abseits geführten Leitungstrecken gegen Hochspannung zu schützen.

b) Sind die dritten Anlagen in solcher Weise gegen Hochspannungswirkung gesichert, so ist bei ihrem Zusammentreffen mit Fernmeldeleitungen nur ein Schutz gegen die Betriebspannung der dritten Anlage selbst erforderlich. Dritte Anlagen ohne eigene Betriebspannung bedürfen demnach keines weiteren Schutzes bei ihrem Zusammentreffen mit Fernmeldeleitungen. Dieses gilt auch für Betriebsfernsprechleitungen.

c) Sind dritte Leitungen nicht gegen Hochspannungswirkung gesichert, so werden sie bei ihrem Zusammentreffen mit Fernmeldeleitungen als Hochspannungsleitungen behandelt.

d) Soweit dritte Freileitungen zusammen mit den am gleichen Gestänge geführten Hochspannungsleitungen oberirdische Fernmeldeleitungen kreuzen, sind sie wie Hochspannungsleitungen nach den Vorschriften der Deutschen Reichspost gegen Berührung der Fernmeldeleitungen zu sichern. Ebenso liegt unmittelbare Gefährdung vor, wenn eine dritte Leitung in dem gleichen Leitungsfeld über die Starkstrom- und die Fernmeldeleitung hinwegführt.

H. Zu Ziffer 11 der AV.

a) Hochspannungsleitungen müssen innerhalb der Gebäude so geführt werden, daß eine Gefährdung oder störende Beeinflussung der Fernmeldeleitungen ausgeschlossen ist.

b) Auch bei Niederspannung sind längere Parallelführungen mit Fernmeldeleitungen in geringem Abstand wegen der zu befürchtenden Induktionstörungen zu vermeiden. Berührungen an den Kreuzungstellen können durch Einziehen der Starkstromleitungen in Isolierrohre oder durch Zwischenschieben isolierender Platten oder Brücken verhindert werden. Diese sollen von den Fernmeldeleitungen mindestens 1 cm entfernt bleiben.

c) Bei der Bemessung des Abstandes zwischen Starkstromleitungen und Fernmeldeanlagen ist tunlichst darauf Rücksicht zu nehmen, daß spätere Arbeiten an den Fernmeldeanlagen nicht durch das Vorhandensein der Starkstromanlage erschwert werden.

d) Bewegliche Starkstromzuführungen sollen so angeordnet werden, daß sie feste oder bewegliche Teile von Fernmeldeanlagen nicht berühren können.

e) Die Berührung und Beschädigung offen oder verdeckt geführter Fernmeldeleitungen durch Nägel, Stahldübel, Schrauben usw. muß unbedingt vermieden werden Vor Beginn der Arbeiten ist der Verlauf verdeckt geführter Fernmeldeleitungen sorgfältig festzustellen.

I. Zu Ziffer 12 der AV.

Der Unternehmer trägt die volle Verantwortung für die ordnungsmäßige Herstellung und Unterhaltung seiner Anlage einschließlich der Schutzvorkehrungen.

K. Zu Ziffer 15 der AV.

Bei Starkstromleitungen innerhalb der Gebäude ist keine Anzeige erforderlich.

L. Zu Ziffer 17 der AV.

Als wesentliche Veränderungen sind Änderungen im Starkstromnetz und in den Betriebsverhältnissen der Starkstromanlage anzusehen, z. B. Übergang zu einer anderen Stromart, Erhöhung der Spannung, Übergang von Stützen- zu Hängeisolatoren, Vermehrung der Leitungen, nachträglicher Einbau von Mastfüßen bei bruchsicheren Überführungen, Zusammenschluß selbständiger Verteilungsnetze zu einheitlichem Betrieb u. dgl. Für die Erweiterung von Starkstromanlagen durch Herstellung von Hausanschlüssen kann der Unternehmer mit der Deutschen Reichspost vereinbaren, daß eine Anzeige nicht von Fall zu Fall erstattet wird. Es genügt, daß der Unternehmer die ausgeführten Erweiterungen in gewissen Zeiträumen der Deutschen Reichspost nachträglich bekanntgibt. Der Unternehmer muß sich hierbei bereit erklären, in jedem Fall nur die vorher verabredeten Schutzvorkehrungen anzuwenden.



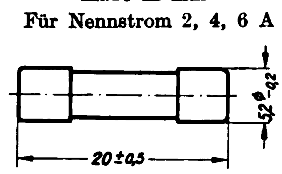
Kommission für Installationsmaterial.

Nachstehend wird der Entwurf zum Normblatt DIN VDE 9398 „Sicherungspatronen 250 V für Steckdosen nach DIN VDE 9402" bekanntgegeben. Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. August 1928 an die Geschäftsstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Berlin W 57, Potsdamer Straße 68, zu richten.

Sicherungspatronen 250 V für Steckdosen nach DIN VDE 9402 Elektrotechnik	DIN Entwurf 1 VDE 9398

Maße in mm

Für Nennstrom 2, 4, 6 A



Bezeichnung einer Sicherungspatrone für Steckdosen für 6 A:
Sicherungspatrone 6 VDE 9398

Werkstoff: Kappen: Kupfer oder Kupferlegierung vernickelt oder gleichwertig durch Metallüberzug gegen Oxydation geschützt.
Patrone: Glas.

Juli 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
I. V.: A. Molly.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Bekanntmachung.

Die Prüfstelle hat einen Nachtrag nach dem Stande vom 1. Juli 1928 zu der „Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung des VDE-Zeichens sowie der zugewiesenen Firmenkennfäden nach dem Stande vom 1. Januar 1928" herausgegeben.

Wir machen aufmerksam, daß dieser Nachtrag gegen Einsendung des Portos kostenlos abgegeben wird.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Dielektrische Verlustmessungen an Drehstromkabeln bei betriebsmäßiger Beanspruchung.

Den Rechnungsanhang zu obigem Thema von Fräulein Dr. Elisabeth BORMANN und Herrn Johannes SEILER in der ETZ 1928, Heft 7, habe ich mit besonderem Interesse verfolgt.

An die Spitze der Rechnung wird ein System von Gleichungen gestellt, auf dem sich eine elegante mathematische Lösungsweise des Problems aufbaut. Für viele praktisch tätige Ingenieure, die mit der symbolischen Rechnung nur in geringem Maße vertraut sind, bilden die an die Spitze des Rechnungsanhanges gestellten Gleichungen einen undurchdringlichen Wall, so daß mancher der Leser nicht in den Genuß der vortrefflichen mathematischen Arbeit gelangen kann. Um auch den weitesten Leserkreisen die wertvolle Arbeit zugänglich zu machen, ist es daher geboten, durch einen kurzen Hinweis auf die Bedeutung und Entstehung der drei Spitzengleichungen den Eingang zur Rechnung zu weiten und zu ebnen:

Die drei Spitzengleichungen lauten:

$$\mathfrak{E}_1 = E_e^{j\omega t}$$

$$\mathfrak{E}_2 = E_e^{j(\omega t + 120^\circ)} = E_e^{j\omega t}\left(-\frac{1}{2} + \frac{j\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$\mathfrak{E}_3 = E_e^{j(\omega t + 240^\circ)} = E_e^{j\omega t}\left(-\frac{1}{2} - \frac{j\sqrt{3}}{2}\right).$$

1. Es wird ausgegangen von dem durch das Symbol $\mathfrak{E}_1$ ausgedrückten Vektor. Seine Exponentialform lautet $E_e^{j\omega t}$ und ist den Exponentialformen der beiden anderen Vektoren $\mathfrak{E}_2$ und $\mathfrak{E}_3$ zugrunde gelegt. Entsprechend der Stellung der drei Vektoren $\mathfrak{E}_1$, $\mathfrak{E}_2$ und $\mathfrak{E}_3$ zueinander lautet also die Exponentialform für den Vektor $\mathfrak{E}_2$ gegenüber der Exponentialform des Vektors $\mathfrak{E}_1$

$$E_e^{j(\omega t + 120^\circ)}$$

und für den Vektor $\mathfrak{E}_3$ gegenüber der Exponentialform des Vektors $\mathfrak{E}_1$

$$E_e^{j(\omega t + 240^\circ)}.$$

2. Die Vektoren $\mathfrak{E}_2$ und $\mathfrak{E}_3$ werden alsdann in Komponentenform ausgedrückt, d. h. der Vektor $\mathfrak{E}_2$ wird gegenüber dem Ausgangsvektor $\mathfrak{E}_1$ unter Benutzung seiner Exponentialform als aus zwei Komponenten bestehend dargestellt, nämlich gemäß Abb. 1 aus der Komponente

$-\frac{1}{2} E_e^{j\omega t}$ und der Komponente $+j\frac{\sqrt{3}E_e^{j\omega t}}{2}$, wobei j angibt, daß die zweite Komponente senkrecht auf der ersten steht[1], also

$$\mathfrak{E}_2 = -\frac{1}{2} E_e^{j\omega t} + j\,\frac{\sqrt{3}E_e^{j\omega t}}{2}$$

$$\mathfrak{E}_2 = E_e^{j\omega t}\left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right).$$

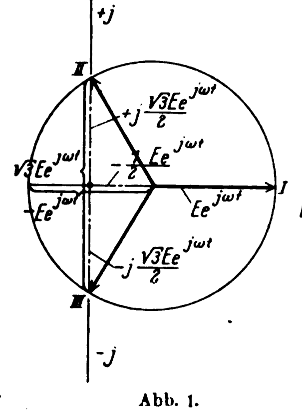


Abb. 1.

Für $\mathfrak{E}_3$ gilt sinngemäß:

Komponente 1 wie vorher $-\frac{1}{2} E_e^{j\omega t}$,

Komponente 2 jetzt $-j\frac{\sqrt{3}E_e^{j\omega t}}{2}$;

denn diese Komponente liegt jetzt auf der Achse der negativen imaginären Werte[1]. Für $\mathfrak{E}_3$ gilt somit

$$\mathfrak{E}_3 = -\frac{1}{2} E_e^{j\omega t} - j\frac{\sqrt{3}E_e^{j\omega t}}{2}$$

$$\mathfrak{E}_3 = E_e^{j\omega t}\left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right).$$

Hamburg, 15. III. 1928. Hugo Ring.

Gleichseitige Prüfung von Drehstrom-Dreileiterzählern in Aronschaltung.

Die von DOERICHT, Striegau, in der ETZ 1928, S. 180, angegebene vereinfachte Prüfmethode für Drehstrom-Dreileiterzähler habe ich bei Synchroneichungen bereits seit Jahren angewandt. Da es mitunter nicht möglich ist, alle Zähler bei gleichzeitiger Belastung der drei Phasen zu prüfen, hat mir diese Prüfmethode sehr gute Dienste geleistet. Auch konnte man Eichstationen verwenden mit einphasig ausgeführtem Eichstromkreis. Man hatte nur nötig, die Stromspulen der Zähler mit einer zweckmäßigen Schalteinrichtung hintereinander zu schalten und den Hauptstrom mit dem Phasenschieber in die erforderliche Lage zu bringen. Es bedarf wohl keiner Erwähnung, daß die Zähler vorher einphasig geeicht wurden. Die vereinfachte Prüfmethode diente lediglich zur Vornahme von Korrekturen bei gleichzeitiger Belastung beider Systeme, auch wurden reichlich Stichproben in der Original-Aronschaltung vorgenommen. Ein günstiges Moment für diese

[1] Siehe H. Ring, Wechselstromaufgaben, 2. Auflage, Verlag Julius Springer, Berlin.



Prüfmethode war, daß die zu eichenden Zähler gleicher Bauart wie der verwendete Normalzähler waren. Ob sich jedoch diese Methode zur Prüfung von Drehstrom-Dreileiterzählern an Ort und Stelle uneingeschränkt, d. h. ohne Rücksicht auf das Fabrikat des zu prüfenden Zählers und des verwendeten Eichzählers eignet, erscheint mir fraglich. Bei Anwendung dieser Prüfmethode arbeitet man entweder mit umgekehrter Phasenfolge, die bei Zählern älterer Konstruktion nicht ohne Einfluß auf den Gang des Zählers ist oder mit Vertauschung des Verschiebungswinkels zwischen Strom- und Spannungsfeld beider Systeme. Nach meinen Erfahrungen ist es zweckmäßig, diese Prüfmethode nur in Eichräumen anzuwenden, wo eine dauernde Kontrolle durch Stichproben mit der Original-Aronschaltung möglich ist.

Berlin, 14. IV. 1928. Liehr.

Erwiderung.

Herr LIEHR widerlegt durch seine Erfahrungen in der Praxis die von Herrn BRÜCKMAN in seinem Brief an die Schriftleitung vom 13. II. 1928 vertretene Ansicht, daß die von mir in der ETZ 1928, S. 180, beschriebene Schaltung für Eichungen in der Werkstatt keinen Wert mehr habe. Ob man die Schaltung bei Prüfungen am Ort der Installation uneingeschränkt anwenden kann oder nicht, hängt lediglich davon ab, welche Anforderungen man an die Genauigkeit der Messung stellt. Natürlich muß man das Verhalten der betreffenden Zählertypen kennen. Daß die neueren Fabrikate von Drehstromzählern infolge ihrer praktisch vorhandenen Drehfeldunabhängigkeit ohne Bedenken nach der angegebenen Methode geprüft werden können, habe ich bereits in meiner Erwiderung auf den Brief des Herrn BRÜCKMAN gesagt. Was die älteren Zählertypen betrifft, so ist die Anwendbarkeit der Methode durch exakte Untersuchungen ohne weiteres festzustellen. Ich habe einige ältere Typen daraufhin mehrfach untersucht, wie sie sich verhalten, wenn man, wie von mir vorgeschlagen, in der Installation nur ohne Phasenverschiebung prüft. Das Resultat zeigt folgende Aufstellung:

Fabrikat	Type	Bel. in % der Stromvollast	cos φ	Maximaler Unterschied gegenüber dem Fehler bei Aronsch. in % des Sollwertes
A.E.G.	D c	10 bis 100	1	± 1
Aron	EM	10 „ 100	1	± 1,5
B.E.W.	BDU 3	10 „ 100	1	± 2

Wie ersichtlich, ist der Unterschied der Meßergebnisse bei Aronschaltung und der von mir beschriebenen Schaltung (Methode FEHMERS) sehr gering. Durch mehr als zwei Jahre lange praktische Anwendung der Schaltung im Betriebe der „Überlandzentrale Mittelschlesien" sind diese Resultate bestätigt worden.

Was den Eichzähler betrifft, so ist doch ganz einfach festzustellen, ob er drehfeldabhängig ist oder nicht, bzw. in welchem Maße er es ist. Ich habe mit einem Drehstromeichzähler der Siemens-Schuckertwerke, Type D 7, in dieser Beziehung gute Erfahrungen gemacht.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß nach meinen Feststellungen die Zählertype H (Fabrikat Aron) für die Prüfung mit Methode FEHMERS nicht geeignet ist. Der Fehlerunterschied beträgt hier nämlich bis etwa ± 4 % bei $^1/_{10}$ Last und $\cos \varphi = 1$. Dadurch würde natürlich das Meßresultat zu ungenau werden.

Striegau, 10. V. 1928. C. Doericht.

Das Maß der Abweichung einer Wellenform von der Sinuswelle.

Herr HAMMERER behauptet auf S. 777, daß ich den effektiven Wert seiner Wellenformen, nämlich 70,75, falsch ermittelt hätte. Das muß ich zurückweisen. Dieser Wert ist richtig mit der Genauigkeit des Rechenschiebers. Eine größere Genauigkeit ist zwecklos, weil auch das feinste Diagramm nicht mehr als ¼ mm Genauigkeit hat. Auch die von Herrn HAMMERER nach der Fourierschen Reihe bezeichneten Kurven haben keine größere. Sein auf Grund der vorher angenommenen Fourierschen Reihe berechneter genauerer Wert 70,787 unterscheidet sich um 0,05 %! Durch diesen hinsichtlich der angenommenen Reihe, aber nicht hinsichtlich der Zeichnung genaueren Wert werden meine Einwände in keiner Weise hinfällig.

Herr HAMMERER hat dann in einer Zahlentafel Sp. VII die Abweichungen der Scheitelfaktoren mit Vorzeichen versehen, die gerade entgegengesetzt sind zu denen der Scheitelwerte in Sp. VIII. Ich stelle fest, daß diese Vorzeichen in meiner Zahlentafel S. 500 nicht vorhanden sind, sondern von Herrn HAMMERER eingesetzt wurden, nachdem er in Sp. VI willkürlich $1,4142 - \sigma$ statt $\sigma - 1,4142$ gesetzt hat. Das ist irreführend. Wenn man nicht eine Sinnwidrigkeit begehen will, muß man die Unterschiede in beiden Fällen mit denselben Vorzeichen versehen.

Herr HAMMERER sagt dann: „Trotz diesen Vorzügen der Berechnungsmethode verläßt aber Herr Prof. BENISCHKE in seinem neuen Vorschlag den Effektivwert und operiert mit dem Scheitelwert." Ich berichtige hierzu, daß ich den Effektivwert nicht verlassen habe, sondern zwei Möglichkeiten eines für die Elektrotechnik geeigneteren Abweichungsmaßes als die besprochenen Deformationskoeffizienten genannt habe.

Herr HAMMERER bringt dann zwei Oszillogramme, um zu zeigen, daß Wellenformen, wie die von ihm nur mit sin-Gliedern 3. und 5. Ordnung künstlich kontruierten *c* und *d* tatsächlich vorkommen. Das kann nur bei oberflächlicher Betrachtung so erscheinen. Abgesehen davon, daß es sich nicht um Spannungswellen eines Generators, sondern eines Frequenzwandlers handelt, wo die Einbuchtungen offenbar auf die Kommutierung zurückzuführen sind, sind sie beide unsymmetrisch, und die erste enthält nebst anderen ein starkes Glied 7. Ordnung, und die zweite enthält alle ungeraden sin- und cos-Glieder 3. bis 11. Ordnung. Für beide gibt der Scheitelfaktor die technisch zweckmäßigste Kennzeichnung, während die Methode der R. E. M. für beide unbrauchbar ist. Sie bestätigen also meine dahingehende Ansicht.

Berlin-Zehlendorf, 20. V. 1928.

G. Benischke.

Erwiderung.

Die neue Zuschrift von Herrn Professor BENISCHKE, in der gegen meine Erwiderung in Heft 20 Stellung genommen wird, ist kaum geeignet, neue und sachliche Erkenntnisse in der zur Diskussion stehenden Frage zu bringen, umsomehr als sie vom eigentlichen Thema, nämlich der zweckmäßigsten theoretischen Formulierung des die Abweichung einer Wellenform von der Sinusform kennzeichnenden Kriteriums einerseits und dessen praktischer Auswertung anderseits, doch recht erheblich abweicht und sich teilweise in Einzelheiten rein persönlicher Auffassungen verliert. Ich muß mich daher darauf beschränken, nur das allerwesentlichste der vorstehenden Ausführungen zu streifen:

1. Wie sich die 0,05 % Unterschied in der Berechnung des Effektivwertes auswirken, wird aus Zahlentafel 1

Zahlentafel 1.

Spalte	I	II	III	IV	V
Reihe	Kurven		δ_{Ben_1} Effektivwert 70,75	δ_{Ben_1} Effektivwert 70,787 (Unterschied 0,05 %)	Unterschied der δ_{Ben_1} rd. ... %
1	Abb. 8	ETZ 1927, S. 1325—1327	0,50	0,61*	18
2	Abb. 9	ETZ 1927, S. 1325—1327	0,50	0,39*	28
3	Abb. 10	ETZ 1927, S. 1325—1327	0,35	0,51*	31
4	Abb. 11	ETZ 1927, S. 1325—1327	14,5	14,4 *	0,7

* Die Vorzeichen sind im Sinne von Herrn Professor Benischke „richtiggestellt" (siehe auch Punkt 2 meiner Erwiderung).

ersichtlich; daß im übrigen die in Rede stehende Rechenungenauigkeit an sich mir nicht wichtig erschien, glaube ich unter Ziffer 4 meiner letzten Erwiderung deutlich genug zum Ausdruck gebracht zu haben, ebenso wie daraus hervorgehen dürfte, daß sie mit der Kurvengenauigkeit nichts zu tun hat.

2. Was die von mir eingesetzten Vorzeichen der Abweichungen der Scheitelfaktoren von dem Wert 1,4142 betrifft, so hielt ich mich nach der von Herrn Professor BENISCHKE in seinem Aufsatz gewählten unmißverständlichen Ausdrucksweise (S. 500, 2. Sp., 2. Abs.: „. . . und die Scheitelfaktoren sowie ihre prozentischen Abweichungen vom Scheitelfaktor der Sinuswelle 1,414")[1] dazu berechtigt, ohne durch meine mathematische Formulierung der Logik dieses Ausdruckes Gewalt anzutun; willkürlich scheint nach dieser präzisen und die Vorzeichenfrage eindeutig regelnden Definition nur die nachträgliche Erklärung, daß die Differenzbildung stets unter dem Gesichtspunkt eines einzigen (offenbar positiven) resultierenden Vorzeichens vorzunehmen ist. Ohne damit Herrn Professor BENISCHKE sachlich beizupflichten, so seien trotzdem, um einen Streitpunkt zu beseitigen, im Sinne seiner obigen Ausführungen hiermit die in den Spalten VII und VIII der Zahlentafel 1 auf S. 777 berechneten Zahlenwerte einheitlich mit einem +-Zeichen

[1] Dasselbe gilt auch bezüglich des zweiten Vorschlages und der am Schlusse des Briefes auf S. 776 gebrauchten Ausdrucksweise.

„berichtigt". Was ist aber damit erreicht? Der Vorteil, daß das Vorzeichen bereits qualitativ über die Abweichung etwas aussagt, wie es bei der R.E.M.-Formulierung — ein +-Zeichen kennzeichnet die größte Abweichung als positiv, d. h. als eine Vergrößerung der entsprechenden Grundwellen-Amplitude, ein —-Zeichen umgekehrt — der Fall ist, geht verloren.

3. Die Berichtigung, daß Herr Professor BENISCHKE die in seinem Briefe gebrachte zweite Möglichkeit als weiteren Vorschlag eines Abweichungsmaßes betrachtet wissen will, berichtigt etwas, was eigentlich nicht mehr berichtigt werden brauchte; was jedoch berichtigungsbedürftig bleibt, ist die Feststellung auf S. 500 am Ende des Aufsatzes von Herrn Professor BENISCHKE, daß die Unzulässigkeit einer Wellenform n u r im Scheitel f a k t o r deutlich zum Ausdruck kommt, wie sich aus dem zweifellos als dem ersten (Scheitel f a k t o r) gleichwertig — im Sinne der gebrachten Berichtigung — zu betrachtenden zweiten Vorschlag (Scheitel w e r t) ergibt. Im Gegensatz jedoch zu der Berichtigung selbst ist nämlich überraschender Weise am Schlusse des o b i g e n Briefes nur wieder allein vom Scheitel f a k t o r als der technisch zweckmäßigsten Kennzeichnung die Rede, also das aus der Berichtigung eigentlich logisch zu ziehende Fazit zum mindesten irreführend.

4. Der Behauptung, daß die von mir vorgelegten beiden Oszillogramme den Beweis nicht erbrächten, es kämen Kurven von der A r t der von mir „künstlich konstruierten" auch tatsächlich vor, muß ich entschieden widersprechen. Es ist zwar vollständig richtig, daß die beiden Oszillogramme nicht nur eine 1., 3. und 5. Harmonische, wie sie den Kurven c und d zugrunde lagen, enthalten, aber mein Beweis für die Feststellung, es gäbe b e l i e b i g v i e l e K u r v e n m i t e i n e m S c h e i t e l f a k t o r g l e i c h d e m d e r S i n u s w e l l e, o h n e d a ß s i e a l s z u l ä s s i g angesehen werden könnten, ist weder im allgemeinen an drei Harmonische, noch im besonderen an die 1., 3. und 5. Harmonische gebunden; lediglich aus Zeitersparnis habe ich unter diesen Annahmen bestimmte Kurven berechnet und zur Darstellung gebracht, weil ich das Ergebnis meiner Rechnung auch an einem konkreten Beispiel erläutern zu sollen glaubte. Nachdem über das Vorzeichen der Koeffizienten a_k entsprechend meinen letzten Ausführungen offensichtlich Zweifel bei Herrn Professor BENISCHKE nicht mehr bestehen, genügt es, für die Wiedergabe des Ganges meiner Überlegungen darauf hinzuweisen, daß das nach Auflösung der bewußten Ausgangsgleichung[2] für die Bestimmung der Koeffizienten a_k in der Form

$$\frac{a_\alpha + a_\beta + a_\gamma + a_\delta + a_\varepsilon + \ldots}{\sqrt{a_\alpha^2 + a_\beta^2 + a_\gamma^2 + a_\delta^2 + a_\varepsilon^2 + \ldots}} = 1,$$

— α, β, γ, δ, ε, ... sollen die Ordnungzahlen irgendwelcher beliebiger Oberschwingungen bedeuten — erhaltene Resultat für beispielsweise $a_\alpha = f(a_\beta, a_\gamma, a_\delta, a_\varepsilon \ldots)$ den expliziten Zusammenhang zwischen den sämtlichen Koeffizienten einer derartigen Reihenentwicklung gibt, deren geometrischer Verlauf der Bedingung genügt, daß ihr S c h e i t e l f a k t o r m i t d e m e i n e r S i n u s w e l l e ü b e r e i n s t i m m t, also

$$\Delta = \left| \frac{1{,}414 - \sigma}{1{,}414} \right| = 0.$$

Ich darf es mir dieses Mal versagen, weitere Kurven, die obenstehender Gleichung genügen, „künstlich zu konstruieren". Um auf die Oszillogramme selbst zurückzukommen, so kann nach vorstehendem wohl der Vorwurf als abgetan gelten, ich habe, bauend auf oberflächliche Betrachtung, versucht, oszillographisch aufgenommene Kurven zur Stützung meiner Behauptungen heranzuziehen, deren Gleichung gar nichts mit der von mir zu beweisenden Gleichung gemein haben. Daß es die Kurven eines Frequenzwandlers waren, tut wohl nichts zur Sache; übrigens werden auch an einen solchen schlechthin dieselben Bedingungen wie an einen Generator hinsichtlich der Kurvenform zu stellen sein. Wenn weiterhin Herr Professor BENISCHKE die Unsymmetrie der Kurven, die, nebenbei erwähnt, wohl weniger auf die Kommutierung als auf andere Ursachen, z. B. inverse Drehfelder, wie aus dem Oszillogramm zu ersehen ist, zurückzuführen sein wird, bemängelt, so können trotzdem die Oszillogramme als von der A r t der Kurven c und d gelten; zu quantitativen Feststellungen habe ich sie ja nicht herangezogen.

Damit möchte ich für meine Person den mir aufgezwungenen Briefwechsel, der wie alles einmal ein Ende finden muß, beenden, umsomehr, als die Beweisführung meines Aufsatzes in Heft 13 der „ETZ" sachlich in k e i n e r l e i Weise bislang von Herrn Professor BENISCHKE w i d e r l e g t wurde und letzten Endes nicht dem Leserkreis zugemutet werden kann, die Divergenz rein persönlicher Ansichten, wie sie leider in dem Briefwechsel zum Ausdruck gekommen ist, bis in die kleinsten Details kennenzulernen. Der Auffassung, daß der Scheitel f a k t o r die technisch zweckmäßigste Kennzeichnung der Abweichung einer Wellenform von der Sinuswelle darstellen soll, vermag ich zu meinem Bedauern auch heute noch nicht beizupflichten; ebenso wenig dürfte m. E. der Scheitel w e r t bzw. dessen Abweichung von dem der Grundwelle als Kriterium brauchbar sein.

B l n. - C h a r l o t t e n b u r g, 7. VI. 1928.

O. H a m m e r e r.

Wir schließen hiermit diese Erörterung. D. S.

[2] Daß statt der vereinfachten Gleichung

$$\frac{a_1 + a_3 + a_5}{\sqrt{a_1^2 + a_3^2 + a_5^2}} = 1$$

auch die umfassendere

$$\frac{(a_1 \sin x + a_3 \sin 3x + a_5 \sin 5x + \ldots)_{max}}{\sqrt{a_1^2 + a_3^2 + a_5^2 + \ldots}} = 1$$

hierzu verwendet werden kann, braucht kaum gesagt zu werden.

Über die Leistungsfaktorbestimmung in ungleichmäßig belasteten symmetrischen Dreileiter - Drehstromsystemen.

Herr Prof. A. BARBAGELATA, Mailand, macht mich darauf aufmerksam, daß er die von mir auf S. 755 der ETZ d. J. aufgestellte Beziehung schon im Jahre 1908 gefunden und in „Rivista Tecnica d'Elettricità", Mailand, 1908, Bd. 31, H. 23, veröffentlicht habe. Dieser Aufsatz hat scheinbar in Deutschland seinerzeit eine Beachtung nicht gefunden. Es wäre sonst anzunehmen, daß in den vielen, seit jener Zeit erschienenen guten Büchern der deutschen elektrotechnischen Literatur auf diese Arbeit eingegangen worden wäre.

D r e s d e n, 14. VII. 1928. G. H a u f f e.

LITERATUR.

Besprechungen.

D i e w i s s e n s c h a f t l i c h e n G r u n d l a g e n d e s R u n d f u n k e m p f a n g s. Herausg. von Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. W a g n e r. Mit 253 Textabb., VIII u. 418 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 25 RM.

Der einleitende Vortrag von K. W. W a g n e r behandelt die Kulturaufgabe und Organisation des Rundfunks und gibt einen Überblick über den Inhalt der folgenden Vorträge. Sehr zu begrüßen ist der wiederholte und strenge Hinweis, daß erste Voraussetzung für erfolgreiches Arbeiten auf diesem Gebiet Klarheit über die physikalischen Vorgänge und scharfes Erkennen der zu lösenden Aufgabe sein muß, ein Gesichtspunkt, der vielfach nicht nur von dem Heer der Bastler, sondern auch von der Industrie übersehen wird.

In dem Vortrag von F. A i g n e r über Schwingungen der Sprache und der Musikinstrumente und über die Quellen der Verzerrung wird im Anschluß an die Erläuterung der Zusammensetzung genannter Schwingungen die Größe des erforderlichen Frequenzbandes, der Einfluß seiner Beschneidung, sein Zusammenhang mit Resonanzkurve, Dekrement und Rückkoppelung des Empfängers besprochen. Dann folgen Abschnitte über die durch den Nachhall bedingte Raumakustik und die wichtigen Kombinationsschwingungen, die zur Festlegung der Modulationsgröße und zu Gesichtspunkten für das Unterdrücken der Seitenbänder führen.

W. H a h n e m a n n und H. H e c h t behandeln das Schallfeld und die akustischen Schwingungsgebilde, wobei erläutert werden die Strahler 0ter und 1ter Ordnung und die Grundbestandteile Tonpilz und Tonraum, aus denen sich ähnlich wie bei elektrischen Schwingungsgebilden durch Koppelung die verwickelteren Strahlgebilde zusammensetzen und ihre Wirkungsweisen rechnerisch behandeln lassen. Als Beispiel für den Tonpilz wird der Unterwasserschallsender, als Beispiel für den Tonraum das Telephon aufgeführt.

In dem umfangreichsten Teil des Buches gibt W. S c h o t t k y eine eingehende Darstellung der Elektroakustik. Ihre Aufgabe ist, die Bedingungen zu untersuchen und die Mittel zu finden, unter denen das vom Telephon oder Lautsprecher wiedergegebene Klangbild möglichst gleich ist dem vom Mikrophon aufgenommenen. Frequenz und Richtungsforderungen und Einflüsse der Ent-

fernungen liefern sowohl für Mikrophon als Telephon die besonderen Gesichtspunkte zur Lösung der Aufgabe.

Die ausführlich entwickelte Mikrophontheorie ist aufgebaut auf 5 Bestimmungsgrößen: Gütefaktor, Beweglichkeit der Membran, Empfindlichkeit und die Verhältnisse V/E und VG/V, die zunächst begrifflich genau festgelegt, durch Gleichungen dargestellt und durch errechnete Zahlenwerte erläutert werden. Die Theorie der Schallgeber muß unterscheiden zwischen Nah- und Fernwiedergabe. Die erste erfolgt durch den Kopfhörer, dessen Wirkungsweise verglichen wird mit derjenigen eines geschlossenen Schwingungskreises, während die Fernwiedergabe dem Lautsprecher zufällt, der sich wie ein Strahler verhält.

Eingehend wird nur die Theorie der Membranlautsprecher oder der Eisenlautsprecher und des elektrodynamischen Lautsprechers behandelt. Dann folgt die Theorie der Trichterwirkung, insbesondere bei verschieden schweren Membranen, ihre Anwendung auf den Bandsprecher und die Formgebung der Trichter, den trichterlosen Lautsprecher und Blatthaller. Weiter werden behandelt die Membranresonanzen beim Eisenmembranlautsprecher, die viel stärker als die Trichterresonanzen die Art der Klangwiedergabe beeinflussen.

H. Salinger bringt in seinen physikalischen Grundlagen der Empfangstechnik im Anschluß an eine kurze Theorie der Trägerstromtelephonie die wichtigsten Grundbegriffe wie Abstimmung, Dämpfung nebst den zugehörigen Gleichungen, deren Auswahl und Form sehr zweckmäßig den Bedürfnissen des Rundfunks angepaßt sind. Dann folgen die physikalischen Gesichtspunkte für den Bau von Kondensatoren, Widerständen und Spulen unter besonderer Berücksichtigung der Leistungsverluste.

In einer physikalisch und mathematisch sehr anregenden Form gibt R. Rüdenberg eine Darstellung der Ausstrahlung, Ausbreitung und des Empfanges elektrischer Wellen. An die Erläuterung der Grundbegriffe Strahlerform und elektromagnetische Welle reihen sich die Abschnitte über das elektrische und magnetische Feld, in denen die Gleichungen für die Feldstärken, die Richtkennlinien, und zwar auch für die höheren Harmonischen, ferner der Einfluß einer gutleitenden Erde erläutert werden. Dann folgen die Gleichungen für Strahlungsleistung und Strahlungswiderstand für geraden Leiter und Rahmen.

In dem Abschnitt über den Empfang elektrischer Wellen wird gezeigt, wie bei Hochantennen die elektrische Feldstärke, bei Spulenantennen dagegen die magnetische Feldstärke zur Ermittlung der in der Empfangsantenne erregten elektromotorischen Kraft benutzt wird. Die Rechnungen sind durchgeführt für die senkrechte Hochantenne und den Rahmen. Bei Empfangsantennen der L-, T- und Schirmform sind große Antennendächer wertlos. Die Betrachtung der Energiebilanz des Empfängers führt zu der Beziehung zwischen Empfangsstärke, Senderstrom, Wellenlänge, der Antennenhöhe und Entfernung und der wichtigen Erscheinung, daß die Empfangsantenne unter dem Einfluß einfallender Wellen selbst zum Strahler wird. Dadurch erhöht sich ihr Dämpfungswiderstand, der Empfangstrom strebt mit wachsender Antennenhöhe einem Grenzwert zu, aus dem sich die günstigste Antennenhöhe in Abhängigkeit von Wellenlänge und Nutzwiderstand ergibt. In ähnlicher Weise führt die Untersuchung der größten Nutzleistung zu einer Gleichung zwischen Sende- und Empfangstrom bei günstigsten Werten von Antennenhöhe, Nutzwiderstand und Wellenlänge. Weiter wird erläutert die Rückwirkung der Empfangsantenne auf das primäre Feld, die, von der Senderantenne erregt, selbst zum Strahler wird.

Die Wellenausbreitung längs der Erde wird beeinflußt durch benachbarte Leiter. Sie vergrößern die Dämpfung und verringern damit die Strahlhöhe der Senderantenne, verursachen Schattenbildungen und verwischen die Richtwirkung. Der Erdwiderstand bewirkt Neigung der elektrischen Kraftlinien und eine räumliche Dämpfung. Weiter entstehen Phasenänderungen, die zu Brechungen, bei Peilungen zu Mißweisungen führen und zum Teil auch die Schattenzonen erklären. Dann wird ausführlich erläutert die Beugung der Wellen um die Erde und schließlich der Einfluß der Atmosphäre, der in den oberen Schichten verursacht wird durch Änderung der Ionisation, verbunden mit Änderungen der Elektrisierungszahl, für die die Gleichungen abgeleitet werden. Eine ausgezeichnete Darstellung gibt H. Rukop über die Wirkungsweise der Elektronenröhren. Zuerst sind besprochen die Glühkathoden, ihre Eigenschaften und ihre Herstellung. Anschließend werden erläutert die Kennlinien, die Messung von Steilheit, Durchgriff und innerem Widerstand und im Anschluß an die Besprechung des Gitterstromes die Vakuummessung. Dann folgen Raumladegitter- und Schutznetzgitterröhren, verschiedene besondere Röhrenarten und Röhren mit fallenden Kennlinien.

H. Barkhausens Vortrag über allgemeine Verstärkertheorie behandelt in sehr klarer und übersichtlicher Weise die Grundsätze insbesondere für den Bau von Hochfrequenzverstärkern.

Er findet seine Ergänzung durch den Vortrag von B. Pohlmann über Niederfrequenzverstärker, in dem die Anpassung des Anodenwiderstandes an die Röhre, die Koppelung mit einer zweiten, die Mittel zur Erzielung möglichster Frequenzunabhängigkeit des Übertragungsbereichs, die Entzerrung, die Ursachen für die störenden Rückkoppelungen und ihre Vermeidung und die Bedingungen für die abgebbare Höchstleistung erläutert werden, wobei auch kurz auf Wirkungsweise und Nutzen der Gegentaktschaltung hingewiesen wird.

Das Schwingaudion, das H. G. Möller in dem folgenden Vortrag bespricht, erfordert als Vereinigung eines Röhrengleichrichters und eines Röhrengenerators zuerst die Erläuterung von deren Wirkungsweise. Im Anschluß an die Gleichrichterschaltungen werden erläutert: eine zeichnerische Ermittlung der Audiongleichrichtung, ferner der Einfluß von Gitterkondensator und Gitterwiderstand bei modulierten Wellen. Die Besprechung des Röhrengenerators ist aufgebaut auf den von Möller eingeführten Schwingkennlinien, deren Konstruktion und Anwendung bei dem fremderregten und rückgekoppelten Generator und der Berechnung der Aufschaukelgeschwindigkeiten ausführlich behandelt werden. Dann wird die Theorie ergänzt durch die Berücksichtigung der Gitterströme und der Einfluß von Heizung und Betriebspannung erläutert. Damit sind alle Grundlagen gegeben zum Verständnis der Wirkungsweise des Schwingaudions als Audionwellenmesser und Empfänger.

Die Störungen im Empfang teilt A. Esau ein in Störungen durch Änderung der Empfangstärke und Störungen durch Geräuschbildungen. Bei der ersten Art wird unterschieden zwischen regelmäßigen Änderungen bei Sonnenauf- und Untergang und unregelmäßigen, deren Ursachen Änderungen der Ionisation der Atmosphäre, die Polarisation, Interferenz und Richtungsänderung der Wellen sind, und die wenigstens zum Teil auch die Schwunderscheinungen bedingen, während andere Schwunderscheinungen auf Energiezerstreuung infolge der Witterungsart zurückgeführt werden. Dieser Art der Schwunderscheinungen kann man nicht begegnen. Entstehen die Schwunderscheinungen jedoch durch Drehung der Polarisationsebene, so kann entweder die Vereinigung einer Hochantenne und eines Rahmens und, wenn sie durch Interferenz entstehen, die Verwendung von zwei oder mehr Antennen Abhilfe schaffen, wie rechnerisch gezeigt wird. In dem Abschnitt über Störungen nichtatmosphärischen Ursprungs sind zusammengestellt die Störungen durch elektrische Maschinen, medizinische Geräte, Geräusche in Verstärkerröhren und dergl. sowie Hilfsmittel zum Auffinden ihrer Ursachen und zur Störbefreiung.

Ausführlich sind weiter behandelt die eigentlichen atmosphärischen Störungen und ihre Abhängigkeit von Ort, Wellenlänge, Zeit, Richtung, wobei auch einige Mittel zur Störbeseitigung erwähnt werden. Für eine Neuauflage würde sich für Einteilung und Überschriften eine Abänderung empfehlen.

In dem Vortrage von G. Leithäuser sind unter Kunstschaltungen zusammengestellt Anordnungen, die die Rückkoppelung bis an die Grenze der Selbsterregung der Röhre auszunutzen erlauben, die sogen. Pendelrückkoppelung und die Überrückkoppelung, ferner Anordnungen zur Hoch- und Niederfrequenzverstärkung in einem Rohr durch Mehrfachröhren und durch Reflexschaltung und schließlich Empfänger, die größte Selektivität erzielen lassen: die Neutrodynschaltung und der Zwischenfrequenzverstärker.

Leider ist die Erklärung der Wirkungsweise dieser Anordnungen viel zu kurz gehalten, sie müßte bei einer Neuauflage eine wesentliche Erweiterung erfahren.

Der Vortrag von F. Eppen: Anforderungen an die Einzelteile der Rundfunkempfänger; Gesichtspunkte für den Bau der Geräte ergänzt den Vortrag von Salinger nach der rein technischen Seite. Er bringt viele wertvolle Hinweise für die Herstellung der Einzelteile von Rundfunkempfängern und deren Zusammenbau.

H. Harbich gibt zuerst ein sehr klares Bild über die Gesichtspunkte für die Wellenverteilung beim Rundfunk. Die anschließende Besprechung der einzelnen Empfangsanordnungen bringt gute Erläuterungen über deren Wirkungsweise und manche praktisch wichtige Zahlenangaben und gibt schließlich Gesichtspunkte zur Beschränkung der Zahl der Empfangsanordnungen.

Das Buch ist nicht für Anfänger bestimmt, für Leser aber mit einer guten physikalischen Vorbildung und insbesondere mit Kenntnissen der Erscheinungen in einfachen Wechselstromkreisen gibt es einen ausgezeichneten Überblick über das Gesamtgebiet des Rundfunkempfangs zur Zeit der Vorträge, der in vollem Maße die von Wagner gestellte Aufgabe erfüllt: Vermittlung von Klarheit über die physikalischen Vorgänge.

Für eine Neuauflage wäre wünschenswert ein Sachverzeichnis und der Wegfall von vielen, völlig überflüssigen Fremdwörtern, unter denen auch wieder das schöne Wort „geshuntet" nicht fehlt. K. Wirtz.

Die Wassereisenbahn, ein Schleppsystem auf Kanälen und Flüssen ohne Inanspruchnahme der Ufer. Von Ober- u. Geh. Baurat i. R. R. Koß. Mit 50 Textabb., IV u. 117 S. in 4°. Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1927. Preis geh. 12 RM.

Der Verfasser, s. Z. Beamter der Dortmund-Ems-Kanal-Verwaltung, will nicht nur die Treidelei vom Ufer aus, sondern auch die Schleppdampfer mit ihrem großen Kohlenverbrauch und der schädlichen Einwirkung der Schraube auf die Kanalsohle entbehrlich machen. Eine im Wasser verlegte Schiene soll von Klemmrollen erfaßt werden, die mittels halbstarren Triebwerks von einem kleinen Schleppboot aus in Bewegung gesetzt werden und dieses an der Schiene entlang ziehen. Für den Betrieb wird Elektrizität durch eine über dem Kanal ausgespannte Fahrleitung zugeführt oder Kraft im Schiff durch einen Verbrennungsmotor erzeugt. Probeausführungen und mehrere von namhaften Elektrizitäts- und Maschinenfabriken durchgearbeitete Entwürfe bahnen die Überwindung der technischen Schwierigkeiten dieser Schleppmittel an. Zu einem Dauerversuchsbetrieb auf längerer Strecke kam es infolge widriger Umstände, namentlich auch des Krieges wegen, nicht.

Das Erreichte und die sorgfältig geplanten Verbesserungen vor dem Vergessenwerden zu bewahren, ist der Zweck der Schrift. Jeder sollte sie lesen, der sich mit der Entwicklung der Schiffsschlepperei befaßt. Fünfzig deutliche Abbildungen und eine ansprechende Schreibweise, untermischt mit Humor trotz bitterem Erfinderschicksal, fesseln den Leser. Die Ausstattung ist vorzüglich.

v. Troeltsch.

Schlosserei- und Montage-Arbeitszeitermittlung und Zeitbedarf verwandter Handarbeiten. Herausg. v. Prof. K. Gottwein. (Schriften d. Arbeitsgemeinschaft Dt. Betriebsing., Bd. 5.) Mit 139 Textabb., 106 Zahlentaf., VII u. 312 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geb. 26 RM.

Eine literarische Neuerscheinung auf diesem Gebiete ist auf jeden Fall zu begrüßen. Wenn auch vorliegendes Buch noch keinen Anspruch auf erschöpfende Darstellung des gesamten Stoffes erheben darf, so gibt es gewiß manche wertvolle Anregung. Besonders gut zusammengestellt sind die von Fr. Schleif, Cannstatt, angegebenen Entwicklungs- und Berechnungsbeispiele. Auf den Abschnitt über die psycho-physiologischen Bedingungen der Schlosserarbeiten hätte besser im Rahmen dieses Buches verzichtet werden sollen, da heute noch zu wenig systematisch durchgeführte Versuche vorliegen, als daß deren Ergebnisse als Richtwerte gelten können. Hingegen fehlen Vergleichswerte zwischen Arbeitsleistungen im Stehen gegenüber solchen beim Sitzen auf besonders geeigneten Arbeitstühlen, was für die Montage von Kleinteilen in der Elektroindustrie und der Feinmechanik von besonderer Bedeutung ist.

Als Handbuch für Vorkalkulation und Werkstatt erscheint dieses Buch infolge des Mangels einer systematischen Ordnung des Stoffes nach den verschiedenen vorkommenden Montage-Arbeitsgängen allerdings wenig geeignet, obwohl man dies aus dem Buchtitel hätte entnehmen können. Doch wird es dem Betriebsleiter und Ingenieur trotzdem manches Interessante bringen.

Dr.-Ing. G. Oehler.

Weltmarkenrechts-Ausschuß der International Law Association. Tätigkeitsbericht 1927 erstattet v. Dr. H. Katz. Mit 60 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1928. Preis geh. 3 RM.

Die Broschüre bringt einen kurzen Bericht über die Arbeiten des Ausschusses mit dem Entwurf eines Weltmarkenvertrages und dürfte wohl nur für die engeren Interessenten von Bedeutung sein.

Dipl.-Ing. H. Herzfeld I.

Eingegangene Doktordissertationen.

Erich Scheffler, Ein Beitrag zu den technologischen Prüfungsverfahren von Schachtförderseilen, unt. bes. Berücks. d. Verwindeversuchs an blanken Stahldrähten. T. H. Berlin 1927. Preuß. Druckerei- u. Verlags-A. G., Berlin 1928.

Hans Steinweg, Korrosionsuntersuchungen an Aluminiumlötungen bei verschiedener Nahtstruktur. T. H. Darmstadt 1927.

Rudolf Voß, Die wirtschaftliche und technische Entwicklung der oberschlesischen Steinkohlenindustrie unt. bes. Berücks. d. polnisch-oberschlesischen Verhältnisse seit 1922. T. H. Berlin 1927.

Hans-Ulrich Witte, Beiträge zur Zeitstudienfrage im Steinkohlenbergbau auf Grund selbst. durchgef. Untersuch. auf einer westf. Steinkohlenzeche. T. H. Berlin 1927. Verlag v. Georg Siemens, Berlin.

Arthur Feige, Allgemeine Vierpoltheorie. T. H. Berlin 1927.

Erich Weiß, Leistung und Lebensalter bei der Deutschen Reichsbahn. T. H. Berlin 1926. S. A. aus „Ind. Psychotechnik". 4. Jahrg. 1927, H. 2, 7/8. Verlag v. Julius Springer, Berlin.

Ulrich Knoop, Der Betrieb kleinerer und mittlerer Werften. T. H. Berlin 1927. Verlag v. Julius Springer, Berlin 1928.

Michael Sadowsky, Die räumlich-periodischen Lösungen der Elektrizitätstheorie. T. H. Berlin 1927.

R. Lundholm, Das Rechnen mit Vektoren in der Elektrotechnik. T. H. Stockholm 1928.

Neue Zeitschriften.

Archiv für Funkrecht. Herausg. im Auftrage der Deutschen Studiengesellschaft für Funkrecht und der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft m. b. H. von Dr. W. Hoffmann, Leipzig. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis des Bandes 24 RM (sechs Hefte bilden einen Band).

[Diese neue Zeitschrift ist dazu bestimmt, die „Blätter für Funkrecht" zu ersetzen, die im Jahre 1927 bereits unter demselben Herausgeber im Auftrage der Reichs-Rundfunk-G. m. b. H. als Beilage zu „Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht" erschienen waren und hier schon besprochen worden sind[1]. Das vorliegende erste Heft bringt Originalaufsätze, insbesondere einen sehr guten Bericht Neugebauers „Die Rechtsprechung über Funkrechtsfragen 1927", und Unterlagen über Gesetze, ausländische Konventionen u. dgl., so daß das Archiv eine wertvolle Orientierungsquelle für die am Funkrecht interessierten Kreise zu werden verspricht.] *H.*

Elektrische Bahnen. Zentralblatt für den elektrischen Zugbetrieb. Herausg. v. Reichsbahndir. W. Wechmann, Berlin, u. Reichsbahnoberrat O. Michel, München. Verlag von Reimar Hobbing, Berlin. 4. Jahrg., Heft 6.

[Die neue, monatlich erscheinende Zeitschrift ist entstanden durch den Übergang der im 4. Jahrgang erscheinenden Zeitschrift „Elektrische Bahnen" (Rom-Verlag, Berlin) in das seit 1. I. 1928 erscheinende „Zentralblatt für den elektrischen Zugbetrieb" (Verlag Reimar Hobbing, Berlin). Da in der Zusammensetzung der Schriftleitung keine Änderung eingetreten ist, wird das Blatt unter dem Titel „Elektrische Bahnen" (Zentralblatt für den elektrischen Zugbetrieb) seine bekannte Richtung unverändert weiter verfolgen.]

Kraft och Ljus. Monatschrift, herausg. v. Verein der Elektrizitätswerke Finnlands u. d. Bund. der finnischen Elektroingenieure. Schriftleiter: V. Veijola, Helsingfors, Kasärngatan 25. Preis des Jahrgangs für das Ausland 100 FM.

[Das 24 Textseiten umfassende 1. Heft dieser in schwedischer Sprache erscheinenden neuen Zeitschrift macht einen guten Eindruck und enthält Aufsätze über die Funkanlage in Lahtis (Südfinnland), Fernheizwerke für Städte, elektrizitätswirtschaftliche Gesetzesvorlagen u. a. m.]

Supplemento mensile economico-statistico der L'Energia Elettrica, Mailand. Preis des Jahrgangs für das Ausland 20 Le.

[Ein sehr begrüßenswertes Ergänzungsheft der bekannten italienischen Fachzeitschrift, das Mitteilungen über Konzessionierung von Kraftanlagen, über Gründung, Bilanzen usw. von Elektrizitätsgesellschaften, produktions- und handelstatistische Zahlentafeln usw. bringt.]

[1] ETZ 1927, S. 987.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die deutschen Elektroaktiengesellschaften am 31. XII. 1927. — Die vor kurzem veröffentlichten Ergebnisse der amtlichen Aktienstatistik[1] sind, soweit es sich um solche der Elektrizitätsbranche handelt, in folgender Übersicht zusammengestellt:

Nominalkapital 1000 RM	Elektroindustrie		Elektrizitätswerke	
	Anzahl	Nominalkapital Mill. RM	Anzahl	Nominalkapital Mill. RM
5	12	0,06	3	0,01
5 bis 50	34	0,79	12	0,29
50 „ 100	35	2,0	9	0,6
100 „ 500	85	18,5	31	6,9
500 „ 1 000	26	15,9	9	5,5
1 000 „ 5 000	33	73,0	62	149,0
5 000 „ 20 000	15	129,0	42	391,0
20 000 „ 50 000	3	94,0	12	331,0
50 000 und darüber	4	464,0	6	535,0
zusammen	247	798,0	186	1419,0

Somit sind vorhanden:

Kapitalstärke	Elektroindustrie				Elektrizitätswerke			
	Anzahl	% aller Ges.	Nominalkapital	% des ges. Kap.	Anzahl	% aller Ges.	Nominalkapital	% des ges. Kap.
Unter 0,5 Mill. RM	166	67,2	22	2,8	55	29,6	8	0,5
0,5 bis 5 „ „	59	23,9	89	11,2	71	38,2	154	10,9
5 „ 50 „ „	18	7,3	223	27,9	54	29,0	722	50,9
über 50 „ „	4	1,6	464	58,1	6	3,2	535	37,7

Das Schwergewicht des Aktienkapitals der Elektroindustrie liegt bei den vier Unternehmungen AEG (186 Mill. RM), Siemens-Schuckertwerke (120), Siemens & Halske (97), Felten & Guilleaume (60), die zusammen über 58 % des gesamten Aktienkapitals ihrer Gewerbegruppe verfügen. An großen Betrieben mit mehr als 5 Mill. RM Kapital sind 18 mit 28 % des Gesamtkapitals vorhanden.

Bei den Elektrizitätswerken herrschen kapitalmäßig die 51 % des gesamten Kapitals besitzenden Großbetriebe vor. Die sechs stärksten mit zusammen 37,7 % des Kapitals sind das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk (155 Mill. RM), die A. G. Sächsische Werke (100), die Preußische Elektrizitäts-A. G. (80), die Überlandzentrale Pommern (74), die Hamburgischen Electricitätswerke (66) und die Elektrowerke A. G. (60).

Seit dem 1. I. 1927 haben sich die 259 Aktiengesellschaften der Elektroindustrie mit 684 Mill. RM Nominalkapital infolge von Neugründungen und Umstellungen um 17 (185,2 Mill. RM) vermehrt und durch Auflösungen sowie Gegenstandsänderungen um 29 (71,3 Mill. RM) verringert. Bei der Gruppe Elektrizitätswerke, die anfangs 1927 203 Gesellschaften mit 1351 Mill. RM Kapital umfaßte, ist durch Errichtungen und Kapitalserhöhungen ein Zuwachs um drei Gesellschaften bzw. 163,4 Mill. RM entstanden, während 20 Unternehmungen mit 45,4 Mill. RM aus den angeführten Gründen ausscheiden mußten. Dr. C. A.

Die deutsche Elektroindustrie im zweiten Vierteljahr 1928[*2]. — Dem Wirtschaftsbericht der Industrie- und Handelskammer zu Berlin vom 28. VI. 1928[*3] entnehmen wir folgende Sätze:

Das aus einzelnen anderen Industrien für die letzten Monate gemeldete teilweise Nachlassen des Auftragseingangs hat sich in den elektrotechnischen Betrieben, die für die Industrie im weitesten Sinne tätig sind, entgegen den am Ende des vorigen Berichtszeitraums geäußerten Befürchtungen bisher nicht bemerkbar gemacht. Die Bestellungstätigkeit ist auf ungefähr der gleichen Höhe geblieben, die sie gegen Ende des vorigen Jahres erreicht hatte. Sie erstreckte sich sowohl auf Erweiterungen bestehender elektrischer Anlagen als auch, vielleicht in noch stärkerem Maße, auf Umstellung auf modernste Betriebsformen. So war der Auftragseingang für Bau und Erweiterungen von Zentralanlagen befriedigend und wäre sogar entsprechend der ständigen Zunahme der Verwendung elektrischen Stroms noch weit reger gewesen, wenn die für den Ausbau der meisten Zentralen zuständige öffentliche Hand (? D. S.) genügend Geldmittel zur Verfügung hätte. Auch der Geschäftsverkehr mit der Industrie war im allgemeinen lebhaft. Hier gingen besonders aus der Textil-, Papier-, Leder- und Metallbearbeitungsindustrie zahlreiche Bestellungen ein. Ebenso hielt sich der Umsatz mit der chemischen Industrie, mit dem Schiffbau und auf dem Gebiet der Transportanlagen auf erfreulicher Höhe. Dagegen machte sich ein Rückgang an Aufträgen aus dem Steinkohlenbergbau und aus der Eisen- und Stahlindustrie bemerkbar. Auch hier fehlte es an hinreichenden Mitteln, um die auf diesen wichtigen Wirtschaftsgebieten nötigen Verbesserungen durchführen zu können. Das Herannahen der Sommerzeit hat sich bisher noch nicht bemerkbar gemacht. Die Stromerzeugungs- und Verteilungsunternehmungen haben die Auftragsvergebung im allgemeinen auf der bisherigen Höhe beibehalten. Gewisse Schwankungen im normalen Geschäft sind durch den Eingang mancher größeren Aufträge ausgeglichen worden. Demgemäß waren Maschinen-, Apparate- und Kabelfabriken, ebenso auch die gesamten Betriebe der Meßtechnik ausreichend beschäftigt. In einer wesentlich ungünstigeren Lage befinden sich dem gegenüber die Teile der Schwachstromindustrie, die auf die Bestellungen der Reichspost angewiesen sind. Wegen des Mangels an Betriebsmitteln hat die Reichspost ihre Auftragserteilung noch weiter eingeschränkt als bisher. Die Firmen, die private Kundschaft beliefern, hatten die Möglichkeit, durch von dorther eingegangene Aufträge einen gewissen Ausgleich zu schaffen. Für elektrische Bahnen jeder Art war befriedigend zu tun. Spärlich war der Auftragseingang aus der Landwirtschaft. Die Glühlampen-Industrie hatte in Deutschland gesteigerten Bedarf zu decken; auch die Ausfuhr war zufriedenstellend. Der Absatzmarkt elektromedizinischer Erzeugnisse war im Inland etwas ruhiger. Die Lage auf dem Elektrokohlenmarkt ist unverändert. Auf dem Gebiet des Eisenbahnsicherungswesens war der Geschäftsgang schleppend infolge der Zurückhaltung der deutschen Reichsbahn wegen der Ablehnung der beantragten Tariferhöhung. Da noch ältere größere Aufträge aus dem In- und Ausland vorliegen, war die Beschäftigung trotzdem einigermaßen befriedigend.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Im Mai 1928 ist die Einfuhr gegen den Vormonat (454 012 £) um 14 001 £ oder 3 % und gegen den gleichen Monat des Vorjahres um 2673 £ gestiegen. Die Erhöhung letzterem gegenüber betraf hauptsächlich Schwachstrominstrumente, künstliche Kohlen, Glüh- und Bogenlampen, Batterien sowie nicht näher bezeichnete Waren. Der Import von Maschinen, Leitungsmaterial und Starkstromschalttafeln ist zurückgegangen. Die Ausfuhr weist gegen den April (1 429 491 £) eine wertliche Zunahme um 169 759 £ oder 12 % und gegen den Mai 1927 eine Erhöhung um 46 519 £ bzw. 3 % auf. Diese betraf im wesentlichen gewisse Motoren, sodann Schwachstrominstrumente, Bogenlampen und deren Teile, Meßgeräte, Starkstromschalttafeln und nicht spezifizierte Erzeugnisse, während bei den übrigen Waren mehr oder weniger Wertabnahmen festzustellen sind. In den abgelaufenen fünf Monaten hat sich gegen die gleiche Periode von 1927 die Einfuhr um 289 603 £ bzw. 13 %, die Ausfuhr indessen nur um 45 726 £ gesteigert. Der Überschuß letzterer über den Import betrug 5 311 758 £ (5 555 635 £ i. V.).

Erzeugnisse	Einfuhr in £		Ausfuhr in £	
	1928	1927	1928	1927
	Mai			
Maschinen	147 128	166 935	606 569	607 542
Waren u. Apparate .	320 885	298 405	992 681	945 189
	468 013	465 340	1 599 250	1 552 731
	Januar/Mai			
Maschinen	741 697	681 107	2 843 528	2 851 733
Waren u. Apparate .	1 749 103	1 520 090	4 959 030	4 905 099
	2 490 800	2 201 197	7 802 558	7 756 832

[1] Nach The Electrician Bd. 100, 1928, S. 715. Vgl. ETZ 1928, S. 864

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Erfahrungen und Verbesserungen am Röhrenvoltmeter zur verlustfreien Messung höherer Spannungen" in der ETZ 1928, S. 796, sind infolge eines Druckfehlers in den rechten Seiten der beiden letzten Formeln die Indices zu ändern. Die berichtigten Formeln lauten:

$$\text{Oberer Meßwert} \quad E_{xo} = \frac{E_{gm}}{D},$$

$$\text{Meßbereich} \quad E_{xo} - E_{xu} = \frac{E_{ge}}{D}.$$

Abschluß des Heftes: 21. Juli 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

[1] Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928, S. 250.
[*2] Vgl. ETZ 1928, S. 668.
[*3] Mitt. Ind. u. Handelsk. v. 10. VII. 1928, S. 626.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



1. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 2. AUGUST 1928
(1141—1172)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 2. August 1928 | Heft 31

Zur Theorie der Erwärmungs- und Abkühlungskurven elektrischer Maschinen und Apparate.

Von R. Küchler, Berlin-Oberschöneweide.

Übersicht. Ausgehend von den Voraussetzungen der klassischen Theorie für die Temperaturkurven elektrischer Maschinen und Apparate wird gezeigt, daß diese in vielen, praktisch wichtigen Fällen nicht erfüllt werden. Man hat im allgemeinen auf die Widerstandszunahme der Stromleiter Rücksicht zu nehmen und zwischen natürlicher und künstlicher Kühlung zu unterscheiden, da die Beziehung zwischen Wärmeabgabe und Übertemperatur für beide verschieden ist. Es wird deshalb eine entsprechend erweiterte Theorie für den zeitlichen Temperaturverlauf entwickelt, wobei jedoch der Fall indirekter Kühlung außer Betracht bleibt.

Die klassischen Formeln für den zeitlichen Verlauf der Erwärmung und Abkühlung elektrischer Maschinen und Apparate gehen von einer Reihe von Vereinfachungen aus. Diese beruhen auf der Annahme der Unveränderlichkeit

1. der Wärmeerzeugung,
2. der Wärmeabgabeziffer,
3. der Temperatur der Umgebung bzw. des Kühlmittels,
4. der Körpertemperatur in räumlicher Hinsicht.

In praktischen Fällen hat man es nun in der Regel mit mehr oder weniger abweichenden Verhältnissen zu tun. Dies gilt besonders für die beiden ersten Voraussetzungen. Gewöhnlich wächst die Wärmeerzeugung trotz konstanter Strombelastung mit der Körpertemperatur; ebenso nimmt die Wärmeabgabeziffer in vielen Fällen mit der Erwärmung beträchtlich zu. Diese bald einzeln, bald gemeinsam auftretenden Erscheinungen und ihre Einflüsse auf die Temperaturkurven sollen im nachfolgenden näher untersucht werden. Hierbei müssen aus Zweckmäßigkeitsgründen die beiden letztgenannten Einschränkungen der klassischen Theorie übernommen werden, weshalb einige allgemeine Bemerkungen zu diesen vorauszuschicken sind.

Man hat zu unterscheiden zwischen unmittelbar und mittelbar gekühlten Wärmeerzeugern. Die ersteren geben ihre Wärme an ein unbegrenztes Kühlmittel ab, während die letzteren ihre Wärme auf ein begrenztes primäres Kühlmittel übertragen, das seinerseits durch ein unbegrenztes sekundäres Kühlmittel rückgekühlt wird. Zunächst die unmittelbar gekühlten Wärmeerzeuger: Aus der Unbegrenztheit des Kühlmittels ergibt sich die Berechtigung der Annahme konstanter Kühlmitteltemperatur von selbst. Die Körpertemperatur braucht jedoch in räumlicher Hinsicht durchaus nicht konstant zu sein. Meistens liegt ein Oberflächen-Temperaturanstieg in der Strömungsrichtung des Kühlmittels und ein, wenn auch gewöhnlich kleiner Temperaturabfall längs des Wärmestromes im Körperinnern vor. Rechnen wir jedoch grundsätzlich mit mittleren Übertemperaturen, so kann uns diese Komplikation des Problems nicht in Verlegenheit bringen. Beim Wärmeerzeuger mit mittelbarer Kühlung haben wir die Erwärmung des primären Kühlmittels gegen das sekundäre von der des Wärmeerzeugers gegen das erstere auseinander zu halten. Die Addition der beiden Erwärmungs- bzw. Abkühlungskurven ergibt den zeitlichen Verlauf der Gesamterwärmung des Wärmeerzeugers. Selbstverständlich legen wir auch hier die mittleren Übertemperaturen des Wärmeerzeugers und des primären Kühlmittels der Rechnung zugrunde. Aber selbst dann, wenn wir sinngemäß der Zeitkonstanten des primären Kühlmittels, das als unmittelbar gekühlter Wärmeerzeuger aufzufassen ist, die Wärmekapazität aller an der Temperaturänderung desselben teilnehmenden aktiven und inaktiven Konstruktionsteile zugute rechnen, so bleibt doch eine unleugbare Wechselbeziehung zwischen den beiden genannten Kurven bestehen. Innerhalb der Zeitspanne nämlich, die der eigentliche Wärmeerzeuger benötigt, um seinen relativen, auf die primäre Kühlmitteltemperatur bezogenen Temperaturan- oder -abstieg zu vollenden, ändert sich einerseits die letztere und anderseits die dem primären Kühlmittel zugeführte Wärme um den der Wärmekapazität des Wärmeerzeugers und seiner Temperaturänderung entsprechenden Betrag. Diese Wechselbeziehung kann jedoch vernachlässigt werden, wenn die Zeitkonstante des eigentlichen Wärmeerzeugers gegenüber der des primären Kühlmittels klein genug ist, wie z. B. bei Öltransformatoren. Andere Verwicklungen kommen jedoch auch in diesem Falle noch hinzu, wenn eine Temperaturabhängigkeit des Widerstandes der Stromleiter vorliegt, so daß sich die Ergebnisse der folgenden Untersuchung nicht ohne weiteres auf mittelbar gekühlte Wärmeerzeuger übertragen lassen.

Die Verlustwärme elektrischer Maschinen und Apparate bzw. von in wärmewirtschaftlicher Hinsicht selbständigen Teilen derselben stammt entweder aus den Stromleitern oder aus dem zyklisch magnetisierten Eisen oder auch aus beiden gemeinsam. Während die Eisenverluste von der Temperatur des Eisens praktisch unabhängig sind, wachsen die Stromwärmeverluste mit der Temperatur der Leiter, und zwar entsprechend der Zunahme ihres Gleichstromwiderstandes. Dies gilt auch dann noch mit hinreichender Genauigkeit, wenn nebenbei in den Stromleitern Wirbelstromverluste auftreten, die weniger als etwa 10 % der Stromwärme betragen. Letztere sind bekanntlich dem Gleichstromwiderstand verkehrt proportional. Wir werden daher den allermeisten praktischen Fällen gerecht, wenn wir für die in der Zeit dt bei der Übertemperatur τ erzeugte Wärme schreiben:

$$V\,dt = V_0(1+\beta\tau)\,dt\,. \quad (1)$$

Hierin bedeutet V_0 den Gesamtverlust im kalten Zustande. Bezeichnet V_1 den Eisenverlust, V_{20} den Stromwärmeverlust im kalten Zustande und α den Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes, so ergibt sich mit

$$V_0 = V_1 + V_{20}$$

und

$$V_0(1+\beta\tau) = V_1 + V_{20}(1+\alpha\tau)$$

der Koeffizient β zu

$$\beta = \frac{\alpha}{1+\frac{V_1}{V_{20}}}\,. \quad (2)$$

Normalerweise, d. h. wenn die Stromleiter aus Kupfer bestehen, wird $\beta \leq 0{,}004$. Es wird zu Null, wenn wir es nur mit Eisenverlusten zu tun haben ($V_{20} = 0$), und nahezu Null, wenn die Stromleiter aus Widerstandsmaterial bestehen ($\alpha \approx 0$).

Die Wärmeabgabe der Oberfläche des Wärme erzeugenden Körpers erfolgt durch Konvektion und Strahlung. Die erstere kann bei relativ zur Kühlfläche ruhendem oder künstlich bewegtem Kühlmittel erfolgen. Demgemäß spricht man von natürlicher oder künstlicher Konvektion. Die übliche Annahme einer konstanten Konvektionsziffer trifft mit genügender Genauigkeit nur auf letztere zu. Bei natürlicher Konvektion wächst dagegen die Konvektionsziffer mit der Übertemperatur der Kühlfläche. Diese Zunahme ist längst bekannt und einwandfrei ermittelt worden. Sie entspricht der 4. Wurzel aus der Übertemperatur, woraus folgt, daß die Wärmeabgabe durch natürliche Konvektion der 1,25. Potenz der Übertemperatur proportional ist. Die durch Strahlung abgegebene Wärme anderseits ändert sich bekanntlich mit der Differenz der 4. Potenzen der absoluten Temperaturen des strahlenden und bestrahlten Körpers. Diese unbequeme Funktion läßt sich für normale Raumtemperaturen (rd. 20°) und Übertemperaturen bis zu rd. 100° näherungsweise ebenfalls durch die 1,25. Potenz der Temperaturdifferenz darstellen. Auf eine genaue Erfassung der Strahlungswärme kommt es übrigens gar nicht

an, da sie im allgemeinen eine untergeordnete Rolle spielt. Bei künstlicher Kühlung ist der Anteil der Strahlung an der Wärmeabgabe r e g e l m ä ß i g gering; nur bei natürlicher Kühlung kommen Ausnahmen vor. Der Höchstwert, den die Strahlung hierbei erreichen kann, beträgt etwa 50 % der gesamten Wärmeabgabe. Dieser wird erreicht, wenn die Kühlfläche sich in Luft befindet, eine unbehinderte Strahlungsmöglichkeit besitzt und den Eigenschaften des absolut schwarzen Körpers nahekommt.

Nach alledem dürfen wir also die Rechnung in der Weise vereinfachen, daß wir die gesamte Wärmeabgabe durch künstliche Kühlung der 1. Potenz, durch natürliche Kühlung der 1,25. Potenz der Übertemperatur proportional setzen, ohne einen merklichen Fehler zu begehen. Mit diesen Grundlagen können wir nun an die mathematische Behandlung des Problems herangehen.

A. Künstliche Kühlung.

Da in jedem Augenblick die erzeugte Wärme gleich der aufgespeicherten plus der abgegebenen Wärme sein muß, lautet die Differentialgleichung bei künstlicher Kühlung

$$V_0(1+\beta\tau)\,dt = C\,d\tau + K\tau\,dt \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

In dieser bezeichnen C die Wärmekapazität und K die sekundliche Wärmeabgabe für 1°. Für den stationären Zustand, in dem die Übertemperatur τ den Wert τ_e (Endübertemperatur) erreicht hat, gilt

$$V_0(1+\beta\tau_e) = K\tau_e \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Setzen wir den aus Gl. (4) folgenden Wert für V_0 in Gl. (3) ein, so erhalten wir

$$dt = \frac{C}{K}(1+\beta\tau_e)\frac{d\tau}{\tau_e-\tau} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

und damit

$$t = \frac{C}{K}(1+\beta\tau_e)\,[C_1 - \ln(\tau_e-\tau)]\,.$$

Die Integrationskonstante C_1 wird für $t=0$ und $\tau=\tau_a$ (Anfangsübertemperatur)

$$C_1 = \ln(\tau_e-\tau_a),$$

so daß sich für jeden beliebigen Fall, Erwärmung oder Abkühlung, ergibt

$$t = \frac{C}{K}(1+\beta\tau_e)\ln\frac{\tau_e-\tau_a}{\tau_e-\tau} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Der Ausdruck

$$\frac{C}{K}(1+\beta\tau_e) = T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

entspricht der Zeitkonstanten der klassischen Theorie; er ist jedoch entgegen dieser keine absolute Konstante, sondern eine Funktion der Endübertemperatur, d. h. der Belastung, abgesehen von den eingangs erwähnten Sonderfällen, in denen $\beta = 0$ ist. Wir sprechen deshalb besser von einer Zeit z a h l als einer Zeit k o n s t a n t e n. Bemerkenswert ist, daß die Zeitzahl mit der Belastung steigt und mit der Entlastung fällt. Demzufolge vollzieht sich die Erwärmung langsamer, die Abkühlung rascher als nach der klassischen Theorie zu erwarten wäre. Den kleinsten Wert erreicht die Zeitzahl bei der Abkühlung des abgeschalteten Wärmeerzeugers, da in diesem Falle $\tau_e = 0$ wird.

Besonders interessant sind die Verhältnisse, wenn die Verlustwärme sich aus einem konstanten Anteil, den Eisenverlusten, und aus einem mit der Strombelastung und der Temperatur variierenden Betrage, den Stromleiterverlusten, zusammensetzt. Dann ändert sich nämlich β mit der Belastung und damit auch mit der Endübertemperatur selbst. Um dies besser übersehen zu können, formen wir den veränderlichen Faktor der Zeitzahl, der sich nach Gl. (2) zu

$$1+\beta\tau_e = 1 + \frac{\alpha\tau_e}{1+\frac{V_1}{V_{20}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

ergibt, um, indem wir das Verhältnis V_1/V_{20} aus den Wärmegleichungen für den stationären Zustand des leerlaufenden und belasteten Wärmeerzeugers bestimmen und in Gl. (8) einsetzen. Diese lauten:

$$V_1 = K\tau_{e_0},$$
$$V_1 + V_{20}(1+\alpha\tau_e) = K\tau_e.$$

Hierbei ist unter Leerlauf ein idealer Betriebsfall verstanden, bei welchem lediglich Eisenverluste, also keine Stromleiterverluste auftreten. τ_{e_0} ist die entsprechende stationäre Leerlauferwärmung. Mit

$$\frac{V_1}{V_{20}} = \frac{1+\alpha\tau_e}{\frac{\tau_e}{\tau_{e_0}}-1}$$

erhalten wir nach einigen Umformungen

$$1+\beta\tau_e = \frac{1+\alpha\tau_e}{1+\alpha\tau_{e_0}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Diese Abhängigkeit der Zeitzahl von der Endübertemperatur wird durch Abb. 1 für Leerlauferwärmungen τ_{e_0} von 0°, 15° und 30° und einen Temperaturkoeffizienten $\alpha = 0{,}004$ veranschaulicht. Wie ersichtlich, hat man es bei kurzzeitiger Überlastung künstlich gekühlter Maschinen, Transformatoren usw. mit sehr beträchtlichen Zunahmen der Zeitzahl zu tun, da die Endübertemperaturen in diesem Falle hohe Werte annehmen können. Um jedoch nicht falsche Hoffnungen entstehen zu lassen, sei darauf hingewiesen, daß infolge der Widerstandszunahme des Stromleitermaterials nicht nur die Zeitzahl sondern um den gleichen Betrag $(1+\beta\tau_e)$ auch die Endübertemperatur wächst.

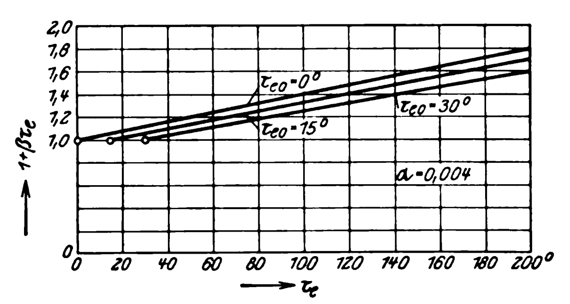


Abb. 1. Einfluß der Enderwärmung auf die Zeitzahl bei künstlicher Kühlung.

Daß die Zeitzahl gleich der Subtangente der betreffenden Erwärmungs- oder Abkühlungskurve ist, läßt sich leicht beweisen. Nach Abb. 2 ist nämlich die Subtangente für einen beliebigen Kurvenpunkt P

$$\overline{AB} = \frac{dt}{d\tau}(\tau_e-\tau).$$

Im Hinblick auf Gl. (5) können wir daher schreiben

$$\overline{AB} = \frac{C}{K}(1+\beta\tau_e) = T.$$

Ist $\tau_e \gg \tau - \tau_a$, wie z. B. bei der Belastung von Stromleitern durch einen Kurzschlußstrom, so folgt die Erwärmung praktisch der Tangente an den Ursprung der Erwärmungskurve, d. h. es ist

$$t = T\,\frac{\tau-\tau_a}{\tau_e-\tau_a}.$$

Vernachlässigt man τ_a gegenüber τ_e und benutzt die Gleichungen (7) und (4), so folgt:

$$t = \frac{C}{V_0}(\tau-\tau_a). \quad (10)$$

Die Widerstandzunahme spielt also in diesem Falle überhaupt keine Rolle. Dies erklärt sich aus dem bereits erwähnten Umstande, daß die Widerstandzunahme die Endübertemperatur und Zeitzahl in g l e i c h e r Weise erhöht.

Abb. 2. Erwärmungs- und Abkühlungskurven.

B. Natürliche Kühlung.

Wenn wir die sekundliche Wärmeabgabe bei einer Übertemperatur von 1° mit K_1 bezeichnen, so lautet die allgemeine Differentialgleichung bei natürlicher Kühlung:

$$V_0(1+\beta\tau)\,dt = C\,d\tau + K_1\tau^{1,25}\,dt \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Benutzen wir auch hier die entsprechende Gleichung für den stationären Erwärmungszustand mit der Endübertemperatur τ_e, nämlich

$$V_0(1+\beta\tau_e) = K_1\tau_e^{1,25}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

so erhalten wir

$$dt = \frac{C}{K_1}(1+\beta\tau_e)\frac{d\tau}{\tau_e^{1,25}(1+\beta\tau)-\tau^{1,25}(1+\beta\tau_e)} \quad . \quad . \quad (13)$$

Diese Gleichung bietet der allgemeinen Lösung erhebliche Schwierigkeiten und führt auf alle Fälle zu sehr schwerfälligen Ausdrücken, die in keinem Verhältnis zu der erreichbaren Genauigkeitssteigerung stehen würden. Wir bedienen uns deshalb eines Kunstgriffes. Nach dem Subtangentensatz ist die Zeitzahl

$$T = \frac{\mathrm{d}\,t}{\mathrm{d}\,\tau}\,(\tau_e - \tau).$$

Setzen wir den aus Gl. (13) sich ergebenden Wert für $\mathrm{d}\,t/\mathrm{d}\,\tau$ ein, so folgt

$$T = \frac{C}{K_1}\,(1 + \beta\,\tau_e)\,\frac{\tau_e - \tau}{\tau_e^{1,25}\,(1 + \beta\,\tau) - \tau^{1,25}\,(1 + \beta\,\tau_e)}.$$

Durch Umformung ergibt sich

$$T = \frac{C}{K_1}\,\frac{1 + \beta\,\tau_e}{\tau_e^{0,25}}\,\frac{1 - \frac{\tau}{\tau_e}}{1 + \beta\,\tau - \left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)^{1,25}(1 + \beta\,\tau_e)}. \quad . \quad (14)$$

Wir können nun schreiben

$$\frac{1 + \beta\,\tau_e}{\tau_e^{0,25}} = f\,(\tau_e)$$

und ferner, da $\beta\,\tau = \beta\tau_e\,\frac{\tau}{\tau_e}$,

$$\frac{1 - \frac{\tau}{\tau_e}}{1 + \beta\,\tau - \left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)^{1,25}(1 + \beta\,\tau_e)} = f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right);$$

somit finden wir

$$T = \frac{C}{K_1}\,f\,(\tau_e)\,f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

Die Zeitzahl ist also bei natürlicher Kühlung nicht nur abhängig von der Endübertemperatur, d. h. von der Belastung, sondern auch von der jeweiligen relativen Erwärmung, also auch von der Zeit selbst. Einen Sonderfall bildet die Abkühlung des abgeschalteten Wärmeerzeugers, für welchen $\tau_e = 0$ und, wovon man sich leicht überzeugt,

$$T = \frac{C}{K_1}\,\tau^{-0,25} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

wird. Diesen Fall wollen wir jedoch später getrennt behandeln und zunächst die Funktionen $f\,(\tau_e)$ und $f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)$ näher untersuchen.

Wenn ausnahmsweise $\beta = 0$ ist, so wird $f\,(\tau_e) = \tau_e^{-0,25}$ und damit die Zeitzahl in starkem Maße von der Endübertemperatur abhängig. Anders liegen die Verhältnisse, wenn die Verlustwärme ausschließlich oder zum Teil aus den Kupferleitern stammt. Um einen allgemeinen Überblick zu gewinnen, wollen wir wieder einen konstanten, vom Eisen herrührenden Verlustanteil V_1 annehmen, dem eine stationäre Endübertemperatur τ_{e_0} entsprechen möge. Aus den Gleichungen für den stationären Erwärmungszustand beim ideellen Leerlauf und bei Belastung des Wärmeerzeugers, die sich für natürliche Kühlung zu

$$V_1 = K\,\tau_{e_0}^{1,25}$$

und

$$V_1 + V_{20}\,(1 + \alpha\,\tau_e) = K_1\,\tau_e^{1,25}$$

ergeben, folgt, daß

$$\frac{V_1}{V_{20}} = \frac{1 + \alpha\,\tau_e}{\left(\frac{\tau_e}{\tau_{e_0}}\right)^{1,25} - 1}.$$

Da nach Gl. (2)

$$f(\tau_e) = \frac{1 + \beta\,\tau_e}{\tau_e^{0,25}} = \frac{1 + \frac{\alpha\,\tau_e}{1 + \frac{V_1}{V_{20}}}}{\tau_e^{0,25}},$$

so erhalten wir schließlich

$$f\,(\tau_e) = \frac{1 + \alpha\,\tau_e}{\tau_e^{0,25} + \alpha\,\tau_{e_0}^{1,25}}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

In Abb. 3 ist dieser Ausdruck für $\alpha = 0{,}004$ und stationäre Leerlaufserwärmungen von 0 °, 15 ° und 30 ° aufgetragen. Es zeigt sich, daß $f\,(\tau_e)$ für $\tau_e > 30°$ in weiten Grenzen nahezu konstant ist und auch von τ_{e_0} nur wenig beeinflußt wird. Dies ermöglicht nicht nur eine bequeme Berechnung der Zeitzahl, sondern auch der Endübertemperatur, da sich Gl. (12) in der Form

$$\tau_e = \frac{V_0}{K_1}\,\frac{1 + \beta\,\tau_e}{\tau_e^{0,25}} = \frac{V_0}{K_1}\,f\,(\tau_e) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

schreiben läßt. Man sieht also, daß der durch die Erwärmung bedingte Verlustzuwachs durch die gleichzeitige Ver-

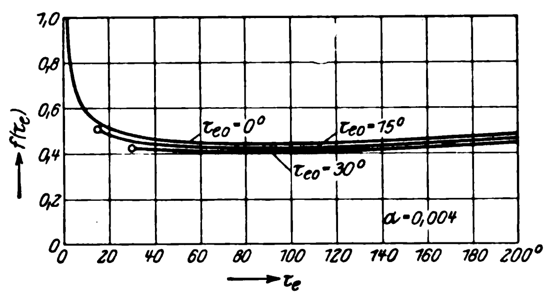


Abb. 3. Einfluß der Enderwärmung auf die Zeitzahl bei natürlicher Kühlung.

besserung der Wärmeabgabe im stationären Zustande praktisch kompensiert wird. Nur bei sehr niedrigen und sehr hohen Werten von τ_e macht sich eine stärkere Veränderlichkeit von $f\,(\tau_e)$ bemerkbar.

Die eigentliche Schwierigkeit des Problems liegt in dem Ausdruck $f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)$. Die äußersten Grenzwerte für das Verhältnis $\frac{\tau}{\tau_e}$ sind beim Erwärmungsvorgang 0 und 1, beim Abkühlungsvorgang auf eine endliche stationäre Endübertemperatur $< \infty$ und 1. Mit diesen Grenzwerten ergibt sich

$\frac{\tau}{\tau_e}$	=	0	1	$< \infty$
$f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)$	=	1	$\frac{0{,}8}{1 + 0{,}2 \cdot \beta\,\tau_e}$	> 0

Tragen wir $f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)$ für Erwärmungskurven über $\frac{\tau}{\tau_e} = 0 \ldots 1$ und für Abkühlungskurven über $\frac{\tau}{\tau_e} \geq 1$ auf, so erhalten wir die in Abb. 4 dargestellten Kurvenzüge. Aus ihnen erkennen wir, daß die Zeitzahl mit wachsender Erwärmung abnimmt, mit fortschreitender Abkühlung zunimmt. Bei der Erwärmung spielt außerdem der Wert $\beta\,\tau_e$ eine nicht unerhebliche Rolle, und zwar beschleunigt er

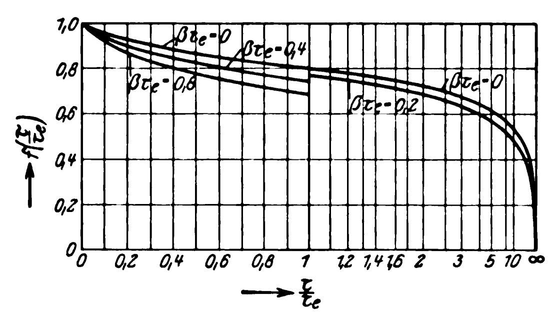


Abb. 4. Änderung der Zeitzahl mit τ/τ_e bei natürlicher Kühlung.

das Abnehmen der Zeitzahl. Auf Abkühlungskurven dagegen ist $\beta\,\tau_e$ ohne bedeutenden Einfluß, denn bei diesen kann $\beta\,\tau_e$ nur kleine Werte annehmen. Der untere, stark gekrümmte Ast der $f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)$-Kurve kommt für praktische Rechnungen nicht in Betracht, da bei Kurven mit $\tau_e > 0$ die Anfangsübertemperatur kaum jemals das etwa 5- bis 10fache der stationären Endübertemperatur übersteigen dürfte.

Die $f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)$-Kurven erlauben nun, eine einfache Näherungsrechnung durchzuführen. Greifen wir von ihnen einen den in Betracht kommenden Übertemperaturgrenzen τ_a und τ entsprechenden Mittelwert $f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)_m$ ab und nehmen diesen als konstant an, so machen wir offenbar einen um so geringeren Fehler, je näher die Werte τ_a und τ beieinander liegen. Bei der punktweisen Aufzeichnung der Erwärmungs-

bzw. Abkühlungskurven würde man daher zweckmäßig jeweils den zuletzt gefundenen Punkt als Ausgangswert einer neuen Kurve mit einer anderen mittleren Zeitzahl anzusehen haben. Für die praktische Rechnung ist dieses zeichnerische Verfahren jedoch kaum erforderlich, da man im allgemeinen doch nur kurze Stücke der Übertemperaturkurven zu verfolgen hat. Nach dieser Überlegung können wir aber für die Subtangente, von der unsere Untersuchung ausging, folgendermaßen schreiben:

$$\frac{\mathrm{d}\,t}{\mathrm{d}\,\tau}(\tau_e - \tau) = \frac{C}{K_1} f(\tau_e) f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)_m.$$

Hieraus ergibt sich

$$\mathrm{d}\,t = \frac{C}{K_1} f(\tau_e) f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)_m \frac{\mathrm{d}\,\tau}{\tau_e - \tau},$$

so daß wir gemäß der oben durchgeführten Integration erhalten

$$t = \frac{C}{K_1} f(\tau_e) f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)_m \ln \frac{\tau_e - \tau_a}{\tau_e - \tau}. \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

Es wäre jedoch durchaus verfehlt, bei der Kurzschlußbelastung von Stromleitern auch hier mit der Tangente an den Anfang der Erwärmungskurve zu rechnen, da in diesem Falle $\beta\,\tau_e$ sehr hohe Werte annimmt und $f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)$ infolgedessen so rasch mit steigender Erwärmung abnimmt, daß sich eine Aufwärtskrümmung[1] des unteren Kurvenastes ergibt. Wir müssen vielmehr auf Gl. (11) zurückgreifen, die sich mit Hilfe der Gl. (12) auch umformen läßt in

$$\mathrm{d}\,t = \frac{C}{V_0} \frac{\mathrm{d}\,\tau}{1 + \beta\,\tau\left[1 - \left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)^{0{,}25}\right] - \left(\frac{\tau}{\tau_e}\right)^{1{,}25}}.$$

Bei Kurzschlußbelastungen können wir die Glieder mit $\frac{\tau}{\tau_e}$ vernachlässigen sowie $\beta = \alpha$ setzen und finden

$$\mathrm{d}\,t = \frac{C}{V_0} \frac{\mathrm{d}\,\tau}{1 + \alpha\,\tau};$$

mithin ist

$$t = \frac{C}{V_0}\left(\frac{1}{\alpha} \ln(1 + \alpha\,\tau) + C_2\right).$$

Setzen wir für die Integrationskonstante C_2 den mit $t = 0$ und $\tau = \tau_a$ sich ergebenden Wert ein, so erhalten wir

$$t = \frac{C}{V_0} \frac{1}{\alpha} \ln \frac{1 + \alpha\,\tau}{1 + \alpha\,\tau_a}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

Auf den eigentümlichen Unterschied, der sich danach zwischen natürlich und künstlich gekühlten Stromleitern im Kurzschlußfalle ergibt, sei besonders hingewiesen.

[1] Mittels der bekannten Tangentenkonstruktion der Erwärmungskurve läßt sich leicht zeigen, daß letztere bei natürlicher Kühlung so lange nach aufwärts gekrümmt ist, als $f\left(\frac{\tau}{\tau_e}\right) < \left(1 - \frac{\tau}{\tau_e}\right)$. Der Wendepunkt der Kurve liegt daher bei $\tau = \frac{\tau_e}{\left(\frac{1}{\beta\,\tau_e} + 1\right)^4}$.

Somit bleibt nur noch die Abkühlungskurve des abgeschalteten Wärmeerzeugers zu untersuchen übrig. Daß die Zeitzahl für diesen Betriebsfall der 4. Wurzel aus der jeweiligen Übertemperatur umgekehrt proportional ist, hatten wir bereits festgestellt [vgl. Gl. (16)]. Eine Näherungsrechnung, ähnlich der voraufgegangenen, ist daher nicht angängig, aber auch gar nicht nötig, da Gl. (13) für $\tau_e = 0$ in die einfache, leicht lösbare Form

$$\mathrm{d}\,t = -\frac{C}{K_1} \frac{\mathrm{d}\,\tau}{\tau^{1{,}25}}$$

übergeht. Die Integration ergibt

$$t = \frac{C}{K_1}(4\,\tau^{-0{,}25} - C_3).$$

Mit $t = 0$ und $\tau = \tau_a$ wird die Integrationskonstante

$$C_3 = 4\,\tau_a^{-0{,}25}.$$

Hieraus folgt, daß

$$t = 4\,\frac{C}{K_1}(\tau^{-0{,}25} - \tau_a^{-0{,}25})$$

oder

$$t = 4\,\frac{C}{K_1}\tau_a^{-0{,}25}\left[\left(\frac{\tau_a}{\tau}\right)^{0{,}25} - 1\right], \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

worin $\frac{C}{K_1}\tau_a^{-0{,}25}$ gemäß Gl. (16) die Zeitzahl für $\tau = \tau_a$ ist, also die Subtangente des Kurvenursprungs.

Um schließlich die charakteristischen Unterschiede im Verlauf der Erwärmungs- und Abkühlungskurven bei natürlicher und künstlicher Kühlung zu zeigen, sind in Abb. 5 die Übertemperaturkurven eines Wärmeerzeugers

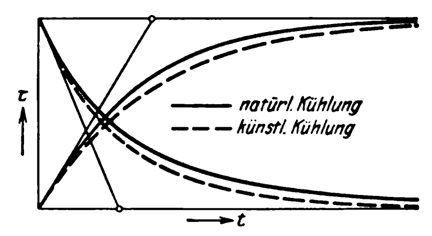


Abb. 5. Erwärmungs- und Abkühlungskurven bei natürlicher und künstlicher Kühlung.

bei Belastung und Abschaltung für beide Kühlungsarten dargestellt. Einer bequemen Vergleichsmöglichkeit wegen ist für die Endübertemperaturen der Erwärmungskurven und die Anfangsübertemperaturen der Abkühlungskurven der gleiche Wert gewählt. Außerdem sind die für die Ausgangspunkte der Kurven für natürliche Kühlung geltenden Zeitzahlen gleich den Zeitzahlen der entsprechenden Kurven für künstliche Kühlung angenommen. Dies bedingt, daß $K_1\,\tau_e^{0{,}25}$ bzw. $K_1\,\tau_a^{0{,}25} = K$. Der Abbildung liegt ein praktisch durchaus möglicher Wert $\beta\,\tau_e = 0{,}4$ zugrunde. Man erkennt deutlich, daß die Hilfsmittel der klassischen Theorie, die keinen Unterschied zwischen natürlicher und künstlicher Kühlung macht und zudem die Widerstandszunahme der Stromleiter unberücksichtigt läßt, nicht immer ausreichen, um den zeitlichen Verlauf der Temperatur mit genügender Sicherheit zu verfolgen.

Das Wasserkraftwerk Wolchowstroi bei Leningrad.

Übersicht. Das 1927 dem Betrieb übergebene russische Wasserkraftwerk Wolchowstroi dient zur Energieversorgung Leningrads (St. Petersburg) — eines der größten Zentren der russischen verarbeitenden Industrie. Mit 80 000 PS installierter Leistung, einer Fernleitung von 130 km und mehreren Umspannwerken ist diese Anlage z. Zt. das größte Kraftwerk und die größte Stromverteilungsanlage der Sowjetunion. Es wird eine Beschreibung des baulichen und des elektrischen Teils der Anlage gegeben.

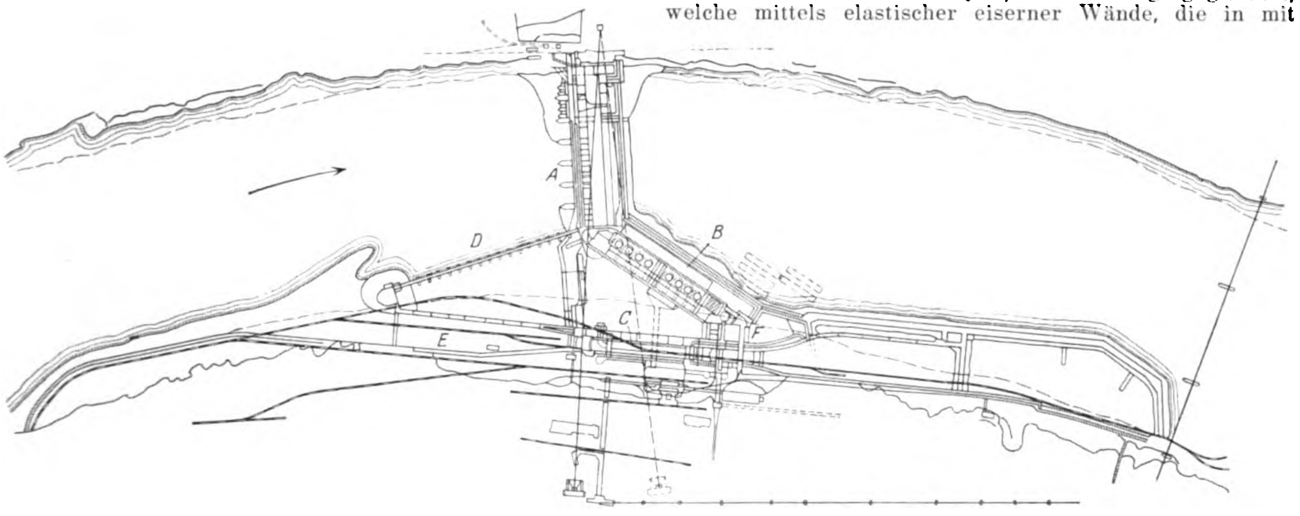
Die in Leningrad konzentrierte Industrie ist ausschließlich auf ausländische Kohle angewiesen, da die russische Kohle aus dem Donetzgebiet, wegen des zu weiten Transportweges, nicht konkurrenzfähig ist. Der gesamte Kraftbedarf der Industrie des Leningrader Bezirkes betrug:

1916 . . .	500 Mill. kWh
1925 . . .	312 „ „
1926 . . .	456 „ „
1927 . . .	618 „ „ .

Bereits vor dem Kriege hatte man die Absicht, sich der Abhängigkeit von der ausländischen Kohle zu entledigen und die Energie aus Wasserkraftwerken zu beschaffen. Von den verschiedenen Möglichkeiten der Ausnutzung der Wasserkräfte wurde schon früh auf den Fluß Wolchow hingewiesen, der 223 km lang dem Ilmen-See entfließt und in den unweit Leningrads gelegenen Ladoga-See mündet. Die mittlere Wassermenge beträgt im Minimum 267,1 m³/s, im Maximum 1320 m³/s, ist folglich sehr starken Schwankungen unterworfen. In einer Entfernung von 130 km östlich von Leningrad geht der Fluß durch eine Kalkschiefer-

schicht und bildet hier Stromschnellen, die auf einer Strecke von rd. 10 km ein Gefälle von 9,5 m aufweisen.

Als während des Krieges die Zufuhr von Kohle nach Petersburg unterbunden wurde und die Energieversorgung der Industrie in Stockung geriet, wurde der Entschluß gefaßt, unterhalb der Stromschnellen ein Kraftwerk zu errichten, welches bei einer installierten Leistung von 80 000 PS, einer mittleren Jahresleistung von 40 000 PS, rd. 225 Mill. kWh hergeben könnte und zu einer jährlichen Ersparnis von 260 000 t Kohlen führen würde. Mit dem Bau wurde jedoch erst Ende 1921 begonnen. Das 1927 dem Betrieb übergebene Kraftwerk verdient allgemeines Interesse nicht nur als z. Zt. größtes Kraftwerk Rußlands, sondern auch wegen der verschiedenen Eigenarten der angewandten Baumethoden und Konstruktionen. Während der wasserbauliche Teil der Anlage ausschließlich mit russischen Kräften ausgeführt wurde, sind beim Bau der elektrischen Ausrüstung neben russischen Werken auch ausländische Werke hinzugezogen worden, wobei jedoch die Leitung des Baues sowie auch der Entwurf in den Händen russischer Ingenieure lagen. Mit Lieferungen in größerem Umfang wurden betraut: die ASEA, Nidquist & Holm und Vickers.



A Wehr *B* Gebäude des Kraftwerks *C* Schleuse *D* Schutzwand gegen Eisgang *E* Kanal *F* Hochwasserüberfall

Abb. 1. Lageplan der Anlage während des Baues.

Die wasserbauliche Anlage.

Die Lage der einzelnen Bauwerke ist aus Abb. 1 zu ersehen.

Das Wehr und das Gebäude des Kraftwerkes bilden einen stumpfen Winkel. Dem Kraftwerk ist eine Schutzwand (*D*) gegen Eisgang vorgelagert. Rechts vom Kraftwerk befindet sich eine Einkammerschleuse, zwischen Schleuse und Kraftwerk ein Hochwasserüberfall. Bei Arbeit aller Turbinen gebraucht das Kraftwerk 700 m³/s Wasser, während bei Hochwasser die Wassermenge des Flusses etwa 2400 m³/s beträgt. Das Wehr kann bei rund 2 m Höhe des überfallenden Wassers nur 1300 m³/s abführen. Der Rest, d. h. 2400 — 1300 — 700 = 400 m³/s muß somit von dem Hochwasserüberfall abgeführt werden.

Gleichzeitig mit diesen Anlagen ist auch eine Fernleitung für 120 000 V, 130 km lang, nach Leningrad gebaut worden und in der Stadt selbst ein Umspannwerk, sekundäre Umspannwerke und ein Kabelring, der diese Umspannwerke miteinander verbindet.

Das Wehr ist aus massivem Beton als festes Wehr mit Überlauf gebaut (Abb. 2).

Besondere Sorgfalt wurden der Ausbildung der Abfallfläche, welche die Form des frei überfallenden Wassers hat, und des Abschußbodens gewidmet. Der untere Teil des Abschußbodens ist muldenförmig, mit einer Enderhöhung, ausgebildet, damit eine Staubildung erst außerhalb des Bereiches des Wehres eintreten kann. Der Unterteil der Abfallfläche und der Abschußboden sind mit Granitquadern ausgemauert, wogegen das Sturzbett in Beton, ohne Verkleidung gelassen ist. Das Sturzbett ist im Flußbett mittels eiserner Anker verankert. Die Länge des Wehres beträgt 210 m, die Höhe 17,67 m, die Breite 39,2 m. Gegen Einwirkungen der Temperaturänderung ist das Wehr in 26 Einzelteile von je 7,5 ... 15 m Länge gegliedert, welche mittels elastischer eiserner Wände, die in mit Asphalt ausgegossenen Schächten verlegt sind, untereinander verbunden sind.

Der Körper des Wehres ist von außen mit einer 1 m starken Schicht Beton 1 : 4 ausgeführt, während der Kern aus einer Betonmischung 1 : 5 besteht. Der Vorboden ist außerdem noch mit einer 5 cm starken Schicht Schleuderbeton verputzt. Das Wehr ruht auf zehn Senkkästen aus Eisenbeton. Die Höhe der Senkkästen beträgt 1,83 m, die Grundfläche 21,557 m². Auf dem Dach der Senkkästen befinden sich die Ummantelungen zum Aufführen des Betonmauerwerkes. Die 400 t schweren Senkkästen wurden auf Holzgerüsten zusammengebaut, dann mittels schwimmender Krane an Ort und Stelle geschafft, mit Hilfe von Druckluft herabgelassen und innen ausgemauert, wobei gleichzeitig in der üblichen Weise das Mauerwerk auf dem Dach des Senkkastens aufgeführt wurde. Die Zwischenräume zwischen den mittels Senkkasten ausgeführten Pfeilern wurden durch zwei Schilder abgezäunt, das Wasser ausgepumpt, dann die Zwischenräume wie in einer offenen Baugrube ausgemauert. Von der Oberwasserseite wurden eiserne Schilder verwendet oder auch Bohlen aus Eisenbeton, während für die Unterwasserseite Schilder aus Holzbohlen, in Eisenbetonrahmen gelagert, genügten.

Abb. 2. Querschnitt des Wehres.

Das Gebäude des Kraftwerkes zerfällt in drei Teile: 1. den Mittelbau, enthaltend den Maschinensaal, Schaltraum, Transformatorenraum, 2. die „untere Insel", auf der sich die Werkstatt, das Verwaltungsgebäude und die Lagerräume befinden, 3. die „mittlere Insel", auf der die Prüfräume, Batterieräume usw. stehen. Die Gründung des Mittelbaues besteht aus einer Betonmasse von 142 m Länge, die von den Spiralkammern und den Rohren der Turbinen durchschnitten ist. Die Eintrittsrohre haben eine Breite von 13,5 m, mußten aber trotz dieser Breite sehr tief angelegt werden, nämlich 6 m unter der Flußsohle (Abb. 3).

Der Maschinensaal hat eine Länge von 140,5 m, eine Breite von 17 m und eine Höhe von 17 m. Das gesamte Gebäude wird mittels Warmwasserheizung beheizt. Der Maschinensaal erhält außerdem noch eine Heizung durch die warme Luft von den Generatorlüftern.

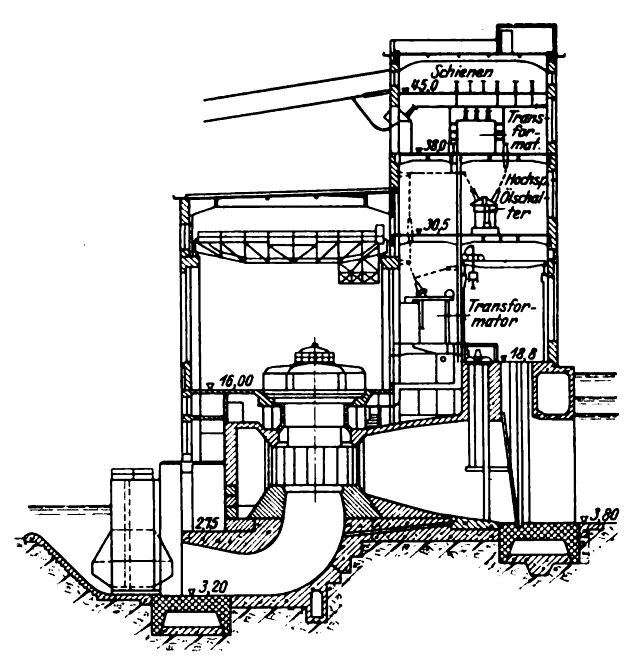


Abb. 3. Schnitt durch das Krafthaus.

Die Gründung des Kraftwerkgebäudes sollte ebenfalls mittels Senkkasten ausgeführt werden, dieser Gedanke wurde aber später fallen gelassen, und es wurde eine Abgrenzung des Bauplatzes mittels Steinkisten gemacht. Die Abgrenzung bestand aus zwei Reihen von Steinkisten, die 4 m voneinander entfernt sind. Der Zwischenraum wurde mit Sand ausgefüllt. Nach Abschluß eines Baubezirkes mittels dieser doppelten Wand wurde das Wasser ausgepumpt und die Arbeit wie in einer offenen Baugrube ausgeführt.

Neben dem Kraftwerksgebäude befindet sich ein Fischweg, der aus Holz, treppenförmig nach System Denil, mit Neigung 1 : 3 gebaut ist. Die Breite beträgt 1,20 m. Der Länge nach ist der Fischweg in zwei Abschnitte von je 15 m mit dazwischenliegenden Pfuhlen zum Ausruhen eingeteilt. Bei einer Wassertiefe von 0,5 m beträgt die Geschwindigkeit der Strömung 1,75 m/s.

Die Schutzwand gegen den Eisgang besteht aus 17 Betonpfeilern im Abstande von 11,3 m voneinander, die durch Bogen verbunden sind. Die Gesamtlänge beträgt 257 m. Die Wand ist um 0,6 m höher als der höchstmögliche Wasserspiegel, der Scheitelpunkt der Bogen um 1 m niedriger als der niedrigste Wasserspiegel, d. h. bei allen Wasserständen werden durch die Bogen schwimmende Gegenstände, vor allem Eisschollen, aufgehalten, während das Wasser fast frei ohne Stauung durchgehen kann. Auch hier wurde die Gründung mittels Senkkasten, jedoch abnehmbarer, ausgeführt.

Die Schleuse ist eine Einkammerschleuse von 150 m Länge und 17 m Breite. Die geringste Wasserhöhe im oberen Tor ist 2,40 m, d. h. es ist der Durchgang von Schiffen mit etwa 1,8 m Tiefgang gewährleistet. Das obere Schleusentor ist ein eisernes Stemmtor von 6,20 m Höhe. Außerdem ist in Nischen des Bodens noch ein zusammenklappbares Sicherheitstor, System Poiré, gelegt, welches den Verschluß der Schleuse bei Schadhaftwerden des Stemmtors besorgt. Das untere Schleusentor, ebenfalls ein Stemmtor, hat eine Höhe von 16 m, eine Stärke von 1,10 m. Das Gewicht einer Torhälfte beträgt 100 t. Bei elektrischer Betätigung beträgt die Dauer des Schließens oder des Öffnens dieses Tores etwa 1 min. Die Schleusenkammer kann in 8 min gefüllt werden, so daß rd. alle 35 min ein Schiff die Schleuse passieren kann. Die Ufermauer der Schleusenkammer ist als dünne Eisenbetonwand ausgeführt, welche mittels eiserner Anker mit dem Kalkschiefer des Ufers verbunden ist. Hinter dieser Wand sind Entwässerungsrohre verlegt, die das Grundwasser abführen, und so die Wand von dem zusätzlichen Druck des Grundwassers befreien.

Der Hochwasserüberfall zwischen Kraftwerk und Schleuse besitzt zwei Durchlässe von je 9 m Breite. Die Durchlässe werden durch zwei eiserne Schilder geschlossen. Die Ausmauerung des Sturzbettes wurde hier nach einer „schwedischen" Methode ausgeführt, die darin besteht, daß Quadersteine auf ein Schotterbett gelegt werden und in die Zwischenräume Gasrohre eingesteckt werden. Nachher werden die Steine unter Wasser gesetzt, welches die Luft aus den Zwischenräumen und den Rohren verdrängt. In die Rohre wird dann eine Zementmischung 1 : 1 gegossen; die Zementmischung verdrängt das Wasser, füllt die Zwischenräume und verbindet somit die Quadersteine gut miteinander.

Der Zugang zur Schleuse geschieht durch den oberen Kanal, dessen Länge 380 m, die Breite 38,4 m beträgt. Die Ufer dieses Kanals sind, soweit sie in Kalkschiefer verlaufen, ohne Einfassung geblieben. Längs dem Ufer sind in Abständen von 3,20 m Pfeiler aus Beton angeordnet, die einen Steg zum Treideln tragen.

Bei Ausführung dieser Bauten mußte weitgehend von der Zementierung der Kalkschichten Gebrauch gemacht werden. Der Kalkstein besteht aus 5 ... 20 cm starken Schichten, zwischen denen lehmige Zwischenlagen liegen. Unter dem Kalksteine (silurischen Ursprungs) befinden sich Lehm und Sand kambrischen Ursprungs, welche eine Ansammlung von Wasser zwischen den Kalksteinschichten begünstigen. Eine große Anzahl von senkrechten Rissen im Kalkstein führt außerdem noch zu starker Wasserdurchlässigkeit in senkrechter Richtung, so daß die Gefahr einer Unterspülung der Fundamente bestand. Es wurden daher Bohrlöcher vom linken Ufer längs dem Wehr, dem Kraftwerk, der flußseitigen Mauer der Schleuse zum rechten Ufer angelegt. Bei 4 ... 5 at Überdruck wurde eine Zementmischung aus 5 ... 50 % Zement in Wasser eingepreßt. Die Bohrlöcher wurden meist bis zur Sohle der Gründungen getrieben, an einigen Stellen sogar bis zur tiefer liegenden Sohle des Kalksteines.

Die elektrische Ausrüstung.

Die installierte Leistung an den Turbinenwellen gemessen beträgt 80 000 PS und wird erzeugt von 8 Turbinen mit je 10 000 PS. Es sind dieses einrädrige Francis-Turbinen mit senkrechter Welle, für ein Gefälle von 10,5 m, spezifischer Umdrehungszahl 400, 75 U/min, Wirkungsgrad 86 %, normale Wassermenge einer Turbine 83 m³/s. Jede Turbine ist in spiralförmiger Eisenbetonkammer gelegen, zu der das Wasser mittels drei Kanälen von je 36,7 m² Querschnitt geleitet wird. Die Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers beträgt 0,75 m/s, in der Schnecke steigert sich diese Geschwindigkeit bis zu 1,25 m/s. Der Regelmechanismus, bestehend aus 24 Schaufeln, befindet sich im Fundamentkranz der Turbine. Die Regelung erfolgt selbsttätig durch Ölkolbengetriebe, und zwar mit 15 at. Das Arbeitsrad der Turbine besteht aus zwei gußeisernen Kränzen, welche mittels 12 Schaufeln aus Stahlblech miteinander verbunden sind. Der Austrittsdurchmesser des Arbeitsrades ist 4,93 m, das Gewicht des Rades 33 t. Die Turbinenwelle ist hohl; Außen-Dmr. 560 mm, Innen-Dmr. 180 mm. Das Drucklager ist im Gehäuse des Generators angeordnet. Es nimmt das Gewicht aller rotierenden Teile von Turbine und Generator auf, arbeitet in einem Ölbad und ist für die Aufnahme eines Gesamtdruckes von 260 t berechnet.

Außer diesen acht Hauptturbinen hat das Kraftwerk noch zwei kleinere Turbinen, jede für 1400 PS, ebenfalls mit senkrechter Welle, jedoch für 150 U/min; die eine dient zur Reserve, die andere für Hilfsbetriebe. Alle großen Turbinen sind in Kristinham, die kleineren und alle Regler bei Nidquist & Holm, Trollhättan, gebaut.

Die Drehstromgeneratoren (50 Hz) haben bei einem Wirkungsgrad von 95 % und $\cos\varphi = 0{,}80$ eine Leistung von je 70 000 kW. Die Leistung der kleinen Generatoren beträgt je 1000 kW. Die großen Generatoren sind für eine Spannung von 11 000 V, die kleinen für 2200 V gebaut. Das Schwungmoment eines großen Rotors beträgt $GD^2 = 3\,225\,000$ kgm², der Durchmesser des Generators 9,5 m, die Höhe des gesamten Generators 6 m. Abb. 4[*1] stellt einen Schnitt durch eine dieser Maschinen dar. Die Lüftung der Generatoren erfolgt als Drucklüftung durch 10 Ventilatoren von je 20 m³/s bei 75 mm W.S. Die Lüfter werden durch 2200 V-Drehstrommotoren direkt angetrieben. Zu jedem großen Generator gehört noch ein Umformersatz, bestehend aus 1 Drehstrommotor von 130 PS, 2200 V, mit direkt gekuppelter Gleichstromdynamo von 100 kW und 240 V, der zur Erregung

[*1] Die Abbildung ist dem Asea-Journ. Bd. 5, S. 68, entnommen.

des großen Generators dient. Insgesamt sind neun solcher Erregerumformer aufgestellt.

Die Spannungsregelung geschieht selbsttätig, wozu u. a. zwei Hilfsmotorgeneratoren dienen. In den Gleichstromkreis dieser Motorgeneratoren sind alle Erregerwicklungen der Erregerumformer parallel geschaltet. Die Erregung für die Erregerdynamos kann im Notfalle auch von Batterien geliefert werden. Zu diesem Zweck ist eine Batterie von 540 Ah bei $J_{max} = 180$ A aufgestellt. Für das Laden der Batterie sind zwei besondere Ladesätze von je 20 kW, 40 V vorgesehen. Die Batterie dient außerdem noch zur Speisung der Steuerungsapparate, kann jedoch im Notfalle auch zur Beleuchtung des Kraftwerkes herangezogen werden.

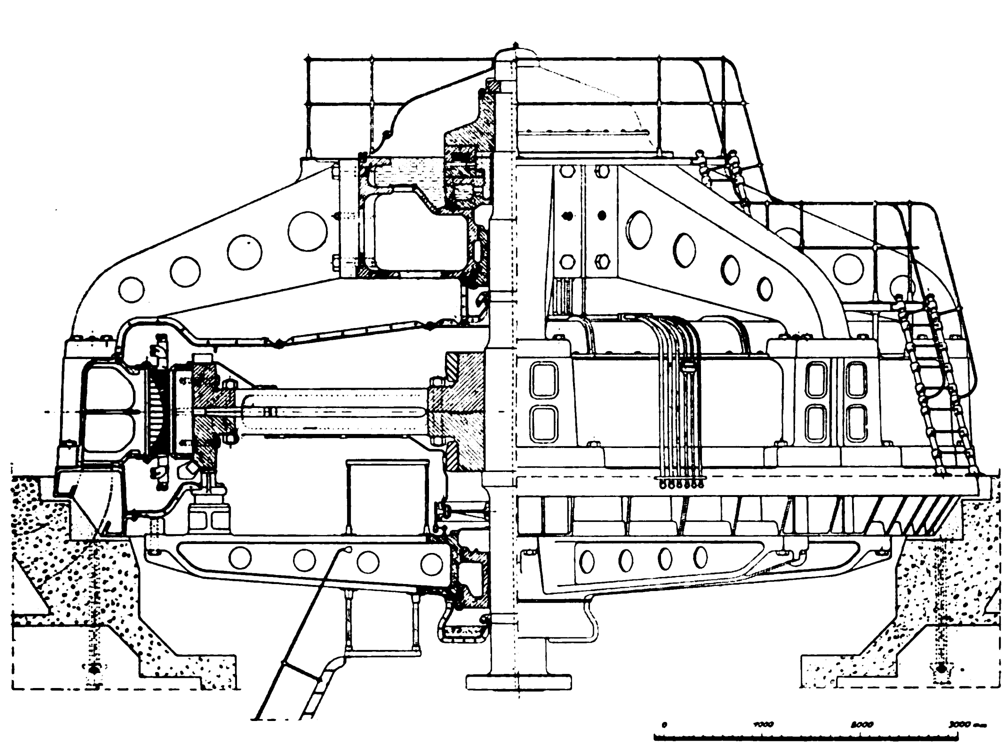


Abb. 4. Drehstrom-Generator 70 000 kW, 11 000 V.

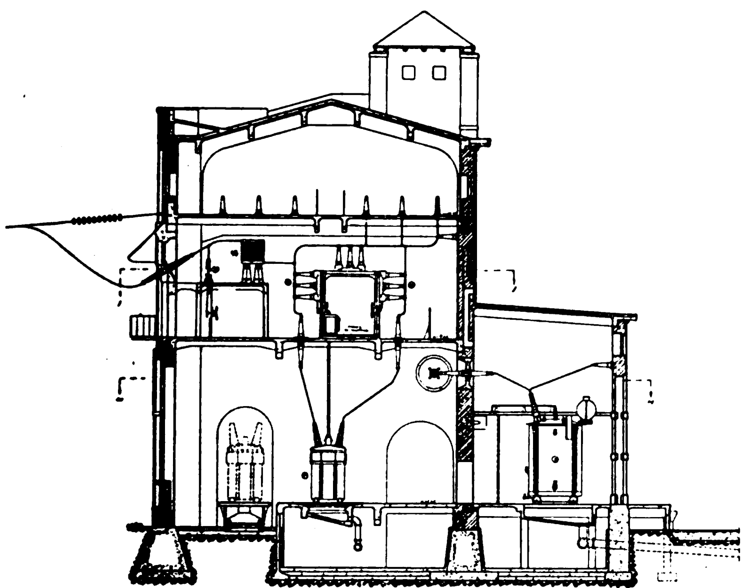


Abb. 5. Umspannwerk Leningrad, 100/35 kV.

F ü r d e n E i g e n b e d a r f d e s K r a f t w e r k e s wird Drehstrom von 2200 V in mehreren Transformatoren in 220 V umgespannt. Im Notfalle, falls die kleinen Generatoren, welche den Eigenbedarf des Kraftwerkes decken sollen, versagen, können auch die großen Generatoren den Strom für den Eigenbedarf liefern. Zu diesem Zweck sind zwei 11 000/2200 V-Transformatoren vorgesehen, von je 1250 kVA, mit Zwischenschaltung von Potentialreglern zum Spannungsausgleich bei Belastungsschwankungen. Vier große Generatoren wurden von der ASEA geliefert, die übrigen vier großen, beide kleinen Generatoren und alle Motorgeneratoren für die Erregung von russischen Werken.

Die H a u p t t r a n s f o r m a t o r e n sind, entsprechend den zwei Hochspannungsfernleitungen, in zwei Gruppen eingeteilt. Eine 3. Gruppe dient zur Reserve. Für jede Gruppe sind drei Einphasentransformatoren von zusammen 35 100 kVA aufgestellt. Alle neun Einphasentransformatoren — jeder für 11 700 kVA — sind von der ASEA geliefert. Die Überlastbarkeit der Transformatoren beträgt 50 % während 20 min und 100 % während 10 min. Es sind Ölumlauftransformatoren mit Wasserkühlung. Die Hochspannungsölschalter, in sieben Gruppen eingeteilt, haben jeder eine Abschaltleistung von 500 000 kVA.

Die 130 km lange F e r n l e i t u n g nach Leningrad ist in zwei getrennten Linien, die im Abstande von 17,4 m voneinander laufen, geführt. Sämtliche Streckenmaste, mit Ausnahme der Abspannmaste und der Maste bei Flußkreuzungen und im Bereiche der Stadt, sind aus Holz, wobei die mittlere Spannweite 200 bis 220 m, im Stadtbezirk hingegen 160 ... 170 m beträgt. Alle 1 ... 1,2 km ist ein Abspannmast aus Eisenkonstruktion angeordnet. Um den Holzmasten eine bessere Stabilität zu geben, sind die Spitzen der Maste mittels zwei Stahlseilen miteinander und mit den Abspannmasten verbunden. Diese verzinkten Stahlseile, bestehend aus sieben Drähten bei einem Gesamtdurchmesser von 9,5 mm, dienen zugleich als Erdungseile.

Die Leitungseile bestehen je aus 19 Hartkupferdrähten von 2,82 mm Dmr. und weisen einen Querschnitt von 220 mm² auf. Die Entfernung zwischen den Phasen beträgt 4 m, die Höhe von Erdoberfläche mindestens 6 m, bei Bahnkreuzungen 7,5 m, beim Übergang über die Newa 40 m. Die von der amerikanischen Firma Thomas gelieferten Hängeisolatoren sind normal als Einzelkette, bestehend aus sieben Isolatoren, angeordnet. Für die Abspannmaste sind Doppelketten mit je acht Isolatoren, für den Übergang über die Newa dreifache Ketten von je neun Isolatoren vorgesehen.

Die Holzmaste sind in zwei Bauarten ausgeführt: 1. für trockenes Gelände und 2. für sumpfiges Gelände.

Während bei der ersten Bauart die Mastfüße einfach eingegraben wurden, sind die Füße bei der zweiten Bauart an zwei eingerammten Pfählen befestigt. Alle Teile, die mit dem Erdreich in Berührung kommen, sind mit Kreosotöl getränkt. An denjenigen sumpfigen Stellen, wo unter dem Sumpf steiniger Grund vorgefunden wurde, wurden Fundamente aus Eisenbeton oder Pfahlgründungen verwendet. Die Höhe dieser Maste beträgt 12,65 m, der Abstand der Füße 4 m. Die eisernen Masten beim Übergang über die Newa haben eine Höhe von 68,5 m. Mit Ausnahme der Isolatoren ist für den Bau der Fernleitung durchweg nur russisches Material verwendet worden. Zum Schutz der Eisenbahn-Schwachstromleitungen, die 100 km lang der Fernleitung parallel laufen, sind an den Fernsprech- und Telegraphenapparaten Vakuumableiter, System T s c h e r n y s c h e f f, eingebaut. Außerdem sind alle Schwachstromleitungen in Doppelleitungen umgebaut worden.

Zu dem 20 km von Leningrad entfernten Kraftwerk „Der rote Oktober" führt eine 1,5 km lange Abzweigung der Fernleitung, die in einem als Freiluftwerk ausgeführtem Umspannwerk (100 000/6000 V) mündet.

In Leningrad mündet die Fernleitung in einem Umspannwerk 100 000/35 000 V (Abb. 5*²), welches neun Einphasentransformatoren enthält, die in drei Gruppen von je 33 000 kVA zusammengefaßt sind. Hiervon dient eine Gruppe zur Reserve. Außerdem befinden sich im Umspannwerk auch noch Transformatoren zum Umspannen von 100 kV auf 6,3 kV für den Bedarf der angrenzenden Stadtteile. Die gesamte elektrische Ausrüstung des Umspannwerkes stammt von der ASEA. Transformatoren und Ölschalter befinden sich im ersten Stock eines Hochspannungsgebäudes, im zweiten Stock die Einführungen der Freileitung, die Trennschalter und Drosselspulen. Im ersten Stockwerk des Niederspannungsgebäudes sind die Ölschalter, Schutzapparate, Spannungswandler untergebracht, im zweiten die Stromschienen. Zwischen den beiden Gebäuden befindet sich der Schaltraum.

Vom Umspannwerk wird der Strom in 35 kV-Kabeln den sekundären Umspannwerken zugeführt. Die Kabel sind in Form von zwei Halbringen, die die Stadt Leningrad von Norden und Süden umgeben und eine Länge von 33 km haben, verlegt. Es sind hierbei 69,3 km Kabel, darunter 2,6 km unter Wasser, verlegt. Es sind dieses Drehstromkabel 3 × 120 mm² für eine Normalbelastung von 285 A mit Kontrollfäden (Lyproschutz). Die Kabelverbindungen sind auf Eisenbetonplatten montiert, mit Eisenbetonkappen bedeckt. Sämtliche Kabel stammen vom Leningrader Kabelwerk.

*² Die Abbildung ist dem Asea-Journ. Bd. 5, S. 98, entnommen.

Die 35 kV des Kabelnetzes werden in sieben sekundären Umspannwerken in 6600 oder 3300 V — die Spannungen der bestehenden Leningrader Kraftwerke — umgespannt. Drei dieser sekundären Umspannwerke sind in die Gebäude bereits vorhandener Kraftwerke eingebaut, für vier Umspannwerke sind neue Gebäude aufgeführt. Die Umspannwerke haben zwei oder drei Transformatoren von je 6000 kVA. Zur Verbesserung des Leistungsfaktors sind auf vier Umspannwerken synchrone Phasenschieber aufgestellt. Sämtliche Transformatoren der sekundären Umspannwerke sind von russischen Werken geliefert, die Schaltanlagen und die Phasenschieber stammen von Vickers.

Eine genaue Aufstellung über die Kosten des gesamten Baues ist nur schwer möglich, wegen der bei Baubeginn in Rußland stattgehabten Inflation. Die Bauverwaltung gibt jedoch für die tatsächlichen Gesamtkosten des Baues 90 Mill. Vorkriegsrubel an (etwa 190 Mill. Goldmark). Hiervon entfallen: auf die Schleuse mit Kanälen 15 Mill., auf das Kraftwerk 56 Mill., auf die Fernleitung 7 Mill., auf das Umspannwerk 5 Mill., auf den Kabelring und die sekundären Umspannwerke 7 Mill. Vorkriegsrubel.

Mitte 1927 konnte die Anlage zum Teil in Betrieb genommen werden, um die Grundbelastung für die Energieversorgung der Leningrader Industrie zu übernehmen. Die Bauzeit betrug somit fünf Jahre, von denen jedoch die ersten Jahre wegen der Nachwirkungen der Revolution und der Inflation kaum ausgenutzt werden konnten.

Buttler.

Feuer-, Schaltfeuer- und Glutsicherheit der Isolierstoffe*.

Von **G. J. Meyer**, Berlin.

Übersicht. Errichtungsvorschriften und Arbeiten der Kommission für Isolierstoffe des VDE. — Lichtbogen und Bunsenflamme. — Normale Betriebsbeanspruchungen und Sicherheitsforderungen für Installationen. — Schaltfeuersicherheit und ihre Prüfung. — Lackpappe. — Glutsicherheit. — Empfindlichkeit gegen Kriechströme und Feuchtigkeit im Innern. — Amerikanische und deutsche Auffassung.

Im folgenden möchte ich einen kleinen Ausschnitt aus der Arbeit der Kommission für Isolierstoffe des Verbandes Deutscher Elektrotechniker geben, und zwar über die Fragen der Feuersicherheit. In den Errichtungsvorschriften des VDE findet sich folgende Begriffserklärung der Feuersicherheit: „Feuersicher ist ein Gegenstand, der entweder nicht entzündet werden kann oder nach der Entzündung nicht von selbst weiterbrennt." Diese Bestimmung ist nichts weniger als eindeutig, denn es kommt sehr auf die Dauer und Intensität der Erhitzung an, auch ist das Brennen nicht die einzige Form, in der ein Isolierteil versagen kann. Nach der gegebenen Formulierung kann man von einem feuersicheren Gegenstand verlangen, daß er noch betriebsfähig bleibt, wenn in dem Gebäude, in dem er eingebaut ist, ein Großfeuer geherrscht hat. Das erscheint doch allzu weitgehend, wenn man die Isolierstoffe in wirtschaftlicher Weise ausnutzen und nicht durch übertriebene Forderungen in der einen Richtung minderwertige Eigenschaften in einer anderen, insbesondere hinsichtlich der Festigkeit, verursachen will. Man darf also solche außergewöhnlichen Fälle nicht berücksichtigen, muß vielmehr die Beanspruchungen des Betriebes, natürlich mit hinreichender Vorsicht, zugrunde legen. So kommt man zu Abstufungen an Stelle der starren, prinzipiellen Bestimmung.

Wie störend letztere sich in der Praxis bereits bemerkbar macht, mag ein Beispiel zeigen: Nach den Errichtungsvorschriften müssen Träger spannungführender Teile von Schaltgeräten auf feuersicheren Isolierstoffen befestigt sein. Bei einem großen Selbstausschalter pflegen die Bürsten auf eisernen Stäben zu sitzen, die mit Hartpapier umkleidet sind. Das ist unzulässig, denn Hartpapier ist nach der gegebenen Begriffserklärung zweifellos nicht feuersicher, es kann wohl als brennbar bezeichnet werden. In der Praxis aber hat sich diese Konstruktion durchaus bewährt, und kein Konstrukteur wird sie sich verwehren lassen. Wirklich vorschriftsmäßige Anordnungen wären demgegenüber sicher in wichtigen Beziehungen minderwertig.

Die Errichtungskommission ersuchte die Kommission für Isolierstoffe um Schaffung einer neuen Begriffserklärung; die letztere Kommission setzte daraufhin eine Unterkommission für die Fragen der Entflammbarkeit der Isolierstoffe unter dem Vorsitz von Oberbaurat Paulus vom elektrischen Prüfamt 3 in München ein, mit der Aufgabe, nicht nur die Begriffserklärungen, sondern auch die Prüfbestimmungen zu schaffen. Wir fanden in den Vorschriften für die Prüfung von Isolierstoffen zwei Bestimmungen vor, die schon seit einer langen Reihe von Jahren gültig sind und gegen die sich niemand gewehrt hat — vielleicht weil sich niemand ernstlich darum gekümmert hat. Die erste ist die Prüfung mit der Bunsenflamme: ein Probestab wird in die Bunsenflamme gehalten, wo sie am heißesten ist, und darin gelassen, bis er ordentlich warm geworden — oder verbrannt ist. Den Rest zieht man heraus und beobachtet, ob er länger als eine Viertelminute oder weniger als eine Viertelminute weiterbrennt, oder ob er sich überhaupt nicht entzündet hat. Hierzu wieder ein Beispiel aus der Praxis: Einer der hochwertigsten Isolierstoffe der Neuzeit, der in Amerika in großem Umfange verwendet wird, ist das mit Zellulose gefüllte Kunstharz, etwa Holzmehlbakelit. Es gehört in die schlechteste Klasse, denn es entzündet sich und brennt weiter. Wir haben uns fürs erste damit geholfen, daß wir die Nachbrenndauer auf eine halbe Minute verlängert haben. Das ist schon etwas besser, aber eine endgültige Abhilfe ist es nicht, die Prüfung ist eben viel zu scharf. Sie ist aus dem Bestreben entstanden, möglichst einfache, reproduzierbare Methoden zu benutzen, wie sie dem Physiker geläufig sind, ohne Rücksicht auf die wirklichen Beanspruchungen des Betriebes.

Etwas ähnliches gilt für die zweite heute gültige Prüfung, die auf Lichtbogensicherheit: Man setzt zwei Kohlen auf eine Platte aus dem betreffenden Isolierstoff und zieht direkt darauf einen Lichtbogen, eine Beanspruchung, die in der Praxis nicht vorkommt. Denn zwischen der Bildungsstelle des Lichtbogens und dem Isolierteil wird immer eine derartige Entfernung vorhanden sein, daß nur eine erheblich abgekühlte Spitze des Bogens den Stoff berührt, und dann handelt es sich fast stets um einzelne kurze Bogen mit mehr oder weniger langen Pausen der Abkühlung. Die heutigen Abstufungen der Lichtbogensicherheit sind:

Stufe 0: es bildet sich eine leitende Brücke, die nach Erkalten leitend bleibt.

Stufe 1: es bildet sich eine leitende Brücke, die nach Erkalten nicht leitet.

Stufe 2: der Bogen läßt sich über 20 mm ausziehen, ohne eine zusammenhängende leitende Brücke zu bilden.

Stufe 3: der Bogen läßt sich nicht über 20 mm ausziehen.

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 3. IV. 1928. Besprechung siehe S. 1166.



Der Stufe 3 würde etwa ein Zementasbest entsprechen. Hartgummi, der sich leicht entzündet und mit heller, rußender Flamme weiter brennt, also in die Klasse 0 gehört, wird nach dieser Prüfung in Klasse 1 einzureihen sein, weil sich um die verkohlten Teilchen beim Erkalten eine isolierende Hülle bildet. Auch dies ist unbefriedigend.

Man ist also gezwungen, sich enger an die Betriebsbeanspruchung zu halten. Die wichtigsten Fälle sind: Schaltfeuer und Glut. Betriebsmäßig kommen stehende Lichtbogen in Verbindung mit festen Isolierstoffen nicht vor. Wo stehende Bogen auftreten, sind sie hinreichend weit von den Isolierteilen entfernt und durch Gase von ihnen getrennt; wenn ein Schalter versagt und in ihm Stehfeuer auftritt, so ist das kein Betriebsfall sondern eine Überbeanspruchung, bei der die Metallteile zerstört werden, also auch die Isolierteile leiden dürfen. Man kann sich also bezüglich der Lichtbogensicherheit auf die Beanspruchung durch Schaltfeuer beschränken, wie sie bei Ausschaltvorgängen auftritt, d. h. vorübergehende, aufflackernde Stichflammen mit mehr oder weniger langen Pausen. Wie oft treten nun diese Lichtbogen in den verschiedenen Betrieben auf? Ein Hebelschalter wird vielleicht zweimal am Tage geschaltet, ein Dosenschalter in der Wohnung, wenn es viel ist, fünfmal in der Stunde, eine Straßenbahn-Fahrwalze dagegen unter Umständen zehnmal in der Minute oder sogar mehr, also 600mal in der Stunde, und schließlich finden wir bei Walzwerkschützen 2000 Schaltungen in der Stunde. Man sieht, wie verschieden die Anforderungen des Betriebes sind und wie unwirtschaftlich es wäre, überall die gleichen, höchsten Ansprüche zu stellen, umsomehr, als damit eine Verschlechterung in anderer Hinsicht, insbesondere in der Festigkeit, verbunden wäre. Wir müssen also Stufen in der Schwere der Betriebe und entsprechend in der Schaltfeuersicherheit schaffen.

Diese beiden Stufenreihen werden sich aber nicht eindeutig zugeordnet sein, denn die Konstruktion spielt auch eine Rolle: es kommt nicht nur darauf an, welche Eigenschaften der Lichtbogen hat, sondern auch darauf, wie weit die Bildungsstelle des Bogens vom Isolierstück entfernt ist, ob der Lichtbogen auf eine schmale Kante oder eine breite Fläche, ob er auf eine dicke Masse oder ein dünnes Blättchen trifft. Das ergibt natürlich erhebliche Unterschiede. Mit demselben Lichtbogen und aus derselben Entfernung wird man eine Preßspanplatte von etwa 3 mm Stärke schwer oder gar nicht entzünden können, eine solche von 0,3 mm wird sehr schnell durchbrennen. Die Schaltfeuersicherheit ist also nicht nur eine Eigenschaft des Isolierstoffes, sondern auch eine Funktion der Konstruktion; man kann sie nicht auf die Isolierstoffe an sich beziehen, sondern nur auf die Isolierteile, und auch da nur bei gegebener Entfernung und relativer Stellung, wie durch Aufbau des betreffenden Gerätes und seine Verwendung bestimmt. Die Schaltfeuersicherheit kommt in der Hauptsache für Abdeckungen in Frage, nur in vereinzelten, untergeordneten Fällen für Träger spannungführender Teile.

Eine Beanspruchung durch Glut, d. h. durch Berührung mit glühenden Körpern, kommt betriebsmäßig bei gewissen Heizgeräten, wie elektrischen Sonnen, vor, bis zu einem geringeren Grade auch wohl bei Widerständen. Daß die Isolierteile dieser Beanspruchung dauernd gewachsen sein müssen, ist selbstverständlich. Wie ist es aber, wenn ein Draht, der an einem Isolierstück anliegt, infolge losen Kontakts oder Überbeanspruchung, wegen Versagens der Sicherung oder Erdschluß oder aus anderen Gründen glühend wird? Das soll nicht vorkommen, aber es kommt vor. Man weiß, daß elektrisches Material nirgends so schlecht behandelt wird wie in der Hand des Laien, besonders im Haushalt. Ein Stecker wird solange benutzt, bis er keinen Kontakt mehr gibt, selbst warm wird und die anschließende Leitung mitheizt. In anderen Betrieben, in denen eine sachverständige Wartung vorhanden ist, muß man damit rechnen, daß ein schlechter Kontakt rechtzeitig entdeckt und ein überbeanspruchter Teil ausgewechselt wird, ehe etwas geschieht; im allgemeinen merkt man schon durch Geruch, Rauch oder ähnliche Erscheinungen, wenn etwas nicht in Ordnung ist.

Man kann also sagen, daß bei den in die Hand des Laien kommenden Isolierteilen bis zu einem gewissen Grade eine Glutsicherheit gefordert werden soll, während man bei Geräten, die nur von Fachleuten bedient werden, weitgehend darauf verzichten kann. Man soll überhaupt in dieser Beziehung nicht zu viel anstreben, denn in Verbindung mit den betrachteten Geräten findet man immer einen viel schwächeren Punkt, die Gummileitungen, die schon viel früher versagen als die anderen Isolierstoffe.

Die haustsächlichen Kennzeichen der beiden behandelten Eigenschaften sind: Schaltfeuersicherheit kommt in Frage für Abdeckungen, Glutsicherheit für Träger spannungführender Teile. Schaltfeuersicherheit ist zu untersuchen an fertigen Isolierteilen, da von der Form stark abhängig; Glutsicherheit sowohl an Isolierstoffen als auch an fertigen Teilen, da von der Form fast unabhängig, also auch am Probestab. Bei der Schaltfeuersicherheit kurze, scharfe Erwärmungen mit Spitzen von sehr hoher Temperatur, unter Umständen bis zu 2000 °, aber mit ganz minimaler Masse; bei der Glutsicherheit allmähliches Erwärmen in der Größenordnung von 600 ° mit mäßiger heißer Materialmenge.

Die Kommission für Isolierstoffe ist nun zu dem Entschluß gekommen, den Begriff der Feuersicherheit aus den Verbandsvorschriften ganz verchwinden zu lassen und ihn in die beiden Begriffe der Schaltfeuer- und Glutsicherheit aufzulösen. Für diese wurden folgende Begriffserklärungen aufgestellt:

„Schaltfeuersicher ist ein Isolierteil, der bei Beanspruchung durch Schaltfeuer keine seinen Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleidet. Es werden verschiedene Stufen der Widerstandsfähigkeit gegen Schaltfeuer unterschieden, je nach der betriebsmäßig vorkommenden Beanspruchung.

Glutsicher ist ein Isolierstoff oder ein Isolierteil, der bei Berührung mit glühenden Leitern keine seinen Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleidet. Es werden verschiedene Stufen der Widerstandsfähigkeit gegen Glut unterschieden, je nach der vorkommenden Beanspruchung."

Es wird Sache der Konstruktionskommissionen sein, für einzelne Teile ihres Gebietes die entsprechende Stufe vorzuschreiben, etwa für die Schutzkappe eines Hebelschalters die Schaltfeuersicherheit Stufe 2. Zur Festlegung dieser Stufen sind nun Prüfverfahren und Prüfvorschriften notwendig. Diejenigen für die Schaltfeuersicherheit befinden sich in der Entwicklung und sind noch nicht spruchreif, doch seien über diese Arbeiten immerhin einige Mitteilungen gemacht.

Wir haben uns an einen Vorschlag von Grünwald gehalten (Abb. 1). Ein Hebel *1* dreht sich unter dem durch einen Pfeil dargestellten Druck eines Daumens entgegen dem Uhrzeiger und zieht an den Hörnern *2*, *3* einen Lichtbogen von 6 ... 10 A bei 220 V Gleichstrom; eine Blasspule *4* mit dem Blasfeld *5* treibt den Bogen nach oben gegen den Isolierteil *6*, etwa eine hochkant stehende Platte. Die flackernden Lichtbogen sind recht schwer zu beherrschen, auch ist der Bogen nicht jedesmal genau der gleiche. Besonders störend war die seitliche Ausweichung der Bogen (Abb. 2), die zur unregelmäßigen Erhitzung verschiedener Stellen führte. Durch dachförmige Ausgestaltung der Hörner (Abb. 3) wurde diese Schwierigkeit behoben.

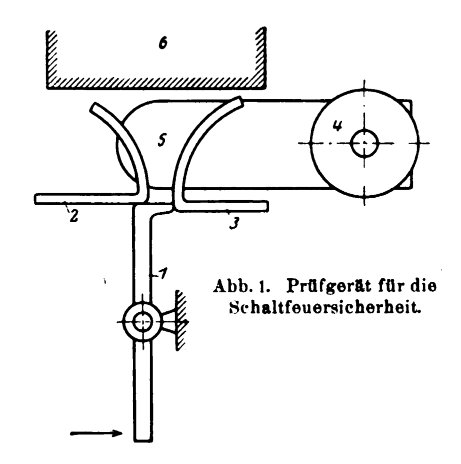
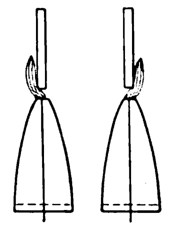
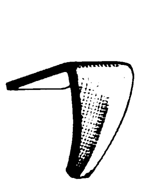
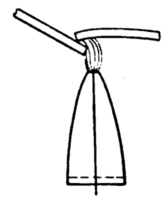


Abb. 1. Prüfgerät für die Schaltfeuersicherheit.


Abb. 2. Seitliches Ausweichen des Lichtbogens.


Abb. 3. Dachförmiges Blashorn.


Abb. 4. Beobachtung mit Thermoelement.

Das Schwierigste ist die Feststellung des kritischen Augenblicks, d. h. desjenigen, bei dem die Zerstörung beginnt. Zuerst haben wir nach Rat von Grünwald das Brennen zu beobachten versucht. Dies ist sehr schwierig, weil der Lichtbogen das Auge blendet und die schwache gelbe Flamme der aus dem Isolierstoff austretenden Kohlenwasserstoffgase daneben und in den Pausen kaum zu sehen ist. Auch sind da verschiedene Zeitpunkte zu unterscheiden: das erste Auftreten einer Flamme, die in den Pausen wieder erlischt, ferner der Zeitpunkt, an dem die Flamme über die Pause hinüber brennt, aber bei Aufhören der Lichtbogen ausgeht, und schließlich derjenige, bei dem das Weiterbrennen auch nach der Abschaltung stattfindet. Trotz dieser Schwierigkeiten gelang es uns in München unter Benutzung grüner Glasscheiben, bei vier verschiedenen Beobachtern recht gut übereinstimmende Werte zu erzielen. Als aber die Versuche in Berlin und an anderen Stellen von dritter Seite wiederholt wurden, streuten die Zahlen unter gleichen Verhältnissen derartig, daß man diese Methode als zu subjektiv und allzuviel Übung erfordernd aufgeben mußte.

Nun machten wir Versuche mit dem Spektroskop, in dem die Kohlenwasserstoff-Flamme des brennenden Isolierstoffes andere Linien ergeben mußte als die Kupferdämpfe des Lichtbogens. Bei letzterem besteht zwischen Gelb und Grün eine dunkle Zone, in der beim Auftreten der Kohlenwasserstoff-Flamme helle Linien erscheinen. Aber das Spektrum des Lichtbogens blendet auch hier sehr stark, so daß man die schwache Änderung schlecht sieht, ferner ist das Ergebnis recht unregelmäßig: teilweise sieht man schon die erste Zündung deutlich, oft aber ist das Auge so geblendet, daß man die Kohlenwasserstoff-Linien erst später unterscheiden kann, unter Umständen später als mit unbewaffnetem Auge das lichte Brennen bemerkt werden kann.

Jetzt wird mit folgendem Verfahren gearbeitet (Abb. 4): Oberhalb der Stelle, an der der Lichtbogen das Isolierstück erfaßt, und im Bereich der Kohlenwasserstoff-Flamme befindet sich ein Thermoelement, das ein Millivoltmeter speist. Die Temperatur an dieser Stelle wird sich etwa nach der Kurve Abb. 5 verändern, zuerst in starken Schwankungen, entsprechend Erwärmung durch den Bogen und Abkühlung in den Pausen. Sobald aber der Isolierstoff brennt, also eine zusätzliche Wärmequelle auftritt, die auch in den Pausen wirkt, flachen sich (bei Punkt t) die Täler aus und die Kurve verläuft mit geringeren Schwankungen in größerer Höhe. So lauteten

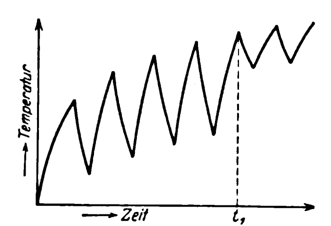


Abb. 5. Erwartete Erwärmungskurve.

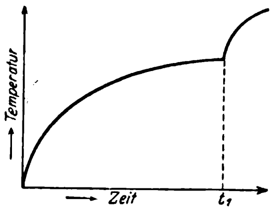


Abb. 6. Tatsächliche Erwärmungskurve.

die Überlegungen. Bei dem ersten Versuch in München zeigte sich statt der Zickzacklinie (Abb. 5) eine ganz glatte, aber an dem kritischen Punkt scharf gebrochene Kurve (Abb. 6). Dieser Knick war am plötzlichen Steigen des Millivoltmeters deutlich zu beobachten, wenigstens wenn man mit Stoffen versuchte, die einigermaßen schaltfeuersicher waren, etwa nicht allzu dünnen Preßspanplatten. Bei leicht brennendem Material, wie etwa Hartgummi, kam man nicht bis in den flacheren Teil der anfänglichen Erwärmungskurve, und es bildete sich ein weicher Übergang (Abb. 7), der sich nicht mehr deutlich genug feststellen ließ. Damit könnte man sich abfinden, denn bei solchen, verhältnismäßig leicht brennbaren Körpern, die doch in die niedrigste Stufe eingereiht werden müssen, spielt die Genauigkeit keine so große Rolle mehr; es kommt vielmehr darauf an, die besseren Isolierteile einzureihen.

Am nächsten Morgen war das Thermoelement durchgebrannt, und nach Einsetzen eines neuen fanden sich auch bei dickem Preßspan ganz weiche Kurven wie Abb. 7, und es war nicht möglich, auch nur eine scharf geknickte Linie nach Abb. 6 zu erhalten. Die Trägheit des zweiten Thermoelements war augenscheinlich erheblich größer. Wir werden jetzt neue Thermoelemente mit genügender Empfindlichkeit herstellen und hoffen, damit zur einwandfreien Lösung zu gelangen.

Die Versuche werden mit maschinellem Antrieb gemacht, und zwar mit 300 Blasungen in der Minute, also einer Häufigkeit, die die angeführten Fälle aus der Praxis weit hinter sich läßt. Bei Preßspan von etwa 2 mm Stärke kam man auf 150 ... 200 Blasungen, also gut zu beobachtende Werte. Gutes Material, wie Kunstharz mit Asbestfüllung, erzielt einige tausend Blasungen, und bei Asbestschiefer gibt es überhaupt keine Grenze. Die Prüfung ist ziemlich scharf und gestattet auch, Unregelmäßigkeiten im Körper festzustellen, etwa bei einem Preßkörper, wo viel Asbest und wo wenig davon vorhanden ist, ob also die Mischung fein genug ist.

Es sind auch Versuche an Lackpappe angestellt worden, die ein recht günstiges Ergebnis zeitigten. Eine gute Elektrolackpappe hält ziemlich viel aus, mehr als z. B. ein mit Kunstharz gebundenes Hartpapier von gleichen Ausmaßen. Wenn also durch entsprechende Vorschriften dafür gesorgt wird, daß die Pappe richtig hergestellt, insbesondere nicht ausgedörrt wird, und wenn die Konstruktion richtig gewählt ist, so sind vom Standpunkt der Schaltfeuersicherheit keine Einwendungen gegen dieses Material zu machen. Die Unterkommission für Lackpappe der Kommission für Isolierstoffe wird die erste Bedingung durch eine Prüfvorschrift sichern, die zur Zeit bereits in Arbeit ist und insbesondere eine Elastizitätsuntersuchung enthalten soll; die Angemessenheit der Konstruktion wird von der Kommission für Schaltgeräte bearbeitet werden. Im Auftrage dieser letzteren Kommission stelle ich jedenfalls fest, daß die Beanstandungen der Pappschutzkästen auf Grund der Vorschriften über die Feuersicherheit für einwandfreie Lieferungen unberechtigt sind. Auch hinsichtlich der mechanischen Festigkeit ist ein gut gebauter und gut hergestellter Pappschutzkasten für normale Fälle als ausreichend zu bezeichnen. Dazu gehört, daß die Wandstärke ausreichend ist und daß die Verschneidungen und Ecken sorgfältig ausgeführt sind. In einen rauhen Betrieb, etwa ein Berg- oder Hüttenwerk, gehört natürlich nicht ein Pappkasten, sondern ein gußeiserner. Und der genügt auch manchmal nicht!

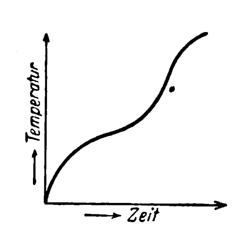


Abb. 7. Erwärmungskurve für leicht entzündliche Teile.

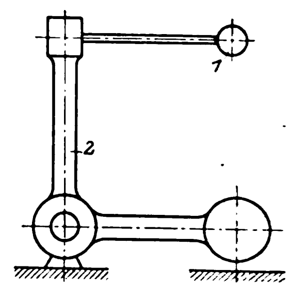


Abb. 8. Prüfgerät für die Glutsicherheit.

Für die Bestimmung der Glutsicherheit dient ein Gerät, das Obering. Schramm[1] angegeben hat (Abb. 8). Gegen einen Silitstab *1*, der auf 950° erhitzt wird, wird ein Probestab aus dem Isolierstoff gedrückt, der an einem Hebel *2* sitzt. Wenn der Isolierstoff zu brennen beginnt, dreht sich der Hebel im Sinne des Uhrzeigers, bis er sich an einen Anschlag legt, was einen Weg von 3 mm am Isolierstoff bedeutet. Als Maßstab gilt das Produkt aus der verbrannten Länge des Stabes und dem Gewichtsverluste desselben. Es hat sich gezeigt, daß diese Gütefaktoren sich nach Zehnerpotenzen gruppieren lassen und so eine gute Übersicht geben, wenn man die Versuchsdauer auf 3 min bemißt. Asbestzement hat die Gütezahl 0, d. h. es tritt weder ein Gewichtsverlust noch eine Verkürzung ein. In der ersten Potenz liegt Bakelit-Asbest, und zwar bis $2 \cdot 10^1$. Das sind die besten Stoffe. Dann folgen in der zweiten Potenz: Teerpech mit $2 \cdot 10^2$, Kunstharz mit Zellulose bis $7 \cdot 10^2$ und Lackpappe bis $5 \cdot 10^2$. Auch diese Stoffe kann man noch als glutsicher bezeichnen. In der dritten Potenz liegt Preßspan mit $5 \cdot 10^3$, noch schlechter ist Kopalmasse etwa in der Größenordnung $10^3 \ldots 10^4$. Selbstverständlich befinden sich brennbare Stoffe, wie Zelluloid, in einer noch höheren Größenordnung. Man sieht, daß diese Abstufungen recht brauchbar sind. Die Reproduzierbarkeit des Verfahrens ist sehr gut, so daß die Kommission für Isolierstoffe es annehmen konnte. Es ist bereits als Leitsatz festgelegt und in der ETZ 1928, S. 805 veröffentlicht.

Es gibt noch eine dritte Eigenschaft der Isolierstoffe, die der Glutsicherheit nahe verwandt ist und eine große Rolle in der Praxis spielt, die aber noch nicht bearbeitet worden ist; das ist die Empfindlichkeit gegen Kriechströme und Feuchtigkeit. Sie kommt nur für Träger spannungführender Teile in Frage. Zunächst ein Beispiel aus der Praxis: Ein Zähler wurde wegen Körperschluß zurückgesandt, ein Monteur hatte beim Berühren des Gehäuses

[1] ETZ 1928, S. 601.

einen Schlag erhalten. Als nach einiger Zeit der Lagerung untersucht wurde, war kein Schluß zu finden, aber die Klemmen waren, wie es sich herausstellte, zeitweilig durch Aufnahme von Feuchtigkeit leitend geworden, nach der Austrocknung isolierten sie einwandfrei. Diese Eigenschaft ist von großer Bedeutung, weil sie unter Umständen zu einer Gefährdung von Menschenleben führen kann, auf der anderen Seite aber zum Durchbrennen einer Isolation und zu dem gefährlichen schleichenden Erdschluß.

Für die Prüfung ist der Spitzentaster vorgesehen, den ich schon vor einer Reihe von Jahren vorgeschlagen habe[2]. Es hat sich als notwendig erwiesen, den Apparat zu normalisieren, damit er gleichmäßig hergestellt und mit den gleichen Dimensionen und elektrischen Eigenschaften versehen wird, so daß die Versuchsergebnisse reproduzierbar sind. Das Gerät wird von der Transformatoren- und Apparate-Fabrik Nürnberg, Hans Magnus, fabriziert. Das Schema ist folgendes (Abb. 9): Auf den Isolierteil werden

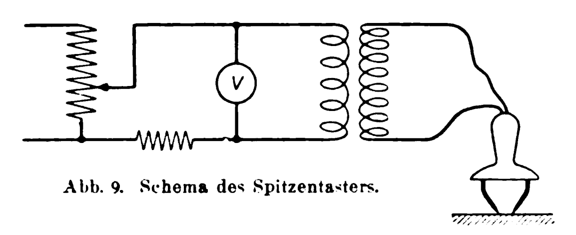


Abb. 9. Schema des Spitzentasters.

die an einem Griff vereinigten Spitzen gedrückt, die an der Hochspannungseite eines Transformators mit 3000 V liegen, die Entfernung der Spitzen beträgt 5 mm, bei 3000 V tritt also gerade noch kein Überschlag ein. An der Niederspannungseite liegt ein Voltmeter, davor ein Dämpfungswiderstand. Die Speisung vom Primärnetz erfolgt über einen Abzweigwiderstand, der die Regelung der Sekundärspannung in bequemer Weise gestattet. Sobald auf der Hochspannungseite ein merklicher Strom übergeht, wird der Transformator belastet: der Primärstrom erzeugt in dem Vorschaltwiderstand einen Abfall, der am Voltmeter deutlich zu beobachten ist. Das Gerät wird zunächst benutzt, um trockene Isolierstoffe und Isolierteile zu prüfen. Es ist nämlich schon vorgekommen, daß ein „Isolierstoff" geleitet hat! Das merkt man an dem Abfall des Voltmeters.

Versuche über die Einflüsse der Feuchtigkeit im Innern oder, genauer gesagt, in den Poren an der Oberfläche sind im Gange. Hier sind folgende Befeuchtungsmöglichkeiten auszuprobieren: Benetzen mit Wasser und sofortiges Abtrocknen auf der Oberfläche, eine verhältnismäßig milde Beanspruchung, die es immerhin bei einer Reihe von Stoffen ermöglicht, die Aufnahme von Wasser in die oberflächlichen Poren festzustellen, besonders bei porösen Pechfabrikaten, bei denen sich schon hiermit ein Einbrennen eines Kohlekanals beobachten läßt. Schärfer ist die Prüfung, wenn man das Stück 24 h in Wasser liegen läßt und dann äußerlich abtrocknet; noch schlimmer ist das Andampfen, z. B. aus einem Kochgefäß, worauf die Elektroden ohne vorherige Abtrocknung in den feinen Wasserhauch gesetzt werden, der sich auf der Oberfläche gebildet hat. Eine weitere Erschwerung ist längere Lagerung in Luft von 100 % Feuchtigkeit, in der sich bereits Tropfen bilden; die ärgste Prüfung ist das Aufschütten eines Wassertropfens und das Prüfen durch den Tropfen hindurch. Dabei bildet sich ein kleiner Strom, der den Wassertropfen erwärmt; in dem warmen Wasser entstehen Strompfade, die an der Oberfläche des Isolierteils entlanggehen, der Stoff verkohlt, sofern er dazu eine Neigung hat, und es bildet sich ein leitender Kohlekanal. Dies tritt z. B. bei Kunstharz mit Zellulosefüllung ein, während ein Material mit viel Asbest und wenig Bindemittel die Prüfung ohne einen solchen Brandkanal besteht; dort verdampft der Wassertropfen, und die Oberfläche isoliert wie im neuen Zustand.

[2] ETZ 1923, S. 10 u. 880.

Diese Sache hat praktisch eine große Bedeutung, denn man darf nicht vergessen, daß in jedem Betrieb einmal, wenn auch vielleicht nur ausnahmsweise, eine größere Feuchtigkeit, etwa 100 %, auftreten kann. Es kann ein Dampfrohr brechen. Man denke auch an die Pumpenanlagen, in denen dauernd Feuchtigkeit vorhanden ist. Da bilden sich auf den Geräten, auch den elektrischen, Wassertropfen, an denen dauernd die volle Betriebspannung liegen kann, wenn auch nicht gerade 3000 V auf 5 mm, wie bei unseren Prüfungen. Wenn aber das Material verschmutzt ist und unter Umständen mehr oder weniger leitende Niederschläge darauf liegen, dann kann eine solche Beanspruchung doch schon vorkommen. Deshalb ist es von Bedeutung, die Empfindlichkeit der Isolierstoffe gegen solche Kriechströme zu prüfen.

Diese Eigenschaft steht der Glutsicherheit im Wesen ziemlich nahe, und es ist die Frage, ob man sie in unseren Prüfvorschriften berücksichtigen soll. Für Abdeckungen ist die Sache von geringerer Bedeutung. Sollen wir aber bei Steckdosen oder bei Steckern das Einbrennen solcher Kanäle zulassen, wenn sie einmal feucht werden? Der Fall ist in der Praxis selten, aber er kommt vor. Fassen wir die Frage anders: sollen Kunstharze mit organischen Füllstoffen für diese Fälle zugelassen werden? Die Prüfung wird unbedingt durchgeführt werden müssen; wie sie beantwortet werden wird, vermag ich noch nicht zu sagen.

Dies führt auf den Unterschied zwischen Kunstharz mit Zellulosefüllung und solchem mit anorganischer Füllung. Da besteht ein erheblicher Unterschied zwischen der deutschen und der amerikanischen Auffassung. Die Amerikaner verwenden Holzmehlbakelit in sehr großem Umfange und erklären, damit gute Erfolge erzielt zu haben. Bei uns hat man Bedenken gegen die Verwendung dieses Stoffes für Träger spannungführender Teile, besonders wenn man mit Feuchtigkeit zu rechnen hat und wenn die elektrische Beanspruchung hoch ist. Woran liegt dies? Wenn der Amerikaner einen solchen Isolierstoff kauft und dieser verbrennt, so wirft er ihn fort und kauft sich einen neuen. Der Deutsche nimmt die Sache tragisch, beschwert sich oder fordert Schadenersatz, zum mindesten Auswechlung von dem Lieferer. Die deutsche Auffassung entspricht dem in Amerika geprägten Worte: Safety first! Ich glaube, wir sollten bei unserer deutschen Auffassung bleiben, auch wenn es in mancher Beziehung etwas teurer wird.

Experimentelle Untersuchungen über die Beeinflussung von Schwachstromleitungen durch Starkstrom.

(Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Laboratorium des Kaiserlich Japanischen Verkehrsministeriums Tokio).

Von **K. Kasai**, Tokio.

Übersicht. Es ist mit Genugtuung zu begrüßen, daß die Erfahrungen und Untersuchungen in der Frage der Schwachstromstörungen auch in Japan sich mit den von uns gewonnenen Werten decken. Es erscheint deshalb angezeigt, die Mitteilungen aus Japan unseren Lesern bekanntzugeben.

1. Einleitung.

Die Verhältnisse in Stromkreisen, welche die Erde als Rückleitung benutzen, sind noch wenig geklärt, desgleichen auch die Beziehungen zwischen zwei solchen Stromkreisen. F. Breisig, J. R. Carson, G. H. Champbell, O. Mayr, R. Rüdenberg, Pollaczek u. a. haben dies Problem theoretisch behandelt. Infolge Unkenntnis des Verlaufes der Stromlinien in der Erde sind die mathematischen Lösungen kaum anwendungsfähig und in praktischen Fällen darauf beschränkt, als Hilfsmittel und Wegweiser zu dienen.

Während die in Europa ausgeführten Untersuchungen sich vornehmlich auf Einphasenwechselstrombahnen erstrecken, verlangen die Verhältnisse in Japan die Prüfung der Einwirkungen von Drehstrom-Hochspannungsleitungen auf parallel führende Fernmeldeleitungen. Die geo- und topographischen Verhältnisse des Landes erfordern, die Starkstrom- und Fernmeldeleitungen auf lange Strekken nebeneinander zu führen. Die große Ausdehnung solcher Leitungsnetze in den letzten zehn Jahren machte das Studium der Koppelungsverhältnisse zu einem der wichtigsten Probleme sowohl in der Starkstrom- als auch in der Fernmeldetechnik. Wir brauchen die Kenntnis der Störungen und Mittel, sie zu vermeiden bzw. zu mildern, damit



die neu zu verlegenden Leitungen ein Maximum an Störungsfreiheit erreichen. Auf dem Wege zu diesem Ziele werden wir uns in erster Linie der experimentellen Ergebnisse zu bedienen haben.

Wir haben die K-M-Karte zur Berechnung der elektromagnetischen Induktion zwischen einer Starkstromfreileitung und benachbarten Stromkreisen veröffentlicht[1]. In dieser Arbeit nahmen wir eine Spiegelebene an, um die elektromagnetischen Einwirkungen der Erdrückströme darzustellen. Wir ließen dabei aber die Wahl der Tiefe dieser Ebene offen. Die Tiefe hängt von der geologischen und topographischen Beschaffenheit des von den Rückströmen durchflossenen Gebietes und von der Frequenz des Stromes ab. Sie sollte nach experimentellen Untersuchungen bestimmt werden.

Um die Eigenschaften der elektromagnetischen Induktion zwischen Stromkreisen mit Erdrückleitungen näher zu studieren, haben wir im Mai 1924 ausführliche Untersuchungen an der 313,2 km langen 150 kV-Hochspannungsleitung Sasazu—Osaka der Nippon Denryoku A. G. und den parallel laufenden Fernmeldeleitungen angestellt[2].

2. Beschreibung des induzierenden und induzierten Leitungssystems.

a) Induzierende Leitung.

Abb. 1 zeigt einen maßstäblichen Lageplan der Hochspannungs- und Fernmeldeleitungen, Abb. 2 eine schematische Übersicht über die Längen und das Kreuzungsschema der Hochspannungsleitung. Das Hochspannungsgestänge ist auf der ganzen Länge mit einem Stahl-Erdseil ausgerüstet, das an jedem 2. bis 3. Mast mittels eines Gasrohres von 3,8 cm Dmr. und 2 m Länge geerdet ist.

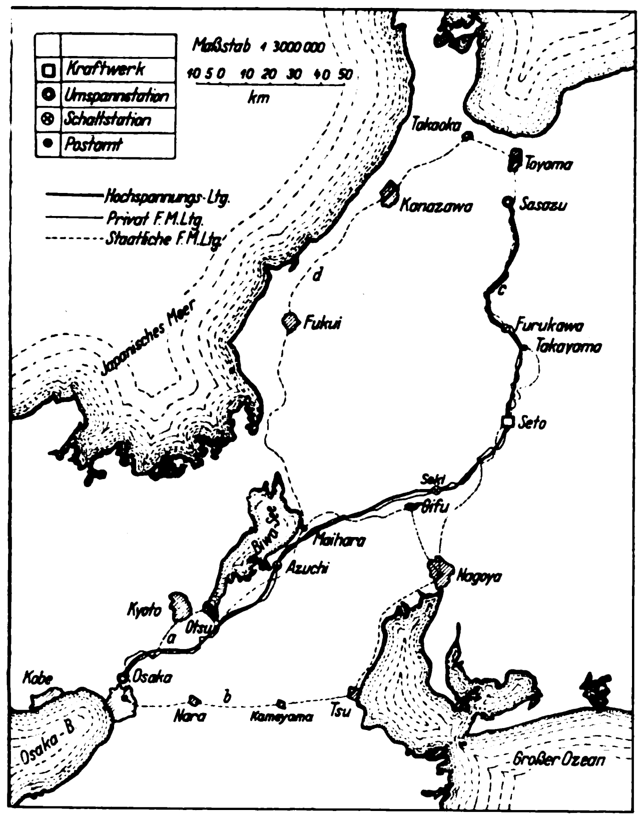


Abb. 1. Lageplan der Hochspannungs- und Fernmeldeleitungen.

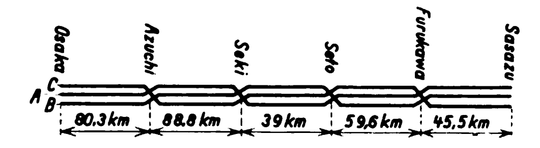


Abb. 2. Kreuzungsschema der Hochspannungsleitung.

Die Leitungen führen von Osaka bis Seki durch flache Steppe und von Seki bis Sasazu in einer Gebirgshöhe von 100 ... 1000 m.

b) Induzierte Leitungen.

Als solche dienten Staats- und Privatfernmeldeleitungen. Die Abb. 1 zeigt ihren Verlauf gegenüber der Hochspannungsleitung, Abb. 3 schematisch ihre Längen. Erstere laufen im allgemeinen in einem Abstande von rund 0,2 ... 3 km parallel zur Hochspannungsleitung von Osaka über Kioto, Gifu, Nagoya, Takayama bis nach Toyama. Zwischen Seto und Toyama liegen sie im Tale des Hida- und des Jiutsu-Flusses, ungefähr 100 ... 1000 m unterhalb der Hochspannungsleitung.

Toyama Postamt
82 km
Takayama Postamt
47,8 km
Seto Kraftwerke
94,2 km
37,3 km
Gifu Postamt
Nagoya Postamt
225,4 km
Osaka Central-Telegraphenamt

Abb. 3. Längen der Fernmeldeleitungen.

c) Die Privatfernmeldeleitungen der Nippon Denryoku A. G. laufen ihren Übertragungsfreileitungen auf der ganzen Strecke in einem Abstande von 100 ... 500 m parallel.

3. Messung der induzierten Spannungen.

In den induzierten Kreis wurde ein statischer Multizellular-Spannungsmesser (Kelvin) und in den induzierenden Kreis Strom-, Spannungs-, Frequenzmesser und Wattmeter geschaltet. Damit konnten wir die Spannungen im induzierten Kreis sowie die Scheinwiderstände und Selbstinduktivitäten der induzierenden Kreise messen. Bei allen diesen Messungen haben wir induzierenden und induzierten Leiter an beiden Enden geerdet und die Erde als Rückleitung benutzt. Die Längen der beeinflussenden wie auch die Längen der beeinflußten Leitungen konnten in weiten Grenzen variiert werden.

4. Galvanische Koppelungen.

Hierüber sind in drei Versuchsgruppen Untersuchungen angestellt worden. Zunächst wurden induzierende und induzierte Leitungen so gewählt, daß sie nach entgegengesetzten Richtungen auseinandergingen, so daß also die elektromagnetische Koppelung zumindest sehr klein war, wenn nicht gleich Null. Ausgangspunkt beider Leitungen waren die Seto-Kraftwerke; das Ende der Starkstromleitung lag in Furukawa, während das Ende der Schwachstromleitung in Gifu lag. Die Erdungen der beiden Leitungen bei den Seto-Kraftwerken lagen 900 m voneinander entfernt. In diesem Falle erwies sich die gemessene Spannung als sehr klein. Somit muß auch die galvanische und die elektromagnetische Koppelung sehr klein sein.

Im zweiten Falle hatten die beiden Leitungen in Seto die gleiche Erdungsplatte. Die galvanische Koppelung erreichte ihren Maximalwert, die gemessene Spannung betrug 2,9 V/A.

Im dritten Falle wurde die Hochspannungsleitung über die Erdungsplatte des Transformators geerdet und die Fernmeldeleitung an die Blitzableitererde der Umspannstation gelegt. Die beiden Erdungen sind rd. 30 m voneinander entfernt. Die induzierte Spannung betrug bei verschiedenen Leitungslängen 2,7 ... 2,8 ... 2,8 V/A.

Der außerordentlich kleine Unterschied zwischen der zweiten und dritten Versuchsgruppe beruht darauf, daß die beiden Erdungen im letzten Fall infolge ihrer Verbindung untereinander durch Wasserleitungen, Kabelmäntel usw. denen im zweiten Falle fast gleichzuachten waren. Oszillographische Aufnahmen zeigten, daß die Phasenverschiebung zwischen Strom und induzierter Spannung gleich Null war, eine magnetische Koppelung also nicht vorliegen konnte.

5. Elektromagnetische Koppelungen.

a) Zunächst wurde die Abhängigkeit der induzierten Spannungen in ein und demselben Kreise von der Länge der induzierenden Leitung untersucht, jedoch so, daß die Länge der induzierenden stets die der induzierten Leitung übertraf.

Wurde die induzierende Leitung verlängert, ohne den Parallelverlauf zu ändern, dann nahmen die induzierten Spannungen mit wachsender Länge etwas zu. Zahlentafel 1 zeigt die Ergebnisse dieser Versuche.

[1] R. Mitsuda u. K. Kasai, The „K-m" Chart, Gen. El. Rev. Bd. 28, S. 230. Vgl. ETZ 1927, S. 84.
[2] Diese Untersuchungen wurden von S. Mori, T. Michida, E. Fukao (Verkehrsministerium) und dem Verfasser gemeinsam ausgeführt.



Zahlentafel 1.

Induzierte Leitung	Induzierende Leitung V/A			
	Osaka — Seki (169,1 km)	Osaka — Seto (208,1 km)	Osaka — Furukawa (267,7 km)	Osaka — Sasazu (314,2 km)
Osaka—Gifu (Parallelführung etwa 150 km)	3,2 (2,13)	3,2 (2,13)	3,3 (2,2)	3,5 (2,34)
Osaka—Takayama (Parallelführung etwa 255 km)	—	—	8,1 (3,2)	8,9 (3,5)

Die eingeklammerten Zahlen sind Spannungswerte für 100 Akm.

Die beiden Erdungen sind so weit voneinander entfernt, daß eine galvanische Koppelung nicht in Betracht kommt. Wäre sie vorhanden, so müßte sie mit der Länge der Leitungen abnehmen. Da die Verlängerung der Hochspannungsleitung keinen wesentlichen Beitrag zur Induktionswirkung liefert, ist als Ursache der Spannungsteigerung eine Änderung des Stromlinienverlaufs in der Erde anzunehmen.

b) Sodann wurde die Abhängigkeit der induzierten Spannung von der Länge der Fernmeldeleitungen bei gleichbleibendem Parallelverlauf untersucht. Es stellte sich heraus, daß bei unverändert gehaltener Hochspannungsleitung die induzierte Spannung mit der Verlängerung abnahm, z. B. betrug in einem Falle bei einer Parallelführung Osaka—Seki die Spannung bei einer 405 km langen Fernsprechleitung 3,2 V/A, dagegen bei Verlängerung der Leitung auf 487 km nur noch 2,5 V/A.

Wie im vorhergehenden Abschnitt festgestellt wurde, besteht wegen der Entfernung der Erdungspunkte voneinander keine galvanische Koppelung. Die Ursache dieser Erscheinung sind vielmehr die mit wachsender Länge zunehmende Ableitung und Kapazität der Schwachstromleitungen, die die Meßwerte verringern.

c) Ferner wurden Vergleichsmessungen der induzierten Spannung zwischen Kreisen mit Erd- und mit metallischer Rückleitung angestellt.

Hat sowohl die induzierende als auch induzierte Leitung die Erde zur Rückleitung, dann ist die induzierte Spannung die vektorielle Summe der von der magnetischen und galvanischen Koppelung herrührenden Spannungen. Liegen die Erdungspunkte weit genug auseinander, so ist die galvanische Koppelung zu vernachlässigen. Es zeigte sich, daß in einem solchen erdrückgeleiteten Kreise die induzierte Spannung gleich ist derjenigen, die ein Kreis mit nicht magnetisch gekoppelter metallischer Rückleitung empfängt.

Verbindet man die staatliche Telephonleitung Osaka—Kioto—Otsu—Gifu (Leitung *a*, Abb. 1), welche mit der induzierenden Hochspannungsleitung ungefähr parallel läuft, mit einer anderen Telephonleitung, welche sehr weit von der Hochspannungsleitung entfernt ist und von Osaka über Nara, Kameyama, Nagoya bis Gifu verläuft (Leitung *b*), so bildet diese so geschlossene Leitung $(a + b)$ einen Kreis mit metallischer Rückleitung (*b*).

Die Spannung in der Leitung *a* mit Erdrückleitung betrug 3,2 V/A, in der Leitung *b* mit Erdrückleitung etwa 0,15 V/A und endlich die Schleife $a + b$ 3,4 V. Entsprechend wurden bei längerer Starkstromleitung 3,5, 0,15 und 3,7 V/A gemessen. Vergleicht man diese Werte, so findet man, daß die in der Schleife gemessene Spannung fast gleich ist der Summe der entsprechenden induzierten Spannungen der Einzelleitungen mit Erdrückleitung.

Ähnliche Messungen haben wir noch an anderer Stelle ausgeführt. Dabei bestand die induzierte Leitung wieder aus zwei Fernmeldeleitungen. Die eine war die zur induzierenden Leitung parallel laufende Leitung von Gifu über Takayama bis Toyama (Leitung *c*); die andere war die Telephonleitung von Toyama über Kanazawa, Fukui, Maihara nach Gifu (Leitung *d*), die von dem induzierenden Kreise sehr weit entfernt liegt und infolgedessen mit ihr fast keine elektromagnetische Koppelung hat (Abb. 1). Hier ergaben sich für Leitung *c* bei verschiedenen Beeinflussungstrecken 2,4, 6,4 und 9,0 V/A und entsprechend für die Schleife 2,4, 6,4 und 8,9 V/A. Die in den Einfachleitungen induzierten Spannungen stimmen mit den in den Schleifen induzierten Spannungen gut überein.

6. Phasenverschiebung zwischen induzierendem Strom und induzierter Spannung.

Wie unter 2 erwähnt wurde, ist die Phasenverschiebung der bei einer galvanischen Koppelung induzierten Spannung und dem induzierenden Strom gleich Null. Bei einer magnetischen Koppelung aber eilt die induzierte Spannung um 90° dem induzierenden Strom nach. Es muß indessen beachtet werden, daß infolge von Wirbelströmen die Phasen der Stromlinien in der Erde voneinander verschieden sind, obwohl der gesamte Rückstrom um 180° gegenüber dem Leitungstrom verschoben ist. Daher eilt die induzierte Spannung, die dem Integral der elektromagnetischen Einwirkungen der Erdstromlinien proportional ist, dem Gesamtstrom um einen größeren Winkel als 90° nach.

Bei den Messsungen zur Feststellung der Phasendifferenzen waren sowohl der induzierende Kreis Seto—Sasazu als auch der induzierte Seto—Furukawa je ein Leitungsdraht einer Hochspannungsleitung. Die beiden Erdungen bei Seto lagen 900 m voneinander entfernt. Die galvanische Koppelung war also gegenüber der magnetischen zu vernachlässigen. Zahlentafel 2 zeigt die ermittelten Werte.

Zahlentafel 2.

Induzierender Kreis	Induzierter Kreis	Induzierte Spannung V/A	Phasenverschiebung
Seto—Sasazu l = 105 km	Seto—Furukawa l = 59,6 km	27	102,5°
Seto—Sasazu l = 105 km	Seki—Furukawa l = 98,6 km	27	106°
Seto—Azuchi l = 127,8 km	Asaka—Seto l = 208 km	56	105,55°
Seto—Azuchi l = 127,8 km	Seki—Seto l = 39 km	17,5	103°

Weitere Untersuchungen wurden an der staatlichen Telephonleitung anstatt des vorhin benutzten Hochspannungsleiters ausgeführt, und zwar an der Telephonleitung Gifu—Toyama. Die induzierte Spannung eilte hierbei dem induzierenden Strom um 138,5° nach. An zwei anderen Stellen haben wir Phasenverschiebungen von 127,5° und 124° ermittelt. In den drei Fällen sind die Abstände der induzierten Leitung von der induzierenden sehr verschieden. Es ist bemerkenswert, daß die Unterschiede in der Phasenverschiebung im gleichen Sinne verlaufen wie die Abstandsänderungen. Für diese großen Phasenverschiebungen kommen drei Ursachen in Betracht.

Da die Erdseile geschlossene Stromkreise bilden, wirkt der dort induzierte Strom auch auf den induzierten Kreis. Aber wie nachher erklärt wird, ist die Einwirkung des induzierten Erdseilstromes auf die Phasenverschiebung der induzierten Spannung sehr klein. Sie beträgt nur 2 ... 3°. Eine andere Ursache könnte darin erblickt werden, daß durch das Einschalten des Oszillographen eine Phasenverschiebung hervorgerufen wird. Doch ist auch diese sehr klein, da der Widerstand des Oszillographen (2000 ... 4000 Ω) sehr groß gegen die Selbstinduktion des induzierten Kreises ist.

Es bleibt somit nur die Phasenverschiebung der Stromlinien untereinander übrig, die bedingt ist durch die Einwirkung der Wirbelströme auf die einzelnen Stromlinien.

Rüdenberg hat theoretisch ermittelt, daß die Erdrückstromlinien verschiedene Phasen besitzen, die von der Frequenz des Stromes, den Eigenschaften der Erde und der Lage der Freileitung abhängen. Bei den oben angeführten Fällen war also eine abweichende Phasenverschiebung zu erwarten.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen führen dahin, daß mit der Zunahme der Entfernung zwischen induzierendem und induziertem Leiter auch der Phasenwinkel zunimmt, wie dies auch mit den theoretischen Überlegungen übereinstimmt.

7. Einwirkung des Erdseiles auf die induzierte Spannung.

Da das Erdseil einen durch die Erde geschlossenen Kreis bildet, wirkt der im Erdseil induzierte Strom seinerseits als induzierende Leitung. Der induzierte Strom hängt von dem Scheinwiderstand des Erdseiles ab. Untersuchen wir nun die Einwirkung des Erdseiles.

Der induzierende Kreis sei Seto—Sasazu (Leitung *B*) und der induzierte Seki—Furukawa (Leitung *A*). Beide Kreise seien zwei Phasen der Starkstromleitung und verlaufen 59,6 km parallel.

Wir nehmen an:

Permeabilität des Erdseils $\mu = 150$,
Widerstand des Erdseils $R = 1{,}97\ \Omega$ km für $\Phi = 1{,}11$ cm,
„ „ „ $R = 2{,}3$ „ „ $\Phi = 0{,}95$ „
Tiefe der Spiegelebene für den Erdrückstrom $D = 1500$ m.



Dann ist:
Scheinwiderstand des Erdseils mit Erdrückleitung

$$\mathfrak{Z}_s = 1{,}97 + j\,.\,3{,}82 = 4{,}3\,.\,e^{j\,.\,63{,}7^\circ}\ \Omega\ \text{km}\,.$$

Die im Erdseil für 1 Akm induzierte Spannung sei

$$\mathfrak{E}_B = 0{,}422\,.\,e^{j\,.\,105^\circ}\ \text{V}$$

und der im Erdseil für 1 km induzierte Strom

$$\mathfrak{J}_s = \frac{\mathfrak{E}_B}{\mathfrak{Z}_s} = 0{,}1\,.\,e^{-j\,.\,168{,}9^\circ}\ \text{A}\,.$$

Die durch Leitung B in Leitung A für 1 Akm induzierte Spannung sei

$$\mathfrak{E}_A = 0{,}50\,.\,e^{j\,.\,105^\circ}\ \text{V},$$

die durch das Erdseil für 1 Akm in Leitung A induzierte Spannung

$$\mathfrak{E}_s = 0{,}44\,.\,e^{-j\,.\,273{,}7^\circ}\ \text{V}\,.$$

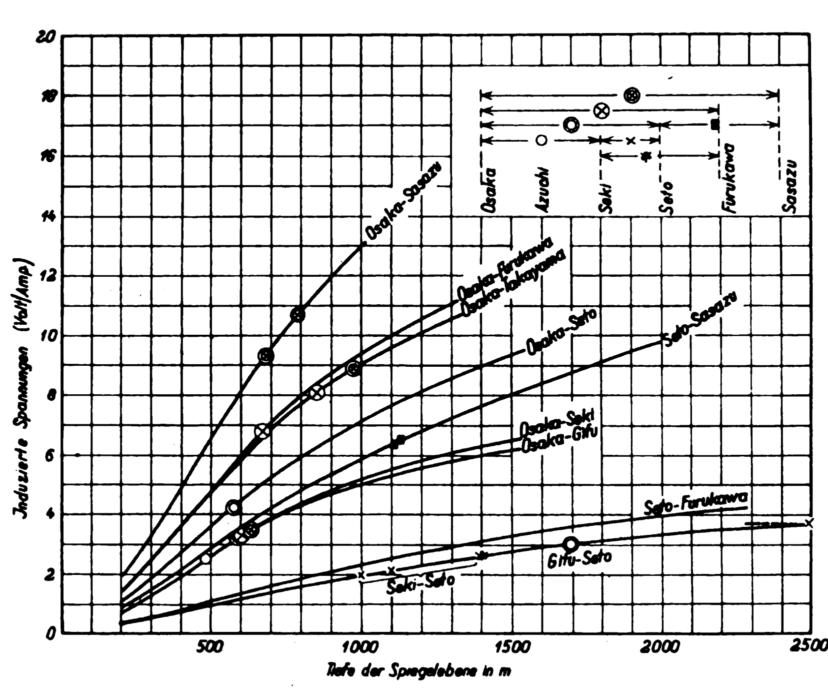


Abb. 4. Induzierte Spannungen in Abhängigkeit von der Tiefe der Spiegelebene.

Resultierende induzierte Spannung für 1 Akm:

$$\mathfrak{E} = 0{,}46\,.\,e^{-j\,.\,106^\circ}\ \text{V}\,.$$

Für die parallel laufende Strecke Seto—Furukawa beträgt somit die gesamte induzierte Spannung

$$59{,}6\,.\,0{,}46\,.\,e^{-j\,.\,106^\circ} = 27{,}4\,.\,e^{-j\,.\,106^\circ}\ \text{V/A}\,.$$

Gemessen wurde eine Spannung von

$$27{,}0\,.\,e^{-j\,.\,106^\circ}\ \text{V/A}\,.$$

In dieser Rechnung haben wir angenommen, daß die Spiegelebene für den Erdrückstrom 1500 m unter der Erdoberfläche liegt. Wie unter 9 erwähnt werden wird, ist dieser Wert für die Strecke Seto—Furukawa so gewählt, daß die in der induzierten Leitung gemessene Spannung gleich ist mit der nach der K-M-Karte berechneten.

Infolge des großen Widerstandes des geschlossenen Erdseilkreises ist die Kompensationswirkung des Erdseiles sehr unbedeutend. Die durch den im Erdseil induzierten Strom bewirkte Zunahme der Phasenverschiebung zwischen induzierendem Strom und induzierter Spannung beträgt nur rd. 1°.

8. Widerstand und Selbstinduktivität eines Stromkreises mit Erde.

Mit Spannungs-, Strom- und Leitungsmessungen ist bei verschiedenen induzierenden Leitungen der Scheinwiderstand und hieraus Widerstand und die Selbstinduktivität ermittelt worden. Die Ergebnisse zeigt Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3.

Strecke	Länge km	Scheinwiderstand Betrag Ω	Scheinwiderstand Winkel	Wirkwdst. Ω	Blindwdst. Ω	Leiterwd-t. m. Erden Ω	Verlustwdst. km	L mH km
Seto—Seki ..	39	36	67°	14	33	5,4	8,60	2.25
Seto—Sasazu	105	100	74° 20′	27	96	15	12	2,44
Seto—Azuchi	129	120	77°	27	116	14,4	12,4	2.38
Osaka—Seki .	169	165	77°	42	159	16,9	25,1	2.49
Osaka—Seto .	208	200	74° 5′	57	192	22,3	34,7	2,45
Ssaka—Sasazu	313,2	326	73° 50′	94	312	37,2	56,8	2,65

9. Über die Lage der Spiegelebene.

Abb. 4 zeigt die Kurven der an verschiedenen Strecken einer staatlichen Telephonleitung nach der K-M-Karte berechneten induzierten Spannungen für verschiedene Tiefen der Spiegelebene. Bei diesen Berechnungen sind die Abstände zwischen den beiden Leitungen, soweit sie 330 m nicht überschrittten, durch Feldmessungen und sonst aus einer topographischen Karte 1 : 50 000 gefunden worden.

Durch Vergleich der gemessenen induzierten Spannung mit der aus der Kurve entnommenen kann man die Tiefe der Spiegelebene ermitteln. Die in Abb. 4 markierten Punkte sind die gemessenen induzierten Spannungen, und die Verschiedenartigkeit der Zeichen deutet auf die der Messung zugrunde liegende und in Abb. 4 angegebene Strecke. Die Spannungsangaben beziehen sich auf rein elektromagnetisch induzierte Spannungen.

Auf diese Weise findet man für die Leitung Osaka—Seki, die durch die flache Steppe verläuft, als Tiefe der Spiegelebene 480 ... 630 m. Hingegen findet man für die Strecken Seki—Seto und Seto—Sasazu, die durch gebirgiges Gelände führen, 1000 ... 1700 m (vgl. Zahlentafel 4).

Zahlentafel 4.

Strecke	Induzierte Spannungen V/A	Tiefe der Spiegelebene km
Osaka—Seki 169,1 km	2,5	0,480
	3,2	0,590
	3,3	0,600
	3,5	0,630
Seto—Sasazu 105,1 km	6,4	1 110
	6,5	1,130
	2,0	1,100
Seto—Seki 39 km	2,2	1,100
	2,6	1,400
	3,0	1,700

Berechnet man nach Kenntnis der Spiegelebene die induzierten Spannungen, so erhält man die in Zahlentafel 5 angegebenen Werte. Für den in der Steppe liegenden Teil der Leitung ist als Tiefe der Spiegelebene 575 m, für den anderen Teil 1100 m zugrunde gelegt.

Zahlentafel 5.

Strecke	Induzierte Spannungen V/A berechnet	Induzierte Spannungen V/A gemessen	Verhältnis der berechneten zu den gemessenen Werten	Verhältnis der berechneten zum Mittelwert der gemessenen Werte
Osaka—Gifu l etwa 150 km	3,1	2,5	1,24	0,99
		3,2	0,97	
		3,3	0,94	
		3,5	0,89	
Seto—Sasazu l = 105,1 km	6,4	6,4	1,00	0,99
		6,5	0,99	
Seto—Sekil } Seto—Gifu } l = 39 km	2,2	2,0	1,10	0,9
		2,2	1,00	
		2,6	0,85	
		3,0	0,73	
Osaka—Sasazu l = 314,2 km	11,8	9,3	1,27	1,19
		10,7	1,10	
Osaka—Furukawa l = 267,7 km	7,5	6,8	1,10	1,10
Osaka—Takayama l = 255 km	7,8	8,1	0,96	0,92
		8,9	0,88	
Osaka—Seto l = 208 km	5,3	4,2	1,25	1,25
Seto—Furukawa l = 59,6 km	2,5	—	—	—
Seto—Takayama l = 50 km	2,1	—	—	—

Im folgenden ist ein weiteres Beispiel für den Einfluß des Geländes auf die Lage der Spiegelebene und gleichzeitig für den Einfluß der Frequenz gegeben. Von der

Hochspannungsleitung Kuretsubo—Namazu—Odawara—Kawasaki werden in der parallel laufenden staatlichen Telephonleitung folgende Spannungen induziert:

Zahlentafel 6.

Strecke	Frequenz Hz	Induzierte Spannung V/A	Tiefe der Spiegelebene nach der K-M-Karte
Numazu—Odawara . . .	50	1,7	0,570 km
Odawara—Kawasaki . .	40	1,5	0,650 ,,
	50	0,5	0,170 ,,
Numazu—Kawasaki . . .	40	1,9	0,430 ,,
	50	2,2	0,390 ,,

Die induzierende Hochspannungsleitung läuft von Numazu bis Odawara durch das gebirgige Gelände am Nordfuß des Fujiyama, des bekannten erloschenen Vulkans, und von Odawara bis Kawasaki durch die große flache Steppe an der Küste entlang. Zahlentafel 6 zeigt, wie verschieden voneinander die Lage der Spiegelebene in beiden Fällen ist. Des weiteren bemerkt man, daß bei 50 Hz die Spiegelebene nicht so tief liegt wie bei 40 Hz.

Für die Hochspannungsleitung Revushima—Tozuka (Keihin Deuryoku A. G., 154 kV, 50 Hz) wurden 760 m und für die Hochspannungsleitung Komahashi—Waseda (Tokio Deuryoku A. G., 55 kV, 50 Hz) 290 ... 730 m gefunden.

Aus den angeführten Messungen ist zu entnehmen, daß die Tiefe der Spiegelebene von den geologischen und topographischen Zuständen des Geländes und der Frequenz des induzierenden Stromes abhängt. Besonders großen Einfluß haben die geologischen und topographischen Verhältnisse.

Brandschäden durch bewegliche Kabel für ortsveränderliche Stromverbraucher und durch Nagetiere.

Von **K. Schneidermann,** Berlin.

Übersicht. **In Fortsetzung der Ausführungen „Wodurch leicht Brände entstehen"[1], werden noch einige weitere beachtenswerte Gefahrenquellen genannt.**

Eine Gefahr werden bei den umgeänderten Kraftanlagen, auch wenn die Kraftsteckdosen außen am Gebäude feuersicher angebracht worden sind, die beweglichen Kabel sein. Einmal muß weit mehr Wert auf die Behandlung der Kabel von seiten der Besitzer gelegt, und bei den Prüfungen muß unbedingt verlangt werden, daß verschlissene Kabel mit mehreren Flickstellen gegen neue ausgewechselt werden. Dann ist es nun bald Zeit, daß endlich die niemals zugelassenen sogen. Panzeradern gänzlich aus den Betrieben gezogen werden. Obwohl vom Minister für Handel und Gewerbe durch die Verordnung vom 23. X. 1923 diese Kabel mit Rücksicht auf die Brand- und Unfallgefahr verboten worden sind, findet man sie immer wieder vor. Auf die Ausschaltung dieser Kabel muß auch von den landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften mehr geachtet werden.

Die Lebensdauer der Kabel hängt von der Güte des Materials und von der Behandlung ab. In den Gegenden, die bereits seit 15 ... 20 Jahren elektrisiert sind, findet man noch sehr oft die ersten Kabel. Teilweise sind dieselben äußerlich noch gut erhalten, aber oft befinden sie sich in einem geradezu verwahrlosten Zustande. Die Feuergefährlichkeit ist hier offensichtlich. Aber auch in den alten, äußerlich noch gut erhaltenen Kabeln schlummert durch den inneren Verschleiß die Gefährlichkeit. Die Isolation der einzelnen Drähte hat nur eine bestimmte Lebensdauer. Hinzu kommt noch die derbe Behandlung Es bleibt dann nicht aus, daß die Leitungsdrähte dicht aneinander zu liegen kommen. Schneidet man die alten Kabel durch, so findet man die Lage der Drähte vor, wie es Abb. 1 zeigt.

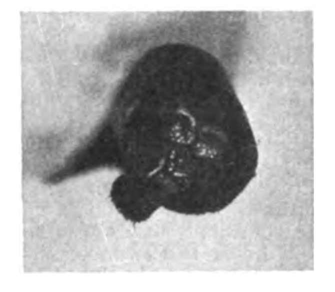


Abb. 1. Verschlissenes Kabel als Brandursache.

Die äußeren Hüllen sind mit der Länge der Zeit auch durchlässig geworden. Da die Kabel oft tagelang bei Regenwetter auf den Gehöften herumliegen, dringt die Feuchtigkeit bis zu den Kupferseelen hindurch. Der Schluß kann nicht ausbleiben. Von Mitte September bis Anfang Dezember 1927 sind allein im Gebiet der Feuersozietät der Provinz Brandenburg vier größere Schäden durch bewegliche Kabel zu verzeichnen. Dadurch wurden 4 Scheunen, 1 Stallgebäude, große Erntevorräte und viele Gerätschaften vernichtet. Alle Brände entstanden während des Dreschens.

Die Schlußstelle, die zu einem Brande Veranlassung gab, zeigt Abb. 2. Es handelt sich um ein 17 Jahre altes Kabel mit einer Lederumhüllung. Die Drähte lagen innen, wie Abb. 1 zeigt, dicht beisammen. 15 cm von der Schlußstelle war die in Abb. 3 ersichtliche Flickstelle im Kabel. Beim Ausdreschen wurde das Stroh auf das auf dem Hofe liegende Kabel aufgehäuft. So kam es, daß durch



Abb. 2. Schlußstelle im Kabel.

den Schluß im Kabel plötzlich die Strohvorräte in Flammen standen. Auch die Scheune wurde ergriffen. Auf dem Nachbargehöft wäre beinahe ähnliches passiert. Der

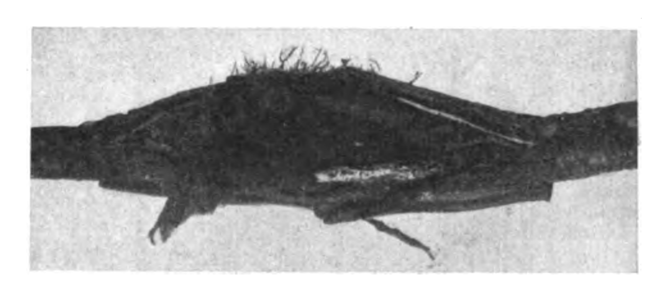


Abb. 3. Flickstelle im Kabel.

Besitzer hatte hier aber richtigerweise das Kabel während des Dreschens an einer massiven Mauer etwa 1,50 m vom Erdboden hoch aufgehängt. Er bemerkte den im Kabel aufsteigenden Rauch und schaltete sofort aus.

Um Schäden durch bewegliche Kabel zu verhüten oder wenigstens einzudämmen, ist zusammenfassend folgendes notwendig:

1. Alte, offensichtlich bedenkliche und vorschriftswidrige Kabel, die bei den Prüfungen vorgefunden werden, sind zu verwerfen, und es sind neue Kabel zu fordern. Eine weitere Benutzung der bedenklichen Kabel muß untersagt werden.
2. Die Besitzer müssen bei Vorträgen und durch wiederholte Bekanntmachungen in geeigneter Weise auf die erforderliche Behandlung und Lagerung der Kabel beim Gebrauch hingewiesen werden. Bei den Aufklärungen und Bekanntmachungen muß besonders hervorgehoben werden, daß während der Benutzung keine leicht entzündlichen Materialien auf den Kabeln lagern dürfen und daß die Lagerung der Kabel auf den Gehöften und in den Scheunentennen und ähnlichen Räumen mindestens 30 cm vom Erd- oder Fußboden entfernt zu geschehen hat.

Einsichtige Besitzer, die auf guten Zustand ihrer Anlage halten, haben vorstehendes schon von selbst seit Jahren beachtet.

[1] ETZ 1927. S. 1911.

3. Da die Lagerung von leicht entzündlichen Materialien auf beweglichen Kabeln während des Betriebes feuergefährlich und fahrlässig ist, ist es angebracht, daß die Besitzer auch darüber unterrichtet werden, daß ihnen in solchen Brandfällen bei den Ersatzansprüchen von seiten der Feuerversicherungen Schwierigkeiten gemacht werden können.

Da die ortsfesten Motoren immer mehr den beweglichen Platz machen, sind die Hinweise auf die Kabelbehandlung um so dringlicher.

Um es den Besitzern bei der Auswechslung der alten Kabel gegen neue leichter zu machen, gewährt die Feuersozietät der Provinz Brandenburg ihren Mitgliedern auch hierzu — wie zu allen anderen Umänderungen alter bedenklicher Anlagen in landwirtschaftlichen Wirtschaftsräumen — Beihilfen bis zu 20 % der Kosten.

Daß Mäuse und Ratten durch Zernagen elektrischer Leitungen oder durch Überbrückung von blanken Leitungen oder Kontakten als Brandstifter in Frage kommen, darauf ist schon wiederholt hingewiesen worden. Diese Gefahr wird kaum beachtet, mindestens wird ihr aber viel zu wenig Rechnung getragen. Es ist nicht ganz einfach, das Zernagen von Leitungen und Kabeln in und hinter Schaltapparaten durch dieses Ungeziefer zu verhüten. Durch geeignete Maßnahmen können aber auch diese Gefahren eingedämmt werden. Es lassen sich z. B. durch besseres Verschließen der Sicherungselemente und durch Auswechslung der Schlitzschalter gegen geschlossene Schalter solche Schäden verhindern. In den Schutzkästen über den Sicherungselementen müssen die Löcher, durch die die Schutzrohre eingeführt sind, so abgedichtet werden, daß keine Mäuse hineinlaufen können. Oft genug enden aber die Schutzrohre schon mehrere Zentimeter vor dem Ein- oder Austritt der Leitungen. Das Ungeziefer findet dann in den Elementen Unterschlupf. Es gehört nicht zu den Seltenheiten, daß verendete Mäuse in den Sicherungskästen vorgefunden werden. Auch die Schlitzschalter, besonders solche in Kraftanlagen in Scheunen und Kornböden, werden von Mäusen gern aufgesucht. Das Ein- und Ausschlüpfen dieser Tiere aus offenen Schaltern wird bei den Revisionen oft bemerkt. In solchen Unterkünften können sie sich oft wochen-, ja monatelang frei bewegen, ohne gestört zu werden, da z. B. die Kraftanlagen in Scheunen vielfach nur zeitweise im Jahr benutzt werden.

Kürzlich wurde auf einem Gute in einer Scheune durch einen Kurzschluß bei Überbrückung von zwei Kontakten (380 V) durch eine Maus in dem Schlitzschalter die feuersichere Isolierplatte durchschlagen. Der Schalter selbst wurde nur leicht beschädigt. Die Maus war aber nicht nur zufällig hineingelaufen, sondern sie hatte auch ihr Nestchen in dem Schutzkasten gebaut. Hierzu Abb. 4, 5 und 6. Nur dadurch, daß der Installateur an der Kraftanlage in der Scheune arbeitete — der Schalter sollte ebenfalls ausgewechselt werden —, wurde ein großes Schadenfeuer verhütet. In solchen Brandfällen wird aber, besonders in Räumen mit leicht entzündlichen Gegenständen, die Ursache in der Regel ungeklärt bleiben. Es mögen in dem statistischen Nachweis unter den unermittelten Brandursachen manche ähnlichen Fälle stecken.

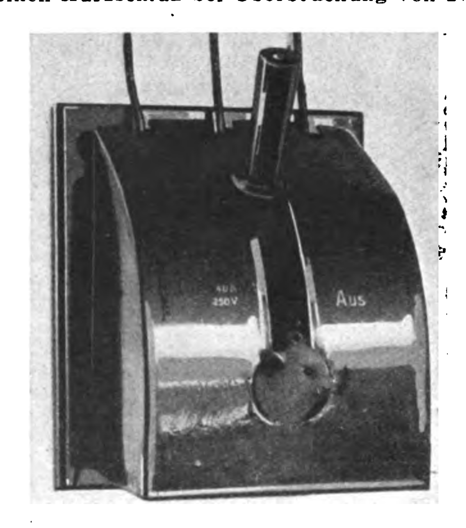


Abb. 4. Maus im Schalter.

Die Durchführung der Auswechslung der Schlitzschalter gegen geschlossene, die bereits der Unfallgefahr wegen vorgenommen wird, muß auch aus vorgenannten Gründen geschehen und beschleunigt werden. Auch bei der Anbringung neuer Verteilungstafeln und Sicherungselemente — vor allen Dingen in Räumen mit leicht brennbaren Materialien — muß auf guten Abschluß geachtet werden. Den Mäusen muß das Eindringen hinter Verteilungstafeln oder in Apparate unterbunden, mindestens aber erschwert werden. Auch bei den Revisionen alter Anlagen muß auf vorstehendes geachtet und Abhilfe geschaffen werden.



Abb. 5. Mäusenest im Schalterdeckel.

Zum Schluß soll nicht unerwähnt bleiben, daß auch bei den Motoren das Hineinlaufen von Nagetieren verhängnisvoll werden kann und oft schon gewesen ist. Erst kürzlich trat in einem Betrieb in Drewitz, Kreis Teltow, durch das Hineinlaufen einer Maus in den Motor ein Schaden mit einer empfindlichen Betriebsstörung ein.

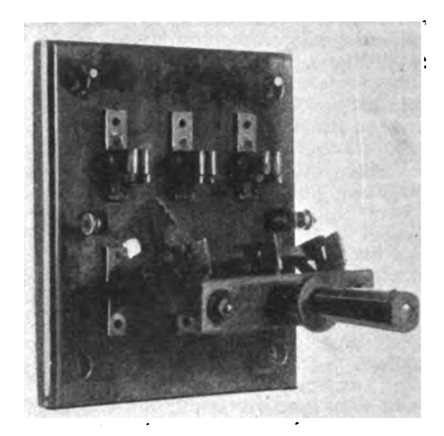


Abb. 6. Kurzschluß infolge Überbrückung von 2 Kontakten durch eine Maus.

Wenn auch solche Schäden schwieriger auszuschalten sind, muß dieser Gefahr doch je nach Lage der Verhältnisse — besonders bei Anlagen in Räumen mit leicht entzündlichen Materialien — Rechnung getragen werden.

Die Erhaltung der Niagarafälle.

Die skrupellose Ausnutzung der Niagarafälle zum Zweck der Energieerzeugung und die dadurch hervorgerufene Bedrohung eines einzigartigen Landschaftsbildes hat zur Bildung einer Schutzorganisation geführt, der die Regierungen von Canada und der V. S. Amerika angehören. Nach einem Bericht[1] dieser Kommission darf den Fällen nicht mehr als 37 % ihres Wassers entzogen werden, wenn sie in ihrer ursprünglichen Schönheit erhalten bleiben sollen. Diese Grenze ist heute schon fast erreicht, und nach der Meinung zuständiger Spezialisten wird damit das äußerstenfalls Zulässige bereits überschritten. Die Seiten der Fälle sind wasserarm, und außerdem begehen die Fälle „suicide" — um den amerikanischen Ausdruck zu gebrauchen —, sie töten sich selbst, sie fressen in der Mitte, wo der Strom sich unzulässig zusammendrängt, Nuten in den Felsboden, verflachen sich und verschieben die Gefällstufe ständig stromaufwärts. Die Geschwindigkeit dieser Rückwanderung wird mit 1 ... 2 m im Jahr geschätzt.

Die erwähnte internationale Aufsichtsbehörde hat nun neue Richtlinien zum Schutz der Fälle herausgegeben. Es werden im besonderen Unterwasser-Wehre empfohlen, welche zusammen mit Vertiefungen gewisser Stellen den Wasserschleier gleichmäßig ausbreiten und von den bereits bedrohten Anfressungen ablenken sollen. Auf diese Weise werden auch die seitlich gelegenen Teile der Fälle mit Wasser bedacht, und es soll möglich sein, die Schönheit der Fälle zu erhalten, ja sogar bis zu ihrer früheren Majestät zu steigern, ohne der Industrie-Ausnutzung innerhalb gewisser Grenzen Abbruch zu tun. *H.*

[1] Engg. Bd. 125, S. 413.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Das 132 000 V-Kabel in New York und Chicago. — Die Firma Pirelli in Mailand hatte im Jahre 1926 ein 130 000 V-Kabel in Oberitalien verlegt. Die Firma erhielt deshalb im gleichen Jahre im Verein mit der GEC, welche die Pirelli-Patente für Amerika erworben hatte, den Auftrag, für die New York Edison Comp. ein 19 km langes 132 kV-Kabel für eine Kraftübertragung von 90 kVA für New York zu konstruieren. Wenige Monate später gab die Commonwealth Edison Co., Chicago, an die beiden Firmen den Auftrag auf ein 10 km langes Kabel für die gleiche Spannung und Leistung.

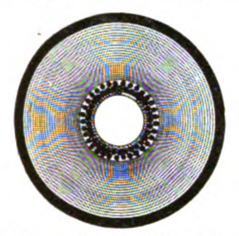


Abb. 1. Querschnitt eines Kabels nach Emanueli.

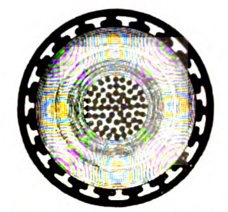


Abb. 2. Kabel mit Hohlraum im Bleimantel.

Die Konstruktion des Kabels erfolgte in gemeinsamer Arbeit unter Leitung des Pirelli-Chefingenieurs L. Emanueli. Die Erkenntnis, daß bei Höchstspannungskabeln eingeschlossene, bei der Fabrikation oder im Betrieb entstandene Luftblasen die Fehlerursachen sind, ließ nur

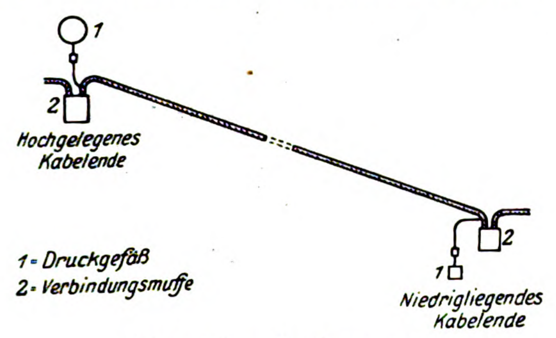


Abb. 3. Schema der Ölversorgung.

eine Konstruktion zu, bei der Luftblasen auf jeden Fall vermieden sind. Damit die Isolationsmasse des Kabels je nach dem Temperaturzustand desselben sich nach Belieben ausdehnen oder zusammenziehen kann, ohne daß die Gefahr der Luftblasenbildung auftreten kann, gab Emanueli dem Kabel die Querschnittsform, die aus Abb. 1 ersichtlich ist. Der Leiter, der aus Einzeldrähten besteht, ist rohrförmig verseilt, er enthält also einen Kanal, der durch das ganze Kabel geht und an den Enden Ausdehnungsgefäße besitzt. Die flüssige Isolationsmasse füllt so bei dem kalten und warmen Kabel auf jeden Fall den Hohlraum. Der gleiche Zweck wird mit der Querschnittsform in Abb. 2 erreicht, nur ist hier der Hohlraum in den Bleimantel verlegt. Jedoch bei dem Versuchskabel in Brugherio (Oberitalien) wie bei den beiden amerikanischen Kabelstrecken ist die erste Kabelform verwandt.

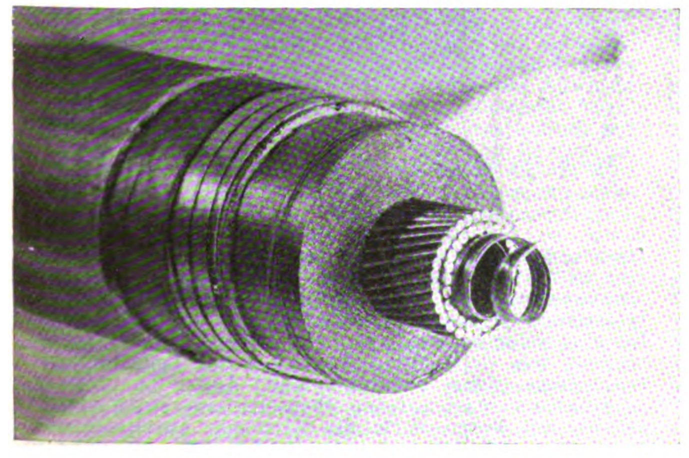


Abb. 4. 132 kV-Hohlraumkabel.

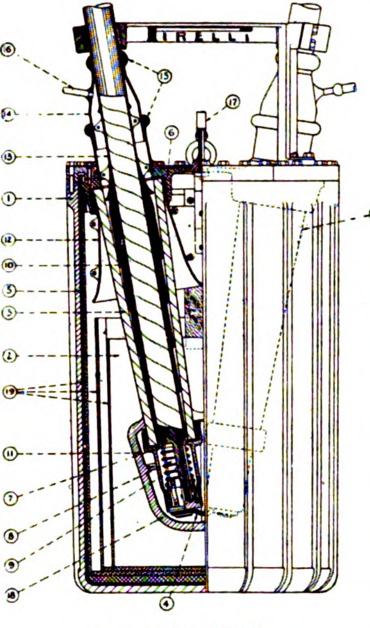


Abb. 5. Kabelmuffe.

Um während der Fabrikation die Bildung von Luftblasen zu verhüten, wurde auf ein gutes Vakuum und die Verwendung eines Gases gesehen, das in der Isolationsmasse leicht löslich ist, die selbst vollkommen entgast ist. Das gute Vakuum erreichte man, indem man das Kabel vor der Imprägnierung durch gute Laboratoriumspumpen luftleer pumpte, was infolge des verhältnismäßig geringen Volumens möglich war. Dann wurde das Kabel mit Kohlensäure ausgewaschen. Man hatte so die Atmosphäre eines Gases im Kabel, das leicht vom Isolationsöl absorbiert wurde. Kohlensäure wird im gleichen Volumen von Mineralöl absorbiert. Die Entgasung des Öles geschah durch einen auf der Ölzerstäubung im Vakuum beruhenden Apparat.

Die Kabel sind in verschiedene Abschnitte unterteilt und mit Verbindungsmuffen derart ausgerüstet, daß das Öl eines Abschnittes nicht in den anderen Abschnitt übertreten kann. Jeder Abschnitt ist mit einem Ausdehnungsgefäß ausgestattet und auch mit Druckgefäßen. Um dem Kabel auch Öl zusätzlich zuführen zu können, sind manche Abschnitte mit Druckbehältern ausgerüstet. In Abb. 3 ist ein Kabelabschnitt schematisch dargestellt.

Der Leiter des Kabels, Abb. 4, ist aus zwei Lagen Kupferdraht von 2,6 mm gebildet, die auf einer Spirale von profiliertem Kupferband verdreht sind. Der innere Spiraldurchmesser ist 19 mm, derjenige über dem Kupfer 31 mm. Die Dicke der Isolierschicht, die aus drei Lagen Zellulosepapier verschiedener Durchlässigkeit gebildet ist, beträgt 18 mm. Zur Imprägnierung wurde ein Mineralöl verwendet, das etwas leichtflüssiger ist als Transformatorenöl. Nach der Imprägnierung in der Fabrik wurde der Hohlraum des Kabels, ehe dasselbe auf Trommeln versandt wurde, vom Öl entleert. Man wollte durch diese Maßnahmen eine Deformation des Bleimantels infolge von Temperatureinwirkungen verhindern. Das Kabel erhielt einen doppelten Bleimantel. Zwischen den beiden Bleilagen befand sich ein Kupferband zwischen zwei imprägnierten Papierlagen als Verstärkung. Den Drucksteigerungen, die auftreten können (bis 30 m Ölsäule), würde ein einfacher Bleimantel auch beträchtlicher Stärke ohne Kupferbandverstärkung nicht standhalten. Die Kabelenden jeden Abschnittes sind zu besonders ausgebildeten Verbindungsmuffen geführt, die wohl die Kupferleiter verbinden, aber die Ölleitung unterbrechen. Der Aufbau ist aus Abb. 5 ersichtlich.

Nach der Verlegung wurden die Kabel während 15 min mit 300 kV Gleichstrom geprüft. Nach mehr als halbjährigem Betrieb zeigten beide Kabel keinerlei Unzulänglichkeiten bis auf einige undichte Stellen an den Verbindungsmuffen, an denen die Kabel Öl verloren, was auf mangelhafte Lötstellen zurückzuführen war. (L. Emanueli, L'Elettrotecnica Bd. 15, S. 317.) *Rtz.*

Unregelmäßigkeiten in Krarupkabeln. — Für Zwecke der möglichst genauen Leitungsnachbildung ist die Kenntnis der Abhängigkeit des Leitungscheinwiderstandes von Schwankungen der Kabelkonstanten erforderlich; eine Arbeit von A. R o s e n gibt für einige charakteristische Fälle diesbezügliche Aufschlüsse. Für Krarupkabel ist bekanntlich angenähert der Wellenwiderstand $Z_0 = \sqrt{L/C}$; eine prozentuale Abweichung von L oder C erzeugt für Z_0 eine solche vom halben Wert. Z_0 sei der Scheinwiderstand der Leitungsnachbildung, und die zu berechnende Scheinwiderstandsabweichung gegenüber dem Kabel sei Z_u. Eine Leitung von der Länge l, der Fortpflanzungskonstante γ und dem Wellenwiderstand Z_0 liege in Reihe mit einer durch ihren Wellenwiderstand Z_1 abgeschlossenen Leitung; dann gilt für den Scheinwiderstand Z am Anfang

$$Z = Z_0 \frac{Z_1 \mathfrak{Cof}\,\gamma l + Z_0 \mathfrak{Sin}\,\gamma l}{Z_0 \mathfrak{Cof}\,\gamma l + Z_1 \mathfrak{Sin}\,\gamma l}.$$

Ist Z_a der (kleine) Unterschied zwischen Z_1 und Z_0, also

$$Z_1 = Z_0 + Z_a \text{ so wird } Z = Z_0 + Z_a\, e^{-2\gamma l} = Z_0 + Z_u$$

$$Z_u = Z_a\, e^{-2\beta l} (\cos 2\,\alpha\, l - j \sin 2\,\alpha\, l).$$

1. Aus den beiden Komponenten läßt sich dann Z_u für ein gegebenes Kabel berechnen; vgl. Fall 1 der untenstehenden Zahlentafel 1, welche die für ein Krarupkabel mit $Z_0 = 500\ \Omega$ in der Originalarbeit graphisch mitgeteilten Berechnungsergebnisse zusammenfaßt. Bei mehreren Abweichungen in den Punkten A, B, C ... und den entsprechenden Werten für die Fortpflanzungskonstanten γl_1, γl_2, γl_3 erhält man

$$Z_u = Z_a\, e^{-2\gamma l_1} + Z_b\, e^{-2\gamma l_2} + Z_c\, e^{-2\gamma l_3} + \ldots .$$

2. Für die in der Zahlentafel mit 2a und 2b bezeichneten Fälle einer kurzen bzw. längeren Strecke von $Z_0 + Z_a$ und γd zwischen zwei Abschnitten von Z_0 und γl ist der Modulus von $Z_u = 2\, Z_a\, e^{-2\beta l} \sin \alpha\, d$. Man ersieht aus der Zahlentafel, wie der Gang von Zu mit der Frequenz von d abhängt.

3. Springt Z_0 im Punkte A auf $Z_0 + Z_a$ nach der Strecke d auf $Z_0 - Z_a$ und wiederum nach d auf Z_0 zurück, so gilt:

$$\text{Modulus von } Z_0 \approx 4\, Z_a\, e^{-2\beta l} \sin^2 \alpha\, d.$$

4. Geht Z_0 im Punkte A beginnend allmählich, und zwar linear bis Punkt B auf $Z_0 + Z_a$ über (für AB gilt γd, und vom Anfang bis zum Mittelpunkt von AO gilt γl), so erhält man

$$Z_u = Z_a\, e^{-2\gamma l} \frac{\mathfrak{Sin}\,\gamma d}{\gamma d}.$$

Für $d = O$ geht diese Gleichung in die für den Fall 1 angegebene über.

5. Siehe Zahlentafel 1, Spalte 2. Es gilt:

$$Z_u = 2\, Z_a\, e^{-2\gamma l} \frac{\mathfrak{Sin}^2 \gamma d}{\gamma d}$$

6. Siehe Zahlentafel 1, Spalte 2. Es gilt:

$$Z_u = \frac{1}{3}\, Z_a\, e^{-2\gamma l} (\gamma d)^2.$$

Zahlentafel 1.

Fall	Lage der Abweichung, vom Anfang gesehen	Z_u in Ω				
		ω = 2000	5000	8000	11 000	15 000
1	l = 18 km, Z_a = 10 Ω; 0, A	7	6,7	6,4	6	5,9
2a	18 km, 1,8 km, 10 Ω; 0, A, B	2,3	3,5	5	6,6	8
2b	18 km, 7,2 km, 10 Ω; 0, A, B	5,4	11,2	12,8	9,8	1,6
4	18 km, 7,2 km, 10 Ω; 0, A, B	6,5	5,6	4	2,3	0,5
5	18 km, 7,2 km, 7,2 km, 10 Ω; 0, A, B, C	2,7	6	8	8,8	7,7
6	18 km, 7,2 km, 10 Ω; 0, A, B	0,3	1,8	4	5,8	6

Für alle Rechnungen war ein rein reeller Wert von Z_0 zugrunde gelegt; praktisch trifft das nur angenähert zu.

Bei dem zwischen Canterbury und Dumpton Gap verlaufenden, die Fortsetzung des England—Belgien-Kabels bildenden Erdkabel wurde als höchste Abweichung des Scheinwiderstandes von der Mittelkurve 0,8 % festgestellt. (A. R o s e n, J. Inst. El. Engs. Bd. 65, S. 989.) *Eg.*

Leitungsbau in Oberitalien. — Zu den im Bericht über die 4. Pariser Konferenz über Großkraftübertragung betr. Leitungsbau in Oberitalien gemachten Angaben erfahren wir noch folgendes. Die Leitung Kardaun—Cislago ist noch nicht im Bau, soll indes im nächsten Jahr gebaut werden. Weiterhin wird der nördliche Teil der Leitung, der sich ungefähr parallel zum Eisack und zur Etsch auf den diese Flüsse linksufrig begleitenden Mittelgebirgshöhen hinziehen wird, als Gittermastleitung vorgesehen. Es wäre auch anders gar nicht möglich, da bei dem außerordentlich schwierigen Gelände der Antransport der schweren Schleuderbetonmasten als ausgeschlossen gelten kann. Es soll, wie man hört, von der ganzen Leitung Kardaun (eine halbe Wegstunde von Bozen eisackaufwärts) bis Cislago lediglich ein Stück von 80 km in der Poebene aus Eisenbetonmasten erbaut werden. *Br.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein neuer Isolationsmesser. — Die einzelnen Bestandteile des von der Siemens & Halske A. G. hergestellten Gerätes, Kurbelinduktor und Drehspulmeßwerk, sind in einem kräftigen, spritzwasser- und staubdichten Gehäuse zusammengebaut. Das Gerät hält eine Prüfspannung von 2000 V zwischen den einzelnen Klemmen und Klemmen und Gehäuse aus. Der Induktor ist in allen Einzelteilen äußerst kräftig gebaut und daher unbedingt zuverlässig. Die Stromabnahme erfolgt mittels Kohlebürsten. Das Meßwerk ist gut gedämpft und stellt sich aperiodisch ein. Es hat eine große Eigenschwingungs-

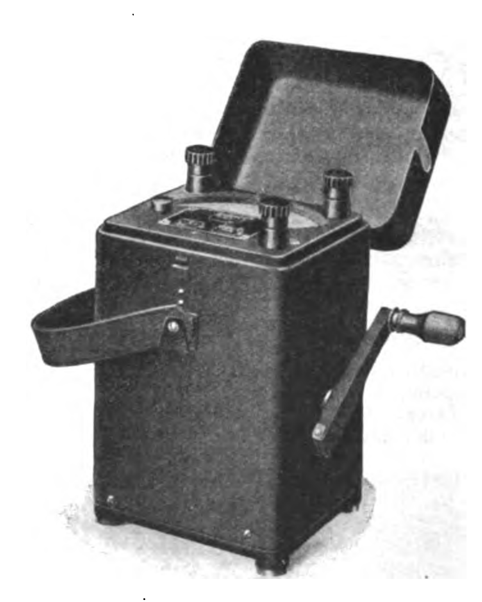


Abb. 6. Der neue Isolationsmesser der Siemens & Halske A. G. geschlossen.

dauer, so daß der Zeiger auch bei ungleichmäßigem Drehen des Induktors nicht zappelt. Das Instrument hat eine in Volt eingeteilte Skala zum Ablesen der Induktorspannung und eine in Megohm eingeteilte Skala, an der die Isolationswerte unmittelbar abzulesen sind. Die Skala hat eine Spiegelunterlage, so daß selbst kleine Zeigerausschläge, wie sie bei der Messung hoher Isolationswerte vorkommen, sicher abzulesen sind. Außer den drei Anschlußklemmen ist auf der Oberseite eine Prüftaste eingebaut, mit deren Hilfe die Klemmen kurzgeschlossen werden; man braucht sie, um die Induktionspannung zu prüfen. Der Isolationsmesser wird in drei Ausführungen gebaut, bei denen der Induktor eine Prüfspannung von 110, 220 oder 440 V liefert entsprechend einem Meßbereich von 20, 50 oder 100 MΩ. Alle drei Typen lassen sich auch als Spannungsmesser für Gleichspannungen bis 240 V verwenden. Die 110 V-Type eignet sich be-

sonders zur Prüfung von Schwachstromleitungen. Die verhältnismäßig hohe Prüfspannung bietet dabei den Vorteil, daß auch verborgene Fehler aufgedeckt werden und selbst hohe Isolationswerte noch sicher ablesbar sind. Etwa in den Leitungen vorhandene Luftleerspannungsab-



Abb. 7. Der neue Isolationsmesser der Siemens & Halske A. G., offen.

leiter können bei solchen Prüfungen nicht durchschlagen werden, da der Induktor nahezu kontinuierlichen Gleichstrom liefert. Die anderen Typen eignen sich ausschließlich für die Prüfung von Starkstromleitungen. Die Kurbel des Induktors klappt man beim Transport unter den Deckel. Bei dem verhältnismäßig geringen Gewicht von 4 kg ist es leicht, den Isolationsmesser bei Abnahmeprüfungen und der regelmäßigen Überwachung mitzunehmen. *Jkl.*

Beleuchtung.

Die Aktinität der Nitralampe und ihre Messung. — Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Lichtquellen auf die photographische Platte werden im allgemeinen auf spektralphotographischem Wege ausgeführt. Dieses Verfahren entspricht jedoch nicht den bei photographischen Aufnahmen praktisch gegebenen Verhältnissen. Hier wirkt das Licht der Lichtquelle nicht direkt auf die photographische Platte, sondern beleuchtet die aufzunehmenden Objekte, von denen es reflektiert und in die photographische Kamera geworfen wird. Das auf die Platte auffallende Licht besteht also nicht aus reinen Spektralfarben, sondern aus Mischungen von diesen nebst einem mehr oder minder großen Anteil von weißem Licht. Bei von L. Bloch angestellten Versuchen wurde eine Farbentafel bei Beleuchtung durch verschiedene Lichtquellen photographiert. Diese Farbentafel enthält neben einer Anzahl farbiger Felder eine Reihe grauer Felder, deren Reflexionsvermögen jeweils dem des danebenliegenden farbigen Feldes entspricht, so daß beide Felder auf das Auge den gleichen Helligkeitseindruck hervorrufen. Die auf der Platte erzielte Schwärzung, die mit einem der gebräuchlichen Schwärzungsmesser ermittelt wird, gestattet, die Aktinität zu beurteilen. Die von den grauen Feldern herrührende Schwärzung gibt ein Maß für die Aktinität von ungefärbtem Licht, die von den zugehörigen Farbfeldern erzeugte Schwärzung läßt einen Rückschluß auf die Helligkeitstreue bei der Wiedergabe von Farben zu. Die Auswertung der Schwärzungsmessungen liefert Kurven für das Aktinitätsverhältnis für die verschiedenen Farben im Vergleich zu der Wiedergabe farbloser Gegenstände.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf den Vergleich der Aktinität der hauptsächlich für Filmaufnahmen benutzten Lichtquellen bei Verwendung gewöhnlicher, orthochromatischer und panchromatischer Platten und Filme. Die Aktinität der Nitralampe steht derjenigen der Bogenlampe bei gewöhnlichen Platten und Filmen nach, doch ist dieser Unterschied bei panchromatischem Aufnahmematerial schon nicht mehr so groß. In der Helligkeitstreue bei der Wiedergabe von Farben ist die Nitralampe bei Verwendung gewöhnlicher und besonders bei panchromatischen Platten und Filmen allen andern gebräuchlichen Lichtquellen überlegen. Mit der Reinkohlen-Bogenlampe und mit der Effektbogenlampe mit Kohlen für weißes Licht könnte dieselbe Helligkeitstreue wie mit der Nitralampe nur bei Verwendung eines Gelbfilters erreicht werden, so daß der Vorteil der größeren relativen Aktinität wieder verloren geht. Bogenlampen mit Effektkohlen für gelbes Licht stimmen mit der Nitralampe in der Wiedergabe der Helligkeitswerte bei panchromatischem Film annähernd überein, haben jedoch eine erheblich geringere Aktinität als die Nitralampe. Die Dauerbrand-Bogenlampe mit Reinkohle, die von allen Lichtquellen die höchste Aktinität besitzt, gibt schon bei gewöhnlichem Film eine erheblich geringere Helligkeitstreue als die Nitralampe; bei panchromatischem Aufnahmematerial tritt dieser Unterschied noch mehr hervor. Das gleiche gilt für die Quecksilberdampflampe; die beiden letztgenannten Lichtquellen zeigen bei panchromatischem Film keine nennenswerte Verbesserung der Farbentreue gegenüber dem gewöhnlichen Film. Untersuchungen über den Einfluß der Lichtausbeute der Nitralampe auf die Aktinität ergaben, daß diese bei Erhöhung der Lichtausbeute von 20 auf 30 Lm/W um etwa 8 ... 12 % gesteigert wird. Zur Beurteilung des zur Erzielung einer bestimmten photographischen Wirkung erforderlichen Energieaufwandes dient die aktinische Lichtausbeute, d. h. das Produkt aus photometrischer Lichtausbeute und relativer Aktinität. Ein Vergleich dieser Werte bei den verschiedenen Lichtquellen zeigt, daß zwar bei gewöhnlichem Film die Effektbogenlampe mit weißen Kohlen und die Dauerbrand-Bogenlampe der Nitralampe überlegen sind, daß dagegen bei panchromatischem Film diese Unterschiede erheblich geringer ausfallen und vollständig verschwinden, wenn durch Anwendung eines Gelbfilters die Helligkeitstreue dieser Lichtquellen mit derjenigen der Nitralampe ohne Gelbfilter in Übereinstimmung gebracht wird. (L. Bloch, Kinotechn. Bd. 10, S. 317 u. 343.) *Frh.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Philadelphias Untergrundbahnerweiterungen. — Die im Jahre 1924 begonnene neue Broad Street-Untergrundbahnlinie geht ihrer Vollendung entgegen. Sie erstreckt sich von City Hall bis zur Olney Station über insgesamt 16 Haltestellen, bei einer Länge von rd. 10 km (Abb. 8). Die Bahn ist viergleisig, die Fahrzeit für die gewöhnlichen Züge beträgt 22 min, für die Schnellzüge 17 min. Der Untergrundbahntunnel, der unter der Broad Street verläuft, hat eine Weite von 17,4 m, die sich in der Nähe der Haltestellen auf rd. 34,5 m vergrößert. Die Decke wird von drei Reihen etwa 4,34 m hoher Säulen gestützt. Die Lüftung des Tunnels erfolgt durch Eisenbetonschächte, die zugleich als Notausgänge dienen. Für die Gleise sind Schienen von rd. 19 m Länge im Gewichte von 50,3 kg/m verwendet. Sie ruhen auf einbetonierten Querschwellen, von denen im allgemeinen jede fünfte 2,74 m lang unter beiden Schienen durchgeht, während die vier dazwischenliegenden in je zwei kurze Schwellenstücke von je 75 cm Länge aufgetrennt sind. Bei Weichen, Kreuzungen und engeren Krümmungen sind ausschließlich durchlaufende Schwellen verwendet. Durch das Einbetonieren ist an Tunnelhöhe und damit an Bauhöhe gespart worden.

Die Sicherung der Züge erfolgt selbsttätig durch dreistellige Lichtsignale in Verbindung mit mechanischen Fahrsperren. In Stellwerkbezirken und im Abstellbahnhof sind die Signaleinrichtungen halbselbsttätig. Die Zwerg- und Erlaubnissginale werden durchweg von Hand bedient; ihre Überwachung erfolgt jedoch elektrisch. Sämtliche Weichen werden elektropneumatisch angetrieben. Der Standort der Signale sowie die Länge der Blockabschnitte ist für Achtwagenzüge unter Zugrundelegung einer Zugfolge von 2 min ermittelt. Im allgemeinen haben die Blockabschnitte die 1½fache Länge des Bremsweges für Notbremsung; die Bremswege sind unter Berücksichtigung der Steigungsverhältnisse und der zugelassenen Höchstgeschwindigkeit der Züge ermittelt worden.

Der Wagenpark besteht aus 150 Personenwagen von je 20,5 m Länge und rd. 3,05 m Breite. Jeder Wagen faßt 212 Fahrgäste (Marketstr. 152, Frankfort Av. 134) auf 75 Sitz- und 137 Stehplätzen. Das Wagengewicht einschließlich der Ausrüstung beträgt 47½ t. Die Wagen haben auf jeder Längsseite 3 Türen, außerdem zur Verbindung der einzelnen Wagen miteinander eine weitere Tür an jeder Kopfseite. Die Heizung ist elektrisch, die Heizkörper liegen unter den Sitzen. Zur Wagenbeleuchtung dienen je 22 45 W-Lampen, die in 3 Längsreihen in die Decke eingelassen sind. Für Notbeleuchtung ist über jeder Tür eine batteriegespeiste Niederspannungslampe angeordnet, deren Einschaltung im Augenblick des Versagens der Wagenbeleuchtung selbsttätig erfolgt.

Die Seitentüren werden durch eine vom Führerstand aus bediente elektrisch überwachte Druckluftvorrichtung

geöffnet und geschlosssen. Das verwendete System ist ziemlich verwickelt, die Sicherungsverhältnisse erscheinen beinahe zu weit getrieben. Außerhalb des Wagens angeordnete rote Lampen zeigen beispielsweise an, wenn die betreffende Tür nicht völlig geschlossen ist. Eine besondere Schalteinrichtung ermöglicht dem Zugfahrer, die Stromläufe für das Öffnen der Türen zu unterbrechen, so daß, wenn beispielsweise eine Haltestelle überfahren wird, das Öffnen der Wagentüren unterbunden wird bzw. bereits geöffnete Türen wieder selbsttätig geschlossen werden. Besondere Schalter an den Wagenaußenseiten geben dem Bahnsteigpersonal die Möglichkeit, offen gebliebene Türen zu schließen. Für Störungsfälle in der Luft- oder Stromleitungsanlage ist in den Wagen Vorkehrung getroffen, daß von Hand je eine Tür von innen und je eine von außen geöffnet werden kann.

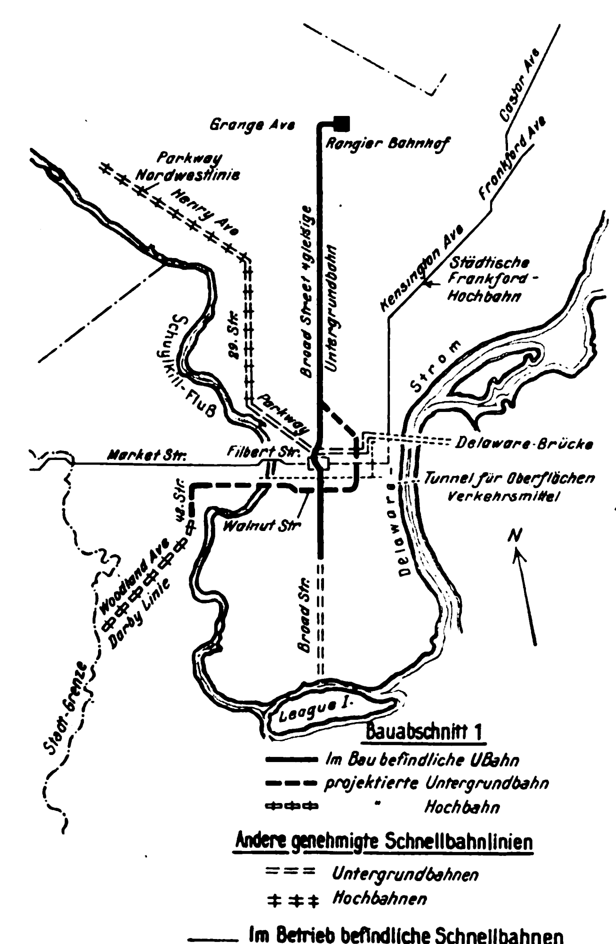


Abb. 8. Plan der Untergrundbahnerweiterungen in Philadelphia.

Die Wagen sind mit selbsttätigen Kuppelungen ausgerüstet. Sie ruhen auf zweiachsigen Drehgestellen, von denen das eine durch zwei 210 PS-Motoren (600 V) angetrieben wird. Die Kraftübertragung erfolgt mittels Stirnräder.

Die Züge bestehen nur aus Triebwagen und können von jedem beliebigen Wagen aus gesteuert werden. Die Fahrschalter haben eine Einrichtung ähnlich dem in Deutschland bekannten Totmannsknopf.

Die elektrische Arbeit wird mit 13 200 V Drehstrom von 60 Hz von der Philadelphia Electric Co. an die Bahnunterwerke geliefert. Jedes Unterwerk hat einschließlich eines Reservesatzes 4 Umformer. Diese leisten 3000 kW und gestatten eine 150prozentige Überlastung für die Dauer von 2 h und eine 300prozentige bis zu etwa 3 min. Nach den vorgenommenen Berechnungen ist es damit möglich, während der Hauptverkehrstunden ohne Überlastung auf allen 4 Gleisen Achtwagenzüge in 2 min Abstand zu fahren.

Die Bahn besitzt zwei Ausbesserungswerkstätten, und zwar eine sog. Prüfwerkstatt für häufig wiederkehrende Untersuchungen und kleine Ausbesserungen und eine Hauptwerkstatt. In letzterer werden die Wagen überholt, wobei je nach Bedarf ein mehr oder weniger umfangreicher Ausbau der mechanischen und elektrischen Einrichtungen erfolgt.

Im allgemeinen wird die regelmäßige Untersuchung des Wagenparks in der Weise vorgenommen, daß alle 24 h 8 bis 12 % sämtlicher Wagen durch die Prüfwerkstatt gehen. Mit Rücksicht auf äußerste Ausnutzung der Betriebsmittel sind diese Untersuchungen in die Pausen zwischen den Hauptverkehrstunden verlegt. Zur Beschleunigung der Untersuchungsarbeiten ist die Prüfwerkstatt so bemessen, daß sie einen ganzen Zug aufnehmen kann. Auch die Gleisverbindungen nach den Werkstätten und die Werkstättengleise tragen der Forderung schnellster Abfertigung in weitestgehendem Maße Rechnung. Die Hauptwerkstätte ist ein neuzeitlicher Bau in den Ausmaßen 110 : 116 m mit einem L-förmigen Anbau 49 : 11 m, sie besitzt eine Reihe von Abteilungen zur Vornahme der verschiedenen Sonderausbesserungen, außerdem eine Schmiede, eine mechanische Werkstatt sowie eine Abteilung für Wagenanstrich. Das Verwaltungsgebäude befindet sich an der Südostecke der Broad Street und Grand Avenue. (El. Traction Bd. 24, S. 111.) *Grt.*

Nockenwellensteuerung von Lokomotiven. — Die beiden neuen von der Niagara, St. Catharines & Toronto-Eisenbahn erbauten Gleichstrom-Güterzuglokomotiven sind die ersten Lokomotiven auf amerikanischem Boden, bei denen eine mechanische Steuerung mit Nockenwelle zur Anwendung gekommen ist. Die 4 Motoren der Lokomotiven sind in zwei Gruppen angeordnet, die durch einen elektrisch gesteuerten Umschalter parallel und in Reihe geschaltet werden können. In jeder von beiden Stellungen des Umschalters werden die einzelnen Motoren der beiden Gruppen durch die mechanische Steuerung in Reihe oder parallel geschaltet. Letztere besteht in einer Reihe von Nockenscheiben aus Stahl, die auf einer mit Glimmer umpreßten Welle befestigt sind. Die Welle wird durch einen Motor mittels Schneckengetriebe in Umdrehungen gesetzt, der durch den Fahrschalter gesteuert wird. Die Nocken sind gegeneinander versetzt. Jeder einzelne Nocken betätigt ein Schütz. Von diesen besitzen nur 2 Stück Funkenschutzkästen, da nur sie den vollen Motorstrom zu unterbrechen haben. Für jede Untergruppe ist ein Überstromausschalter vorhanden, der im Apparateraum untergebracht ist und von Hand wieder eingelegt werden muß. Diese Anordnung ist gewählt worden, um den Führer zu zwingen, den Apparateraum zu betreten, nachdem der Schalter ausgelöst hat, und ihn zu veranlassen, die Ausrüstung kurz zu überprüfen, ehe er den Schalter wieder einlegt. Diese Überprüfung, sowie der etwaige Ausbau und Ersatz von Apparaten wird durch den übersichtlichen Einbau der gesamten Apparatur im Mittelteil der Lokomotive erleichtert.

Die Maschinen wiegen 45 t. Sie sind mit 4 Motoren von je 190 PS Leistung ausgerüstet und vermögen einen Zug von 710 t Anhängelast in 1 min auf ebener Strecke vom Stillstand bis zu einer Geschwindigkeit von 24,5 km/h zu beschleunigen. Die Motoren in Straßenbahnaufhängung treiben über Stirnradgetriebe mit Schrägverzahnung (Übersetzung 15 auf 81) die Triebräder von 915 mm Dmr. an. Die Betriebspannung beträgt 600 V. Die Steuerung wird mit Strom aus der Fahrleitung betätigt. (El. Railway Journ. Bd. 65, S. 853). *Gthe.*

Bergbau und Hütte.

Die Entwicklung des elektrischen Walzwerksantriebes in Nordamerika. — Im Jahre 1920 gab es in Nordamerika 44 elektrisch angetriebene Umkehrwalzwerke und 113 weitere Walzwerke mit elektrischem Antrieb, im ganzen also 157 Motoren für Hauptantriebe. Im Jahre 1928 wurden über 1500 Hauptwalzwerksantriebe in den V. S. Amerika und Kanada gezählt.

Während des Jahres 1927 wurden 122 Hauptwalzwerksmotoren in Größe von 300 ... 7000 PS verkauft. Hiervon waren 63 Gleichstrommotoren, 40 Drehstrommotoren mit 60 Hz, 17 mit 25 und 2 mit 50 Hz. 80 dieser Motoren laufen mit Reduktionsgetrieben.

Während des vergangenen Jahres hat die American Sheet & Tin Plate Co. eines der schwersten Bandeisenwalzwerke in Tandemanordnung in Betrieb gesetzt. Die sechs Fertiggerüste werden durch unabhängige 2500 PS-Gleichstrommotoren von 600 V mit regelbarer Geschwindigkeit von 160 ... 320 U/min angetrieben. Der Strom für diese Motoren wird von drei 3000 kW-Synchron-Motorgeneratorsätzen, die parallel arbeiten, geliefert. Ein 3000 kW-Satz wird zur Inbetriebsetzung der sechs 2500 PS-Motoren mittels eines veränderlichen Spannungsreglers verwendet.

Augenblicklich befindet sich für die American Rolling Mill Co. ein Bandeisenwalzwerk im Bau, das durch



ähnliche, aber etwas stärkere Motoren angetrieben wird. Der gesamte Antrieb benötigt 21 800 PS, darunter Gleichstrom- und Drehstrommotoren. Zwei kürzlich im Cleveland-Bezirk verkaufte Walzwerke haben 11 Antriebsmotoren von 400 ... 1200 PS mit insgesamt 6050 PS Dauerleistung. Wegen der hohen Walzgeschwindigkeit und der geringen Entfernung der Walzgerüste voneinander war es nötig, besondere Konstruktionen für Motor und Kontroller zu verwenden, um das richtige Geschwindigkeitsverhältnis zwischen den Gerüsten einzuhalten, so daß ein Strecken oder Buckeln des Metallbandes vermieden wird.

Eine der größten Anlagen ist die kürzlich fertiggestellte Walzwerksanlage bei der Carnegie Steel Co. in Homestead, Pa., mit Motoren von insgesamt 71 000 PS. Der Antriebsmotor für das Blockwalzwerk ist der größte von der General Electric Co. bisher gebaute Motor mit 7000 PS dauernder Belastung bei 40 ... 80 U/min. Der Gleichstrom wird von einem Schwungrad-Motorgeneratorsatz, der aus einem 5000 PS-Induktionsmotor für 6600 V bei 275 U/min, einem 50 t-Schwungrad und zwei Generatoren für 3000 kW, 750 V, die parallel arbeiten, versorgt. Die Fertigstraßen werden von Umkehrmotoren angetrieben. Die Hauptwalzstrecke wird von einem 5000 PS-Induktionsmotor von 6600 V bei 65 ... 125 U/min, die andere Strecke von einem 1500 PS-Motor mit 65 ... 225 U/min angetrieben. Der Schwungrad-Motorgeneratorsatz, der den Strom für diese Umkehrmotoren liefert, besteht aus einem Induktionsmotor für 5000 PS, 6600 V mit 375 U/min, zwei 3000 kW-Generatoren für den Hauptmotor, einem 3000 kW-Generator für die andere Strecke und einem 50 t-Schwungrad. Eine ähnliche Anlage ist bei der Lackawanna Steel Co. der Bethlehem Steel Co. in Betrieb gekommen. (The Iron Age, 28. VI. 1928, S. 1807.) *Ill.*

Hochspannungstechnik.

Freiluft-Versuchsfeld für 1000 kV gegen Erde. — Die Bergmann-Elektricitäts-Werke, A. G., haben zur Prüfung von Transformatoren, Isolatoren u. dgl., besonders solcher für Freiluftanlagen, ein Freiluft-Versuchsfeld gebaut, das sich im ersten Halbjahr seines Bestehens auch bei ungünstiger Witterung bewährt hat. Abb. 9 zeigt eine Gesamtansicht der Anlage, für die im ganzen 550 m² zur Verfügung stehen. Der rechts hinten sichtbare dreistufige Transformatorensatz in einer Art Dessauerschaltung hat eine Gesamtleistung von 1000 kVA und erzeugt an seiner letzten Klemme 1 Mill. V gegen Erde. Die Erregung wird jeweils dem vorangehenden Transformator entnommen, daher mußten Doppeldurchführungen benutzt werden. Die Mitten der Wicklungen liegen am Kessel und Kern, die Isolationstärke wächst von dort nach dem Wicklungsende mit höherem Potential. Der Wicklungsanfang der ersten Stufe liegt an Erde. Die aus Melalith bestehenden Stützer des Unterbaues mußten hinsichtlich ihrer mechanischen Festigkeit auch dem zu erwartenden Winddruck angepaßt werden. Um eine gleichmäßige Spannungsverteilung längs der Stützersäulen zu erhalten, ist jeder Kessel mit den in gleicher Höhe mit seinem Boden liegenden Kappen und Sockeln des nächsten Unterbaues verbunden; dadurch wird diesen ein festes Potential aufgedrückt. Zur Spannungsmessung dient eine Kugelfunkenstrecke, die unter dem rechts sichtbaren Dach aufgebaut werden soll. Die das Dach tragenden Innenraumisolatoren sind provisorisch und sollen durch Freiluftstützer ersetzt werden. Die Ablesung des Kugelabstandes erfolgt an dem in der Mitte vorn sichtbaren Kasten, in dem Walzen mit Springzahlen motorisch bewegt werden. Ganz links ist der erhöhte Beobachtungstand zu sehen, in dem die Schaltung und Regelung von Transformatoren und Meßfunkenstrecke erfolgen. Die Versuche werden in der geöffnet dargestellten Halle auf dem vorn sichtbaren Plattformwagen aufgebaut. Der Wagen wird dann herausgefahren, und zwar über Seilrollen mit Hilfe des Krans, der übrigens, wenn erwünscht, auch ein Stück aus der Halle ausfahren kann. Rechts und links der Halle befinden sich Arbeits- und Maschinenräume. Von der neben dem Prüffeld liegenden Transformatorenfabrik und den Imprägnieröfen führen direkte Gleise zu dem neuen Versuchsfeld, das eine Ergänzung zu dem bereits bestehenden 500 kV-Laboratorium bilden soll, das seine Tätigkeit nunmehr auf Forschungen an Isolierstoffen und ähnliche Aufgaben beschränken wird. (Bergmann-Mitt. Bd. 6, S. 49.) *Wi.*

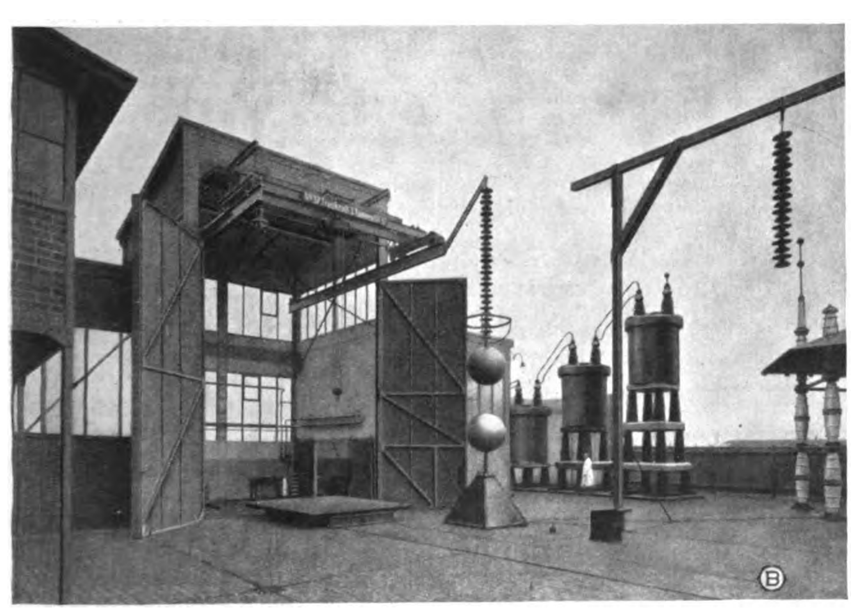


Abb. 9. Freiluft-Versuchsfeld.

Der einphasige Kurzschluß des Drehstromgenerators mit Resonanzkreis an der offenen Phase. — An der offenen Phase entstehen im einphasigen Kurzschluß Überspannungen. Besonderes Interesse hat der von A. Mandl behandelte Fall, wenn der an die nicht kurzgeschlossene Phase angeschlossene Kreis einen Resonanzkreis für eine der induzierten Harmonischen vorstellt. Der Einfluß der Sättigung wird vernachlässigt. Die Wicklungen werden widerstandsfrei angenommen. Es sind drei Fälle von Resonanz möglich:

a) Die angeschlossene Leitung bildet den Resonanzkreis für sich allein ohne Einbeziehung der Generatorinduktivität, d. h. ihre Eigenschwingungszahl stimmt überein mit einer der erzeugten Harmonischen.
b) Einbeziehung der Generator-Gesamtinduktivität.
c) Kombination von a) und b).

Jede stromdurchflossene Wicklung erzeugt mit sich selbst 100, mit der gleichachsig gelegenen Wicklung des anderen Teiles (Stator oder Rotor) 100 α Kraftflußverkettungen. α ist eine Verhältniszahl, die wenig kleiner als 1 ist. Der Zusammenhang der Größe α mit den Streuungskoeffizienten ist einfach herzustellen. Es ist

$$\alpha = \frac{1}{1+\tau_1} = \frac{1}{1+\tau_2} = \sqrt{1-\tau}\,.$$

Der Verfasser benutzt eine neue Rechenmethode, zu deren Einführung er die bekannten Fälle des einphasigen Dauer- und plötzlichen Kurzschlusses mit und ohne Querfelddämpfung untersucht. Das neue Verfahren ermöglicht, den plötzlichen Kurzschluß durch Übereinanderlagerung von 2 Dauerkurzschlüssen darzustellen, die mit passend gewählter Stromstärke im Stator und Rotor erregt werden. Die Untersuchung der oben genannten Fälle a) bis c) ergibt dann:

a) Wenn die angeschlossene Leitung für sich selbst einen Resonanzkreis bildet, so werden alle höheren Harmonischen, deren Frequenz gleich oder größer ist als die Resonanzfrequenz, an den Klemmen der offenen Phase verschwinden. Hingegen fließt ein Strom von Resonanzfrequenz ins Netz. Die der Resonanzfrequenz benachbarten Harmonischen setzen sich mit vergrößerten Werten der Spannung an der Selbstinduktion oder Kapazität des Resonanzkreises an. Der Spannungshöchstwert an den Klemmen der offenen Phase ist stets geringer als bei vollständig offenem Kreis. Mit Querfelddämpfung entsteht an der offenen Phase nur die Leerlaufspannung.

b) Die Resonanz mit Einbeziehung der Generator-Gesamtinduktivität ist dadurch charakterisiert, daß ein Strom von Resonanzfrequenz in der nichtkurzgeschlossenen Phase fließen kann, ohne daß irgendeine Spannung vom Rotor aus erregt wird. Der Summen-Scheinwiderstand „Generator + Netz" ist Null. Es ergibt sich demnach als Bedingung, daß keine solche Spannung an der offenen

Phase induziert wird. Der wichtigste Fall ist Resonanz mit der ersten Gesamtinduktivität: Der Generator ist bei Grundfrequenz an der Grenze der Selbsterregung. Es entstehen jetzt auch im Dauerkurzschluß ohne Querfelddämpfung sehr hohe Werte von Spannung und Strom im Resonanzkreis. Im plötzlichen Kurzschluß und ohne Querfelddämpfung erreicht der Höchstwert der Spannung an den Klemmen der offenen Phase für $\alpha = 0{,}7 \ldots 0{,}8$ und 0,9 das 5,8- ... 6,83- und 11,41fache der Leerlaufspannung. Die gleichen Werte für vollkommen offene oder verstimme Phase werden hiervon um 98 ... 50 und 20 % übertroffen. Mit Querfelddämpfung bleibt die Spannung unter der doppelten Leerlaufspannung.

c) die Fälle gleichzeitiger Resonanz mit der Gesamtinduktivität und mit einer anderen höheren Eigenfrequenz des angeschlossenen Kreises ergeben kleinere Überspannungen als die Fälle b).

Die Untersuchungsmethode wird auch auf den Fall ungleicher magnetischer Leitfähigkeiten (Verhältnis λ) in der Längs- und Querachse angewendet. Im plötzlichen Kurzschluß ohne Querfelddämpfung und ohne Resonanzkreis an der offenen Phase fließen für $\lambda = \frac{1}{1-\alpha}$ im Stator und Rotor keine Ströme von höherer als der zweiten Frequenz. Der Höchstwert der Spannung an der offenen Phase fällt von dem für $\lambda = 1$ geltenden Wert geradlinig bis zu $\lambda = \infty$ fast bis auf Null. Bei Untersuchung des Falles der fehlenden Gegenfelddämpfung zeigt sich, daß fehlende Gegenfelddämpfung lange nicht so gefährlich ist wie fehlende Querfelddämpfung. Die Dämpferwicklung ist deshalb in erster Linie als Querfelddämpfung auszubilden, auf die Verbindung im Polzwischenraum kommt es besonders an. Der Einbau der Dämpferwicklung vergrößert die Polschuhhöhe und damit die Polschuhstreuung und verschlechtert die Spannungskurve. Trotzdem ist die Anordnung einer richtigen, den Polzwischenraum überquerenden Querfelddämpfung als unerläßlich zu bezeichnen. (A. Mandl, Arch. El. Bd. 19, H. 4, S. 485.)

Durchbruch von Funkenstrecken. — Zwischen den versuchsmäßig ermittelten Geschwindigkeiten des Durchschlages von Funkenstrecken in Luft bei normalem Druck und den aus der Townsendschen Theorie hierfür ermittelten Werten bestehen große Unstimmigkeiten, auf die schon Rogowski[1] hingewiesen hat. Slepian sucht diese Unstimmigkeiten durch den Einfluß der thermischen Ionisation und Raumladewirkungen aufzuklären. Es läßt sich rechnungsmäßig zeigen, daß die in einem Gas auf dem Weg eines Elektrons bei der Stoßionisation auftretende Energiedichte ungeheure Werte erreicht, so daß das Gas in Nähe des Elektronenweges sehr hohe Temperaturen annimmt, die zur thermischen Ionisation und damit zu der großen Durchschlagsgeschwindigkeit bei Atmosphärendruck führen. Die durch Stoßionisation erzeugten Elektronen

$$N = \varepsilon^{\alpha x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

(α = mittlere Zahl der ionisierenden Stöße auf 1 cm Weglänge, x = Weg in Feldrichtung)

sind mit gleichförmiger Geschwindigkeit in Richtung des elektrischen Feldes sich bewegend anzunehmen, wobei dieser gleichförmigen Bewegung eine radiale Diffusion überlagert ist, was bei Berechnung des Temperaturanstieges berücksichtigt werden muß. Der Radius der Elektronensäule berechnet sich dann aus den von Townsend[2] und Rogowski[3] gegebenen Grundlagen aus:

$$R^2 = 8{,}18 \cdot 10^5 \cdot X^{-1/2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Die mittlere Elektronendichte $N/\pi R^2$, bezogen auf den ganzen Querschnitt des Weges, ist inmitten dieses Querschnittes als größer, und zwar zu:

$$n = \frac{3}{2} \frac{N}{R^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

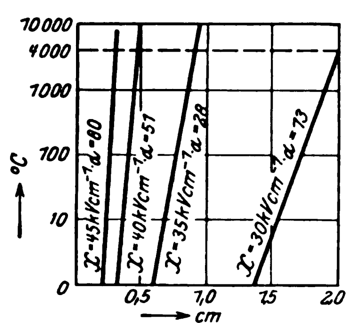
anzunehmen. Werden die Elektronen durch das elektrische Feld X auf 1 cm hindurchgezogen, so erzeugen sie eine Wärmemenge $n e X$, wobei e die Elektronenladung bedeutet. Nach der kinetischen Theorie berechnet sich der Wärmeinhalt eines cm³ Luft bei der absoluten Temperatur T zu $1{,}20 \cdot 10^{-3} J$, so daß sich ergibt:

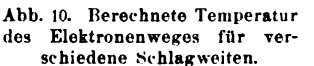
$$n e X = 1{,}20 \cdot 10^{-3}; \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

für e setzt Slepian $1{,}59 \cdot 10^{-19}\, C$ ein, womit sich unter Berücksichtigung der Gleichungen (1), (2) und (3) aus Gl. (4) für die Temperatur längs des Weges eines ionisierenden Elektrons ergibt:

$$T = 7{,}72 \cdot 10^{-15} \cdot X^{1/2}\, \varepsilon^{\alpha x}. \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

Abb. 10 zeigt den Temperaturanstieg für verschiedene Feldstärken in Abhängigkeit von der Schlagweite. Die hieraus für eine Temperatur von 4000° für verschiedene Feldstärken zu errechnenden Schlagweiten zwischen ebenen Elektroden stimmen mit den nach Schumann[4] versuchsmäßig ermittelten nur in der Größenordnung überein und sind gegenüber diesen Werten zu groß. Slepian nimmt an, daß diese Unstimmigkeit auf Raumladungen bei der Ionisation zurückzuführen ist. Diese Raumladungen erhöhen die auf die weiter fortgeschrittenen Elektronen wirkende Feldstärke und vermindern die auf die zurückgebliebenen wirkende. Zur Berechnung der Raumladewirkung wird die geringe Beweglichkeit der positiven Ionen gegenüber den Elektronen vernachlässigt. Die Zahl der positiven Ionen $\mathrm{d}N_+$, die erzeugt werden, wenn sich die Elektronen um $\mathrm{d}x$ fortbewegt haben, ist




Abb. 10. Berechnete Temperatur des Elektronenweges für verschiedene Schlagweiten.

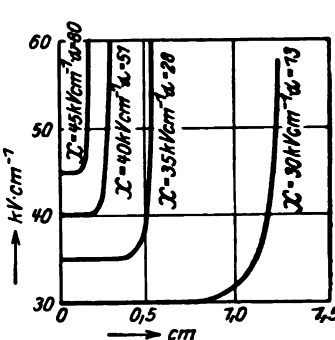


Abb. 11. Feldstärken am Kopf der Ionisationssäule.

$$\mathrm{d}N_x = N \alpha\, \mathrm{d}x \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Die mittlere x-Koordinate der positiven Ionen wird damit

$$\bar{x} = \frac{1}{N}\int_0^N x\, \mathrm{d}N_+ = \frac{1}{N}\int_0^x \alpha x N\, \mathrm{d}x. \quad \ldots \quad (7)$$

Wird $N = \varepsilon^{\alpha x}$ eingesetzt und die Integration durchgeführt, so folgt

$$\Delta x = x - \bar{x} = \frac{1}{\alpha}\left(1 - \varepsilon^{-\alpha x}\right). \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

Das von den Elektronen im Punkte $x + R$ erzeugte Feld ist $\frac{Ne}{R^2}$ el. stat. Einh. und das von den positiven Ionen herrührende $\frac{Ne}{(R+\Delta x)^2}$. Damit ergibt sich für die Erhöhung der Feldstärke am Kopf der Ionisationsäule infolge der Ramladung:

$$\Delta X = \frac{Ne}{(R+\Delta x)^2} = \varepsilon^{\alpha x} e \left\{\frac{1}{R^2} - \frac{1}{(R+\Delta x)^2}\right\}. \quad (9)$$

R folgt aus Gl. (2), Δx aus Gl. (8). Abb. 11 zeigt die Feldstärke am Kopf der Ionisationsäule für eine Anzahl Ursprungsfeldstärken. α nimmt mit der Feldstärke X außerordentlich rasch zu, so daß dieser Zuwachs für die Elektronen im stärkeren Feld die Abnahme im schwächeren Feld bei weitem überwiegt und eine Steigerung des Mittelwertes von α bedingt. Hierdurch wird nun die thermische Ionisation in dem Punkt eingeleitet, wo gemäß Abb. 2 die Feldstärke der Raumladung rasch umbiegt. Unter der Annahme, daß die thermische Ionisation in den Knickpunkten der Schaulinien einsetzt, ergeben sich die in der Zahlentafel 1 aufgeführten Schlagweiten, die den Schumannschen Werten recht gut angenähert sind. Eine weitere, die Vergrößerung des von den Elektronen erfüllten Raumes infolge des Raumladungsfeldes berücksichtigende Korrektion würde die angenäherte Übereinstimmung der berechneten mit der versuchsmäßigen Schlagweite in der Zahlentafel für die Feldstärke von 30 kV/cm noch verbessern.

Der Mechanismus des Durchbruchs ist nunmehr im einzelnen zu übersehen. Nach Zurücklegen einer gemäß

[1] Arch. El. Bd. 16, S. 496.
[2] Townsend, Electricity in Gases, Oxford 1915, S. 88.
[3] Arch. El. Bd. 16, S. 501.
[4] Schumann, Elektrische Durchbruchfeldstärke von Gasen, S. 25 Verlag Julius Springer, Berlin 1923.



Zahlentafel 1.

Kritische Feldstärke kV/cm	Funkenlänge aus Abb. 11 in cm	Funkenlänge nach Schumann in cm
30	1,1	1,9
35	0,45	0,47
40	0,20	0,19
45	0,13	0,09

der Zahlentafel 1 gegebenen Wegstrecke tritt die thermische Ionisation ein. Von diesem Augenblick läßt der die Funkenstrecke durcheilende Elektronenschwarm einen Schwanz weniger beweglicher Ionen und freier Elektronen hinter sich, der als stark leitend zu betrachten ist. Während des Wachstums des ionisierten Schweifes ist dieser als stielförmiger Leiter im elektrostatischen Feld anzusehen, wobei die Feldstärke an seinen Enden sehr viel größer als seine mittlere Feldstärke ist. Die positiven Ionen bewegen sich am kathodischen Ende des thermisch ionisierten Schwanzes in einem verstärkten Feld, werden dadurch beschleunigt und ionisieren ebenfalls thermisch, so daß der Schwanz nach der Kathode zu wächst. Die seitlich des ionisierten Schwanzes fließenden Ladeströme tragen weiter dazu bei, die thermische Ionisation während ihres Wachstums aufrechtzuerhalten. Erstreckt sich der ionisierte Schwanz von Kathode zu Anode, so ist der Funkenüberschlag vollendet. Die entwickelte Theorie ergibt auch für den Durchschlag viel kürzere Zeiten als die klassische von Townsend. Slepian hat die Berechnung der Durchschlagszeit für einige Fälle einer 2 cm-Funkenstrecke durchgeführt und gelangt zur Näherungsgleichung

$$t = \frac{4{,}46 \cdot 10^{-4}}{X^{1/2}} \int_{y_0}^{2} \frac{dy}{(20\,y+1)^{1/2}} = \frac{4{,}46 \cdot 10^{-4}}{X^{1/2}} \left\{ 0{,}64 + 0{,}1\,(20\,y_0+1)^{1/2} \right\}, \qquad (10)$$

worin X die mittlere Feldstärke, y bzw. y_0 den Abstand des Kopfes der Ionisierungsäule von der Anode bedeuten. Die Gleichung ergibt sich aus der Geschwindigkeit des positiven Ions vom Molekulargewicht 28 und der Feldstärke am kathodischen Schwanzende der Ionisierungsäule, dessen Krümmungsradius zu 0,05 cm angenommen wird. Die Feldstärke an diesem Punkt kann dann gleich der Dichte gesetzt werden, die an der Oberfläche einer leitenden Kugel von 1 mm Dmr. bestehen würde und die mit der Anode durch einen Draht verbunden zu denken ist. Für $X = 30\,000$, $y_0 = 0{,}1$ folgt aus Gl. (10): $t = 4{,}2 \cdot 10^{-8}$ s. Bei einer Feldstärke von 35 kV/cm beginnt die thermische Ionisation an der 2 cm-Funkenstrecke nach der Zahlentafel 1 im Abstande 0,45 cm von der Kathode bzw. 1,55 cm von der Anode. Mit $y_0 = 1{,}55$ und $X = 35\,000$ ergibt sich $t = 7{,}4 \cdot 10^{-7}$ s und für 40 und 45 kV/cm mit $y_0 = 1{,}80$ bzw. 1,87 entsprechend $t = 2{,}6 \cdot 10^{-7}$ s bzw. $1{,}7 \cdot 10^{-7}$ s. Die so erhaltenen Durchschlagzeiten stimmen der Größenordnung nach recht gut mit den Versuchswerten überein, und die rasche Zunahme der Durchschlagsgeschwindigkeit bei mäßigem Anwachsen der Spannung kommt ebenfalls sehr befriedigend zum Ausdruck. (J. Slepian, El. World Bd. 91, S. 761.) *O. N.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Die elektrische Festigkeit von festen und flüssigen Dielektriken. — Ein von W. A. Del Mar, W. F. Davidson und R. H. Marvin im Auszug veröffentlichter Bericht stellt eine Literaturübersicht über das im Titel genannte Gebiet dar und bietet vorzugsweise durch sein sehr umfangreiches, 80 Arbeiten aufzählendes Literaturverzeichnis Interesse. Darin sind auch die zahlreichen Aufsätze deutscher Forscher vollzählig, wie es dem Referenten erscheint, aufgeführt. Die Grundzüge der wesentlichsten Theorien über das Verhalten fester, flüssiger und geschichteter Dielektriken bei kurzfristiger bzw. langandauernder Beanspruchung mit Gleich- bzw. Wechselspannung sind in historischer Betrachtungsweise übersichtlich, jedoch sehr knapp wiedergegeben und zudem aus den Originalarbeiten als bekannt vorauszusetzen, so daß ein näheres Eingehen nicht angebracht erscheint. Die Verfasser bezeichnen es selbst als Hauptzweck ihrer Arbeit, durch diese Zusammenstellung Ausgangspunkte und Anregung für weitere Sonderforschungen auf einem ungemein verwickelten und umfangreichen Gebiet zu schaffen. (W. A. Del Mar, W. F. Davidson u. R. H. Marvin, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1002.) *Eg.*

Erzeugung starker Magnetfelder. — In der ETZ 1927, S. 1237 berichteten wir über ein Verfahren von T. F. Wall zur Erzeugung sehr starker magnetischer Felder, bei dem der Entladungstoß einer Kondensatorenbatterie benutzt wurde. Nach einer anderen Methode, die erheblich größere Energiemengen verwendet, arbeitet P. Kapitza an dem gleichen Problem in einem eigens hierfür in Cambridge errichteten Laboratorium. Er beabsichtigt, Felder in der Größenordnung von 1 Mill. Gauß zu erzeugen, die während etwa 1/100 s bestehen. Als Quelle der erheblichen Energie, die hierzu nötig ist (etwa 500 kWs), dient die kinetische Energie eines Einphasengenerators besonderer Konstruktion, der für die Dauer einer Halbperiode über die Feldspule, in der das starke Feld entstehen soll, kurzgeschlossen wird. Der Generator wurde als Turbogenerator mit besonders versteifter Wicklung und einem GD^2 von 59,6 kgm^2 bei einem Rotorgewicht von 2,5 t ausgeführt; seine Drehzahl beträgt bis zu 3500 U/min. Die kinetische Energie dieses Rotors von 4000 kWs vermag die verlangte Kurzschlußleistung ohne weiteres herzugeben. Um einen Strom zu erhalten, der innerhalb der Halbwelle während längerer Zeit konstant ist, als dies bei einer Sinuswelle der Fall ist, wurde die Wicklung so ausgeführt, daß die Stromkurve ein flaches Maximum aufweist. Im Prüffeld ergab sich bei beliebiger Phasenlage der Einschaltung ein Kurzschlußstrom von 72 000 A_{max} bei 2250 V. Eine Rechnung zeigt, daß bei dem erwünschten Einsetzen des Kurzschlusses im Nullmoment der Spannung zur Erzeugung der hohen Feldstärken in der Feldspule etwa 55 000 kW zur Verfügung stehen.

Der schwierigste Teil der Aufgabe ist einmal die Abstützung der Feldspule und weiterhin die Konstruktion eines Synchronschalters, der genau im Nullmoment der Spannung einschaltet und den Kurzschluß im Nullmoment des Stromes ohne Bogenbildung zu unterbrechen vermag. Diese Aufgabe ist vom Verfasser in nicht näher geschilderter Weise gelöst worden unter Verwendung außerordentlich hoher Kontaktbeschleunigung und sehr großer Schaltkräfte. Im Augenblick der Unterbrechung wird ein Kondensator von 50 μF in den Stromkreis geschaltet. Gleichzeitig mit dem Schalter wird ein Oszillograph zur Aufzeichnung der Stromkurve in Tätigkeit gesetzt. Für die Feldspule wurde durch Rechnung eine günstigste Form ermittelt, bei der die dynamischen Wirkungen des Kurzschlußstromes am ehesten zu beherrschen sind. Die Spule wurde aus vier Windungen einer Kupfer-Kadmium-Legierung mit etwa 1 cm innerem Dmr. hergestellt und außen mit Stahlbändern umgeben. Da trotz aller Vorsichtsmaßregeln noch unüberwindbare radiale Kräfte auftraten, die zur Zerstörung der Spule durch Windungsbruch am inneren, festgelegten Ende der Wicklung führten, wurde dieser Anschluß an die Zuleitung gleitend ausgeführt, eine angesichts der Stromstärke von rd. 30 000 A nicht leichte Aufgabe, die aber ebenfalls gelöst wurde. Die Messung der Feldstärken erfolgte unter Anwendung besonderer Schaltvorrichtungen durch Probespule und ballistisches Galvanometer. Sämtliche Schaltvorrichtungen wurden vereinigt und gemeinsam mit selbsttätigem Ablauf der Einzelvorgänge betätigt. Die größte bisher erreichte Feldstärke, bei der aber die Maschine bei weitem noch nicht voll ausgenutzt wurde, betrug 320 000 Gauß in einem Raum von 2 cm^3. Bei Verkleinerung der Feldspule und Vollausnutzung der Maschine können vermutlich 900 000 Gauß erzielt werden. Die bisherigen Untersuchungen betrafen die Widerstandsänderungen von Wismut im Magnetfeld und bei verschiedenen Temperaturen (Naturwissensch. Bd. 16, S. 44; nach P. Kapitza, Proc. Roy. Soc. London Bd. 115, Serie A, S. 658.) *nkl.*

Verschiedenes.

Jubiläum. — Am 29. VI. konnte die Elektra A. G., Dresden, ihr 30jähriges Jubiläum begehen. Aus der Elektrizitäts-A. G. vormals Schuckert & Co., Nürnberg, hervorgegangen, hat sie sich im Laufe ihres Wirkens einen erheblichen Einfluß auf die Elektrizitätsversorgung Sachsens und seiner Nachbarländer zu verschaffen gewußt. Nach dem Übergang ihrer Aktienmehrheit an den sächsischen Staat im Jahr 1918 war sie bestrebt, in engster Fühlung mit diesem bzw. seit 1923 mit der A. G. Sächsische Werke zu arbeiten.

Jubiläumstagung des Vereins Beratender Ingenieure e. V. — Die diesjährige Tagung des VBI fand vom 30. VI. bis 2. VII. in Wiesbaden statt. Nachdem man am 1. VII. eine Entschließung gefaßt hatte, in welcher die Reichsregierung gebeten wurde, die Verhandlungen zur Gründung einer Reichskammer der freien technischen Beruf-

fortzusetzen, wurde die Vortragsversammlung am 2. VII. durch den Vorsitzenden, Herrn Th. Speckbötel, eröffnet, wobei letzterer einen kurzen Überblick über die vergangenen 25 VBI-Jahre gab. Regierungsbaumeister a. D. Delkeskamp hielt dann einen Vortrag über die Aufgaben des beratenden Ingenieurs in der Wasserwirtschaft. Er schilderte die Durchführung der ausgedehnten Kläranlage München, der größten derartigen Anlage Europas, und wies darauf hin, daß das Gelingen des großen und wirtschaftlich bedeutungsvollen Bauwerks der verständigen Zusammenarbeit der Bauverwaltung mit dem beratenden Ingenieur und der ausführenden Unternehmerfirma zu danken sei. Besondere Schwierigkeit bot das Ineinandergreifen der verschiedenen technischen Aufgaben, die grundsätzlich voneinander abweichenden Fachgebieten der Technik angehören, aber im Gesamtbauwerk, zu dessen voller Wirksamkeit vereinigt, sachgemäß gelöst wurden. Regierungsbaumeister a. D. Gödecke führte in seinem Vortrag über Abschreibungen aus, daß auch die Zinsen des Aufwandes für die Beschaffung des abzuschreibenden Gegenstandes beachtet werden müssen, wenn es auch falsch sei, ohne weiteres für jede Maschine die Abschreibungen nach einer sich aus der Zinseszinsrechnung ergebenden Formel zu bestimmen. Vielmehr bleibe in vielen Fällen infolge des Steigens der Ausbesserungen mit den Jahren und des Sinkens der Leistung nach Menge und Güte, die einfache Abschreibung in gleich hohen Jahresbeträgen die richtige. Nur bei langlebigen Gegenständen, wie bei Häusern, wirken die Zinsen, besonders bei den heutigen hohen Zinssätzen, so stark ein, daß eine besondere Abschreibungsart angewandt werden müsse. Über Grundsätze zeitgemäßer Lüftung sprach Dipl.-Ing. Hirsch. Er führte aus, daß bei der Belüftung von Aufenthaltsräumen die Luft vorher durch Reinigung, Kühlung oder Erwärmung, Trocknung oder Befeuchtung so aufbereitet werden müsse, daß das „Raumwetter" Behaglichkeitsverhältnisse schaffe. Eine neuzeitliche Lüftungsanlage müsse selbsttätig, geräuschlos und billig arbeiten. Der Redner bemängelte dann, daß die Ausführung von Lüftungsanlagen nicht vom berufenen Fachmann allein, sondern von Kreisen maßgebend beeinflußt wird, denen wohl die Stellung der Aufgabe, nicht aber ihre Lösung zukäme. *of*

Auszug aus dem Geschäftsbericht 1927 des Württembergischen Revisions-Vereins. — Der Bericht stellt fest, daß in erheblichem Maße die in den Kriegs- und Nachkriegsjahren ausgebauten Schrägrostfeuerungen wieder ihrer Bedeutung für rauchschwache und wirtschaftliche Verbrennung entsprechend anstatt der Planrostfeuerungen in die Kessel eingebaut werden; insbesondere zeigt sich, daß die Schrägrostfeuerungen bei Siederkesseln, wenn sie auch keine derartigen Leistungssteigerungen zulassen wie Planroste, eine bessere Verbrennung und vergleichsweise höhere Wärmeerzeugung ermöglichen. Es wird daher empfohlen, an allen Siederkesseln, an denen noch Unterwind-Planrostfeuerungen eingebaut sind, diese allmählich durch die bewährte Schrägrostfeuerung zu ersetzen. Die Heizer müßten allerdings auf die vielfach ungewohnten Schrägrostfeuerungen neu eingelernt werden. Bei richtiger Bedienung und geeigneter Kohle stelle übrigens der Schrägrost geringere Ansprüche an die körperliche Leistungsfähigkeit des Heizers als ein gleich großer Planrost.

Bei allen untersuchten Fällen von Gasexplosionen hat die unmittelbare Verbindung des höchsten Teiles der Feuerzüge mit dem Schornstein gefehlt, ferner haben besondere Umstände die Zugwirkung des Kamins behindert, so daß dem Brennstoff durch den Rost zunächst ungenügende Luft zugeführt wurde, also eine unvollkommene Verbrennung eintrat; es werden dann Maßnahmen zur Vermeidung von Gasexplosionen gegeben. Bezüglich der Kraftmaschinen wird bemerkt, daß die Kolbendampfmaschine auch bei den höheren Dampfspannungen mit 25 atü in der Krafterzeugung bei kleinen und mittleren Leistungen der Dampfturbine in bezug auf den Dampfverbrauch noch überlegen ist. Kleinere Dampfturbinen könnten also nur dort empfohlen werden, wo aus großen Heizdampfmengen kleiner Arbeitsgewinn erzielt werden soll, oder wo vollständig ölfreier Abdampf verlangt werden muß. Bei der Beschaffung von Maschinen und Einrichtungen, die Heizdampf benötigen, sei stets zu prüfen, mit welchem niedrigsten Dampfdruck dieselben betrieben werden können. In der Mehrzahl der Fälle werden Temperaturen verlangt, die mit Niederdruckdampf erzielt werden können, wenn die Heizkörper und Rohranschlüsse hierfür nur richtig ausgeführt werden, obwohl vielfach behauptet wird, daß nur mit höher gespanntem Dampf die gewünschte Wirkung zu erreichen ist. Es werden dann Hinweise auf häufig vorkommende Mängel in elektrischen Anlagen sowie Mittel zu deren Behebung und Vermeidung gegeben. Die an Kaplanturbinen angestellten Versuche bestätigen die Ergebnisse, infolge deren diese Turbinenart in ständigem Maße Verwendung findet. Die hohe Schnellläufigkeit der Kaplanturbine hat die Möglichkeiten einer unmittelbaren Kuppelung von Turbine und Stromerzeuger sehr erweitert; anderseits weist diese Turbinenart sehr hohe Wirkungsgrade innerhalb eines großen Beaufschlagungsbereiches auf, so daß bei kleinen Beaufschlagungen noch gute Wirkungsgrade zu erzielen seien; es wurden bis zu ¼ Beaufschlagung herunter noch Wirkungsgrade gemessen, die noch nicht 8 % unterhalb des Maximalwirkungsgrades lagen. *Ka.*

Auszug aus dem Jahresbericht 1927 des Bayerischen Revisionsvereins. — Im Bericht über das Geschäftsjahr 1927 des Bayerischen Revisionsvereins führte der Direktor u. a. aus, daß es beim Übergang von den bisherigen Dampfspannungen auf solche von 35 ... 40 atü und darüber hinaus nicht angängig sei, die bestehenden Kesselbauarten einfach durch Vergrößerung der Wandstärken zu übernehmen. Im Falle des Mannheimer Elektrizitätswerkes hätte man allerdings für eine Dampfspannung von 100 atü Steilrohrkessel der bisherigen Bauart trotz der wesentlich höheren Kosten ausführen lassen, weil sich die Bewährung der für Höchstdruckanlagen vorgeschlagenen Sonderbauarten im praktischen Betriebe noch nicht übersehen ließe. Grundsätzlich sei festzustellen, daß man bei sehr hohen Dampfspannungen Kesseltrommeln wegen ihrer hohen Kosten entweder ganz zu vermeiden, oder sie doch tunlichst klein zu bemessen versuche. Soweit überhaupt noch Kesseltrommeln zur Verwendung gelangen, entziehe man sie der Berührung mit Heizgasen. Die Betriebsicherheit von Dampferzeugern, die nur aus Rohren und Rohrsammelstücken zusammengesetzt sind, sei auch bei hohen Dampfspannungen verhältnismäßig hoch, wenn einwandfreie Baustoffe sachgemäß verarbeitet werden. Die außerhalb des Dampferzeugers verwendeten Trommeln seien insofern günstig beansprucht als sie nur den Temperaturen des Dampfes ausgesetzt sind. Die Zahl der in landwirtschaftlichen Betrieben verwendeten Kessel nehme zwar langsam aber doch ständig ab, was auf den fortschreitenden Ausbau der Stromversorgung und auf die Zunahme der fahrbaren Rohöl- und Schwerölmotoren zurückzuführen sei.

Wenn in neuerer Zeit hier und dort empfohlen wird, die bestehenden Dampfheizungseinrichtungen durch solche für Heißwasserbetrieb umbauen zu lassen, so müsse betont werden, daß die Sachlage von Fall zu Fall zu untersuchen sei. In Heizkesselanlagen, die mit Koks beheizt werden, hätten sich mitunter Schwierigkeiten dadurch ergeben, daß die Schlacke auf den Rosten zu schmelzen begann, wodurch die Roste verlegt wurden. Ein Abschlacken war wegen der entstandenen breiigen Masse nicht mehr möglich, so daß die erforderliche Wärmeleistung unterbunden wurde. Man nimmt an, daß man hier die Kessel stark überlastet hat, ohne auf rechtzeitiges Abschlacken und Auflockern des Brennstoffes sein Augenmerk zu richten. Die Verbrennungstemperatur ist dann weit über den Schmelzpunkt der Schlacke gestiegen, wodurch die unangenehmen Begleitumstände (Fließen des Kokes und der Schlacke) hervorgerufen wurden. Das auffällige Schlacken der Brennstoffe trete übrigens auch dann ein, wenn die Asche geringen oder mittleren Kieselsäuregehalt bei hohem Eisenoxyd- und Kalkgehalt aufweist.

Die fortschreitende Rationalisierung nage an dem Bestand der mittleren Werke, die mehr und mehr zugunsten der einheitlichen Versorgung mit elektrischer Energie stillgelegt oder in Umformer- und Unterwerke der großen Landeskraftwerke verwandelt werden. Für den Anschluß einer bestehenden Gleichstromversorgung an ein Überlandnetz hätten sich Quecksilberdampfgleichrichter gut bewährt. Der Befund der vom Verein nachgesehenen ländlichen elektrischen Anlagen sei in der Mehrzahl der Fälle erschreckend gewesen; schlechte Baustoffe und schlechte Montagen aus der Kriegszeit hätten sich häufig mit einer an Verwahrlosung grenzenden Außerachtlassung der Instandsetzungspflicht vereinigt. Als Folge davon sei eine Zunahme der elektrisch gezündeten Brände zu verzeichnen. In 31 % der untersuchten Fälle wurde mit Sicherheit elektrische Zündung gefunden. Bei 27 % bestand dafür zwar große Wahrscheinlichkeit, ohne daß der schlüssige Beweis zu führen war. Bei weiteren 11 % wurde überhaupt kein Anhalt für die Brandursache gefunden und bei den restlichen 31 % war die Elektrizität sicher nicht am Brandausbruch beteiligt.

Der Verein verspricht sich einen guten Erfolg von einer planmäßigen Aufklärung der ländlichen Bevölkerung über die Gefahrlosigkeit der vorschriftsmäßig eingerichteten und instandgehaltenen elektrischen Anlagen und über die großeGefahr bei schlechten, verwahrlosten und ungepflegten Anlagen. Von den zur Untersuchung gekommenen Unfällen an elektrischen Anlagen sind 75 % mit Todesfolge verlaufen, bei 50 % wurde fremdes Verschulden festgestellt. Besonders gefährlich seien die vorschriftswidrigen und behelfsmäßigen beweglichen Beleuchtungseinrichtungen. (Z. Bayr. Revisions-V. Bd. 32, S. 88.) *Ka.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Internationaler Kongreß der Schaufensterdekorateure. — Anläßlich der Ausstellung „Schaufensterschau" im Grassi-Museum, Leipzig, findet vom 19. bis 21. X. 1928 in Leipzig der internationale Kongreß der Schaufensterdekorateure statt. Näheres ist beim Sekretariat des Kongreßausschusses Berlin, Friedrichstraße 207, zu erfahren.

Energiewirtschaft.

Der Bericht der englischen Elektrizitätskommissare für das Jahr 1926/27[*1]. — Der 7. Jahresbericht der Elektrizitätskommissare für das am 31. III. 1927 abgeschlossene Geschäftsjahr zeigt, daß (einschl. des Central Electricity Board, jedoch ausschl. zweier Gesellschaften, die sowohl in England als auch in Schottland Werke haben) sich die Zahl der Einzelunternehmungen am Jahresende auf 623 belief, ein Nettozuwachs von 30 gegenüber dem Vorjahr. Aus den monatlich den Kommissaren eingereichten Berichten ergibt sich eine gesamte Jahreserzeugung von 8,4 Milliarden kWh mit einem Brennstoffverbrauch von 8,5 Mill. t Kohle, 0,2 Mill. t Koks und 145 911 t Öl. In diesen Ziffern kommen die unheilvollen Auswirkungen des Kohlenstreiks (1926) zum Ausdruck. Obwohl eine Erhöhung der Erzeugung um nicht ganz 3 % zu verzeichnen war, blieb die Steigerung weit hinter den Zahlen der Vorjahre zurück. Nicht einflußlos war ferner die geringere Qualität eines großen Teils der zur Verfügung stehenden Kohlenmengen, welche den Brennstoffverbrauch je Kilowattstunde gegenüber 1925/26 um durchschnittlich 3 % erhöhte. Der Kohlenstreik brachte außerdem eine größere Anwendung der Ölfeuerung mit sich, so daß der Ölverbrauch der Elektrizitätswerke von 38 810 t im Jahre 1925/26 auf den oben genannten Betrag emporschnellte. Alles in allem läßt sich jedoch feststellen, daß trotz der äußerst schwierigen industriellen Verhältnisse im Berichtsjahre die Stromerzeugung seit 1921 um 61,9 % zugenommen hat.

Die Zahl der Kraftwerke verringerte sich gegenüber dem Vorjahre um 14, was mit der Stillegung von 26 und der Inbetriebnahme von 12 Zentralen begründet wird. Der Stromerzeugung nach gruppierten sich die 570 Kraftwerke in folgender Weise:

Werke mit einer Stromerzeugung von je	Zahl	% der Gesamtzahl	% der Gesamterzeugung
bis 1 Mill. kWh	252	44,3	} 8,6
1 „ 10 „ „	166	29,1	
über 10 „ „	152	26,6	91,4
	570	100	100

Verkauft wurden im ganzen 5,7 Milliarden kWh, d. s. 57 % mehr als im Jahre 1922 und je Kopf der Bevölkerung von den öffentlichen Elektrizitätswerken (also unter Ausschluß der industriellen Eigenanlagen und der Bahnkraftwerke) 130 kWh (125 i. V.).

Es ist interessant, aus dem Bericht zu erfahren, daß die Ankündigung der Regierungspolitik bezüglich der Zentralisation der Erzeugung und die Einführung des Elektrizitätsgesetzes vom März 1926 die Einreichung von Gesuchen zum Bau neuer Kraftwerke und zur Erweiterung bestehender in keiner Weise verlangsamt hat. Die Zahl der Bewerbungen war vielmehr im abgelaufenen Jahre noch höher als in den vorhergehenden. Insgesamt wurden 19 Baubewilligungen für eine Gesamtleistung von 775 604 kW (585 700 i. V.) erteilt. Davon entfielen auf Neuinstallierungen 236 100 kW und auf Erweiterungen bestehender Kraftwerke 539 504 kW. Geht man die letzten 7 Jahre durch, so ergibt sich, daß von den insgesamt genehmigten 3,6 Mill. kW nur 19,7 % oder 0,7 Mill. kW auf neue Stationen entfielen; 80,3 %, d. h. 2,9 Mill. kW, dienten zur Erweiterung und Erneuerung bereits bestehender Zentralen. Im ganzen waren daran beteiligt: die Gemeindekraftwerke mit 61,2 %, Privatgesellschaften mit 31,4 %, elektrische Bahnen und nicht gesetzliche Unternehmungen mit 7,4 %.

Während der letzten Jahre haben sich die Gesuche für die Errichtung von Hauptübertragungsleitungen, und zwar sowohl für Freileitungen als auch für Kabel, ständig gesteigert. Auch war eine Zunahme der Vorschläge zu verzeichnen, die eine Verkuppelung mehrerer Kraftwerke, Verbindung von Erzeuger- und Verteilerstationen, Bildung von Ringleitungen usw. bezweckten. Im ganzen wurde im Hinblick auf das Gesetz von 1919 67 Gesuchen stattgegeben (42 i. V.), wovon allein 23 auf 33 kV-Leitungen entfielen. Zu Beginn des Berichtsjahres lagen schon 88 derartige Gesuche bei den Elektrizitätskommissaren vor. Innerhalb des Jahres kamen 85 weitere hinzu, wovon sich 52 mit der Errichtung neuer Verteilungsunternehmen, 30 mit der Erweiterung bestehender Netze befaßten. Wie bereits in früheren Jahren war bei vielen der Gesuche die große Ausdehnung der geplanten Versorgungsgebiete beachtenswert. Außerdem entstand eine beachtliche Konkurrenz: denn nicht weniger als 29 der während des letzten Jahres eingereichten Anträge traten in Wettbewerb mit gleichzeitig oder früher eingereichten Projekten, u. zw. sowohl für ganze Versorgungsgebiete als auch für Teile solcher.

Zu Anfang des Berichtsjahres bestanden 189 Anleihegesuche. Hierzu kamen bis zum Jahresende weitere 635, unter denen sich auch die des London and Home Counties Joint Electricity Authority und des West Midlands Joint Electricity Joint Authority befanden. Genehmigungen wurden für Anleihen mit einer Gesamtsumme von 15,4 Mill. £ erteilt, was einer Vermehrung um 60 % gegenüber der vorjährigen Zahl entspricht und eine bisher noch nicht erreichte Höhe darstellt. Während der letzten 7 Jahre wurden insgesamt 84,7 Mill. £ gutgeheißen, davon 45 % für die Ausrüstung der Krafterzeugungsanlagen und etwa 37 % für Übertragungs- und Verteilungsanlagen. Der Rest diente anderen Zwecken. Den größten Teilbetrag erhielt die Birmingham Corporation in Höhe von 2,2 Mill. £, welche hauptsächlich den Anlagen des neuen Kraftwerkes bei Hams Hall zugute kamen; Beträge von je über 0,5 Mill. £ erhielten Edinburgh, Leeds und Manchester. Auch die Frage der Rückzahlung der Anleihen wurde im vergangenen Jahre von den Kommissaren beraten. Während die Frist bisher maximal 15 Jahre ausmachte, erschien es in vielen Fällen angebracht, nicht über 10 Jahre hinauszugehen und teilweise sogar noch weitere Verkürzungen der Tilgungszeiten eintreten zu lassen. *Dehne.*

[*1] Nach The Electrician Bd. 99 1927, S. 777. Vgl. ETZ 1927, S. 659.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Kommission für Installationsmaterial.

Gegen den in der ETZ 1928, S. 849, veröffentlichten Entwurf der

„Leitsätze für Fassungen an Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen)"

sind keine Einsprüche eingegangen.

Der Vorstand hat den Entwurf genehmigt. Die Leitsätze treten also am 1. Juli 1929 als endgültige VDE-Arbeit in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.



EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle. Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr 13 302.

Außerordentliche Sitzung

am 3. April 1928 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Besprechung des Vortrags*

des Herrn Dr.-Ing. Georg J. Meyer über:

„Feuer-, Schaltfeuer- und Glutsicherheit der Isolierstoffe"

Vorsitz: Herr Obering. Trettin.

Herr **Grünwald:** Ich möchte Herrn Dr. MEYER bitten, nicht ganz die Ansprüche der Praxis unberücksichtigt zu lassen. Er hat darauf hingewiesen, daß man von Isolierteilen an Installationsmaterialien, die als Träger spannungführender Teile Verwendung finden sollen, eine doppelte Sicherheit fordern solle; er setzte dabei voraus, daß infolge schlechter Kontaktkühlung eine Funkenstelle an irgendeinem Metallteil, der von Insolierstoff gehalten wird, so stark erwärmt wird, daß eine Glutsicherheit dieses Isolierstoffs erforderlich wird. Nun zeigt aber die Praxis — und ich hatte gerade noch in der letzten Woche Gelegenheit, mich bei Elektrizitätswerken zu erkundigen —, was eigentlich in den Anlagen geschieht. Die Elektrizitätswerke klagen z. B. über den Brand von Scheunen. Als Beweisstücke für die Ursache dieser Brände wurden Ausschnitte aus den Leitungen vorgelegt, und zwar in Panzerrohr und in Isolierrohr, in denen die Drähte infolge eines schleichenden Stromübergangs vollständig zusammenschmolzen, auch das Peschel- und Isolierrohr verschmorte. Nur die Verrottung der Leiterisolation führte allmählich zum Brande der Scheunen. Soviel ich feststellen konnte, ist bisher an keiner Stelle ermittelt worden, daß ein Installationsmaterial infolge eines schlechten Kontakts zu einem Brande geführt habe. Wir wissen allerdings aus der ersten Zeit nach dem Kriege, in der man noch minderwertige Isoliermaterialien, z. B. für Stecker, benutzte, daß die Steckerkontakte sehr häufig lose gewesen sind, und daß infolge der eigenartigen Konstruktion — die Drähte wurden mittels Schraubengewinde an den Stiften auf dem Hartgummi festgeklemmt — Fehler entstanden, die aber einen großen Schaden nicht verursacht haben. Ich bitte daher Herrn Dr. MEYER, einen weniger gewichtigen Druck auf die Kommissionen auszuüben, die die Materialien zu bearbeiten haben.

Für die Schaltfeuersicherheit hat Herr Dr. MEYER eine Prüfmethode entwickelt, indem er mittels eines Thermoelements nachweisen will, zu welcher Zeit das Brennen des Isolierstoffs erfolgt. Diese Methode ist für die physikalische Untersuchung von Stoffen in Normalform vielleicht sehr zweckmäßig und scheint mir auch nach den Versuchen, die ich gemacht habe, eine der wenigen brauchbaren Lösungen zu sein; vielleicht sogar die einzige. Dagegen wollen wir bei den Isolierstoffteilen, die wir für Installationsmaterial verwenden, nicht untersuchen, wann es brennt, sondern wir wollen mittels einer bestimmten Prüfmethode nur feststellen, daß die Feuersicherheit eines Körpers so groß ist, daß er nicht anbrennt. Es genügt also, ohne dieses Hilfsmittel Körper mittels eines vorgeschriebenen Apparats mit vorgeschriebener Stromstärke und Spannung zu prüfen und nach 300, 500 oder 1000 Blasungen zu sehen, ob der Körper angebrannt ist oder nicht.

Herr Dr. **Meyer** stellte dann die Frage, warum wir Europäer nicht — wie die Amerikaner — mit Zellulose gefüllte Kunstharzprodukte als Träger spannungführender Teile verwenden. Es fehlt uns im gewissen Sinne noch die große Praxis, die die Amerikaner schon gewonnen haben. Dort, wo die Preßteile — und zwar in großen Mengen — verwandt worden sind, nämlich als Stecker, in denen die Träger spannungführender Teile als Stifte eingepreßt sind, hat sich bei normalem Betriebe, insbesondere in Wohnungen, ein Schaden bisher nicht bemerkbar gemacht. Dagegen besteht zu Recht die Befürchtung einer Gefahr in schweren Betrieben, insbesondere in der Hüttenindustrie. Dort ist es tatsächlich schon vorgekommen, daß z. B. bei einem dreipoligen Hebelschalter zwischen zwei Polen eines Schalters durch Ablagerung von metallischem Staub eine Überbrückung dieser Pole entstand. Man beobachtete das Einbrennen von Überbrückungslinien, die sich nachher als Leiter erwiesen und sogar zum Kurzschluß geführt haben. In diesen Betrieben ist also die Verwendung von Bakelitstoffen und Preßteilen nur mit Vorsicht zu gestatten.

Herr **Förster:** Da der Herr Vorredner äußerte, es sei ihm kein Brandfall bekannt, der durch unzulängliche Eigenschaften des Installationsmaterials entstanden sei, möchte ich ein Beispiel kurz erwähnen, das ich vor etwa 15 Jahren erlebt habe: infolge eines schleichenden Stromes entstand in einer Installation ein Brand vor meinen Augen. Es war zwar schon längst bekannt, daß die Isolation der Anlage schlecht war, aber erst nach diesem Vorkommnis bequemte man sich zu einer Abhilfe. Ein Isolierrohr war mit Tapete bekleidet und diese fing plötzlich an zu brennen. Dieser Fall dürfte allerdings wohl sehr selten sein. Er gibt aber doch zu denken und läßt auch die Forderungen, die Herr Dr. MEYER stellt, durchaus nicht als überflüssig erscheinen.

Herr **Grünwald:** Vor 15 Jahren kann es sich aber nicht um Bakelitstoffe gehandelt haben. Es müssen irgendwelche Pechpreßmassen gewesen sein, vielleicht auch minderwertiger Hartgummi.

Vortragender: Zur Frage der Glutsicherheit von Isolierteilen an Installationsmaterial habe ich von vornherein darauf aufmerksam gemacht, daß unser Bestreben nicht dahin geht, absolute Forderungen zu stellen, sondern Stufen zu machen. Wir wollen nicht einen Druck auf die Konstruktionskommissionen ausüben und vorschreiben, welcher Grad von Schaltfeuersicherheit oder Glutsicherheit verlangt werden muß, sondern wir wollen den Konstruktionskommissionen sagen, was sie mit einem jeden Material erreichen können; sie sollen danach beschließen, wo sie es zulassen. Auf diesem Wege ist eine Einigung sehr wohl zu erzielen.

Die Leitungen mit Isolierrohr sind, wie ich schon sagte, noch empfindlicher als die anderen Isolierstoffe. Das schwierigste und bedenklichste Kapitel sind die Gummileitungen. Darauf ist auch zurückzuführen, daß in fast allen Fällen, in denen schleichende Erdschlüsse Brände verursacht haben, die Leitungsmaterialien mitbeteiligt sind. Als ich kürzlich bei einer großen Versicherungsgesellschaft in ihrem Museum — „Schreckenskammer" — war, fand ich aber auch, wie ich glaube mich entsinnen zu können, Installationsmaterial.

Über eine Frage zur Schaltfeuersicherheit werden Herr GRÜNWALD und ich uns wohl nie einigen können: Sie sagen: man soll nur prüfen, ob ein solcher Stoff eine bestimmte Beanspruchung aushält. Ich antworte: wenn unser Apparat — denn es ist unser gemeinsamer Apparat — nicht ein Meßgerät ist und in jeder Hand dieselben Resultate ergibt, dann nutzt er als Prüfgerät auch nichts. Wenn wir die Zahl der Blasungen feststellen wollen, mit der wir irgendein Stück prüfen können, dann müssen wir erst einmal wissen, wieviel es aushält, d. h. eine grundlegende Messung vornehmen. Die Vorschläge können doch nur so entstehen, daß man sagt: an dieser und jener Stelle hat sich das Material günstig bewährt, und daß man mit dem Apparat prüft, wieviel es aushält. Und wenn es bei 150 Blasungen brennt, dann schreibt man etwa vor: bei 100 darf es nicht brennen. Darüber sind wir uns einig, daß das Endergebnis einer Prüfvorschrift sein muß: das Material darf nicht brennen, wenn es in bestimmter Weise beansprucht wird. Wenn man aber die Prüfvorschriften aufstellen will, muß man zunächst einmal messen, was es gerade noch aushält.

Über die Frage des deutschen und des amerikanischen Standpunkts kann man verschiedener Meinung sein. Sicherlich ist in schwierigen Fällen der amerikanische Standpunkt nicht haltbar. Ich glaube, daß man wohl auf einen Mittelweg kommen wird. Wir werden in vielen Fällen eine verhältnismäßig nicht sehr große Glutsicherheit zulassen müssen, d. h. nicht die Kommission für Isolierstoffe, sondern die Kommission für Installationsmaterial. Sie wird sagen: für bestimmte Isolierteile genügt uns eine bestimmte Stufe der Glutsicherheit, für andere aber muß die höchste Stufe gefordert werden.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

* ETZ 1928, S. 1148.

PERSÖNLICHES.

Hochschulnachrichten. — Auf den neuerrichteten Lehrstuhl für elektrische Fernmeldetechnik an der T. H. Wien wurde Ing. E. F. Petritsch berufen, der Chefingenieur und Vorstand des Pupinkabel- und Verstärkerdienstes beim Reichstelegraphen im Haag (Holland). Ing. Petritsch wurde 1878 in Triest geboren, studierte in Wien und trat 1902 in den Dienst der österreichischen Telegraphenverwaltung. 1921 wurde er nach den Niederlanden berufen, wo er sich besondere Verdienste um die Ausgestaltung des Fernsprechverkehrs zwischen Holland und England erwarb.

Auszeichnungen. — Die T. H. Wien hat dem Hofrat Prof. i. R. Ing. Carl Hochenegg in Würdigung seiner Verdienste um die Förderung der Elektrotechnik und im besonderen um die Schaffung des Elektrotechnischen Instituts an der T. H. Wien die Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften Ehren halber verliehen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Zur Frage der Definition des Leistungsfaktors.

Zu den Erläuterungen von K. E. MÜLLER auf S. 251 der ETZ 1928 ist folgendes nachzutragen:

Wir setzen in Übereinstimmung mit der untersten Gleichung S. 251 Sp. 2 die Scheinleistung an den Primärklemmen des Gleichrichtertransformators unter Einbezug des Leerlaufstromes und unter Annahme sinusförmiger Primärspannung

$$E^2 J^2 = E^2 \left(J_1^2 + \sum_{n=2}^{n=\infty} J_n^2\right)$$

$$E^2 J^2 = E^2 \left(J_1^2 \sin^2\varphi_1 + J_1^2 \cos^2\varphi_1 + \sum_{n-2}^{n=\infty} J_n^2\right),$$

wobei also J_1 den Effektivwert der Grundwelle, J_n den Effektivwert der n-ten Harmonischen im Strom bedeute oder also unter Verwendung der Bezeichnungen dieses Artikels

$$N_S^2 = N_B^2 + N^2 + N_v^2.$$

Hieraus ergibt sich der Verzerrungsfaktor

$$v = \sqrt{\frac{N^2 + N_B^2}{N^2 + N_B^2 + N_v^2}}$$

und der Verschiebungsfaktor $\cos\varphi_1 = \sqrt{\frac{N^2}{N^2 + N_B^2}}$.

Die Annahme (KRIJGER, ETZ 1925, S. 48, Z. 8 v. u.) eines von der Belastung unabhängigen Verzerrungsfaktors ist mir darum unverständlich, weil die im Wechselstromkreis immer vorhandenen Induktivitäten nicht nur eine Verschiebung der Grundwelle, sondern auch eine Änderung der Überlappung und also auch der Verzerrung des Primärstromes, verglichen mit derjenigen bei induktionsfreiem Wechselstromkreis (praktisch bei Leerlauf) hervorrufen. Diese beiden Wirkungen der Induktivität im Wechselstromkreis sind, wie sich leicht nachweisen läßt, ihrerseits von der Höhe der Belastung abhängig, und zwar in dem Sinne, daß mit zunehmender Belastung die relative Verzerrung gemildert, der Verzerrungsfaktor v nach meiner oben angegebenen Definition also größer wird und sich der Einheit nähert, während gleichzeitig durch die Verschiebung der Grundwelle gegenüber der Spannung der Verschiebungsfaktor kleiner wird. Praktisch kann gesagt werden, daß bei Sechsphasengleichrichtern mit reduziertem, induktivem Spannungsabfall diese Verkleinerung des Verschiebungsfaktors und die Vergrößerung des Verzerrungsfaktors mit wachsender Belastung innerhalb der normalen Überlappung, und solange man vom Leerlaufstrom des Transformators absieht, sich gegenseitig in ihrem Produkt, dem Leistungsfaktor, aufheben. Tatsächlich ist der nach der Gleichung von KRIJGER

$$\lambda = \lambda_0 \cos\psi$$

definierte Winkel ψ kein physikalisch darstellbarer Winkel und damit hängt eben auch die anzuerkennende von K. E. MÜLLER beanstandete Möglichkeit

$$\cos\psi > 1$$

zusammen. Damit ist auch klar, daß sich hieraus keineswegs die Blindleistung

$$E J \sin\psi$$

ableiten läßt.

Was nun den Einwand von K. E. MÜLLER gegen meine Zerlegung des Leistungsfaktors $\lambda = v \cos\varphi_1$ betrifft, dahinlautend, diese Zerlegung sei darum nicht einwandfrei, weil „der so definierte Verzerrungsfaktor von der Belastung nicht unabhängig ist und der Verschiebungsfaktor kein Maß für die Blindleistung darstellt", so ist dazu zu sagen, daß auch der von ihm in Gl. (1) definierte „Leistungsfaktor erster Art"

$$\lambda = \frac{J_1}{J} \cos\varphi_1$$

dem Sinne nach ganz genau mit meiner Darstellung

$$\lambda = v \cos\varphi_1$$

übereinstimmt. Tatsächlich ist der Quotient $\frac{J_1}{J}$ nach den dort angegebenen Definitionen von J_1 und J gar nichts anderes als der von mir verwendete Verzerrungsfaktor v, über dessen Veränderlichkeit in Funktion der Belastung nicht mehr zu diskutieren ist. Vollends spricht die Tatsache dieser Abhängigkeit des Verzerrungsfaktors von der Belastung keineswegs gegen die Zulassung dieser Aufteilung des Leistungsfaktors.

Die Behauptung, daß mein Verschiebungsfaktor keinen direkten Maßstab für die Blindleistung darstellt, scheint mir unangebracht, aus dem Grunde, weil dies auch gar nicht bezweckt ist, so wenig als der $\cos\varphi$ überhaupt ein direktes Maß der Blindleistung gibt und geben soll. Sodann ist zu sagen, daß von den drei Faktoren λ, v, $\cos\varphi_1$ deren 2, nämlich λ und $\cos\varphi_1$ meßbar sind. Denn der Leistungsfaktor λ ergibt sich allein aus der Beziehung $\lambda = \frac{N}{N_S}$, während bei Drehstrom der reine Verschiebungsfaktor $\cos\varphi_1$ oder nach Wunsch der $\sin\varphi_1$ aus den Ablesungen der Zweiwattmetermethode sich ergibt wie folgt:

A_I und A_{II} bedeuten Wattmeterausschläge,
c = Wattmeterkonstante,
E = Netzspannung,
J = Netzstrom,

$$A_I = c\,E\,J\,v \cos(30° - \varphi_1) = c\,E\,J\,v\,(\cos 30° \cos\varphi_1 + \sin 30° \sin\varphi_1),$$

$$A_{II} = c\,E\,J\,v \cos(30° + \varphi_1) = c\,E\,J\,v\,(\cos 30° \cos\varphi_1 - \sin 30° \sin\varphi_1),$$

$$\frac{A_I - A_{II}}{A_I + A_{II}} = \frac{c\,E\,J\,v\,.\,2\,.\sin 30° \sin\varphi_1}{c\,E\,J\,v\,.\,2\,.\cos 30° \cos\varphi_1} = \frac{1}{\sqrt{3}} \operatorname{tg}\varphi_1.$$

Damit wird

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \sqrt{3}\,\frac{A_I - A_{II}}{A_I + A_{II}},$$

$$\sin\varphi_1 = \frac{\operatorname{tg}\varphi_1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\varphi_1}},$$

$$\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\varphi_1}}.$$

Hieraus folgt der Verzerrungsfaktor

$$v = \frac{\lambda}{\cos\varphi_1}.$$

Damit lassen sich auch mit Leichtigkeit aus N und N_S die verschiedenen Leistungen berechnen, denn es ist

1. die Blindleistung $N_B = N \operatorname{tg}\varphi_1$,
2. die Verzerrungsleistung $N_v = \sqrt{N_S^2 - N^2 - N_B^2} = N_S \sqrt{1 - v^2}$.

Der in Gl. (2) a. a. O. definierte „Leistungsfaktor 2. Art"

$$\cos\Phi = \sqrt{1 - \left(\frac{J_1}{J} \sin\varphi_1\right)^2}$$

ergibt nach einiger Umformung den Wert

$$\cos\Phi = \sqrt{\frac{N^2 + N_v^2}{N^2 + N_B^2 + N_v^2}}.$$

Vom Standpunkt der physikalischen Vorstellung aus ist jedenfalls die Einführung dieses Quotienten zum mindesten schwierig zu begründen. Es ist nun aber

$$\cos\Phi = \sqrt{\frac{N^2\left(1+\frac{N_v^2}{N^2}\right)}{(N^2+N_B^2)\left(1+\frac{N_v^2}{N^2+N_B^2}\right)}}$$

$$=\sqrt{\frac{N^2}{N^2+N_B^2}}\sqrt{\frac{1+\frac{N_v^2}{N^2}}{1+\frac{N_v^2}{N^2+N_B^2}}}=\cos\varphi_1\sqrt{\frac{1+\frac{N_v^2}{N^2}}{1+\frac{N_v^2}{N^2+N_B^2}}}.$$

Nun ist die Blindleistung N_B sowie auch die Verzerrungsleistung N_v normalerweise wesentlich kleiner als die Wirkleistung N, so daß der zweite Faktor praktisch gleich 1 wird. Beispielsweise ist beim Sechsphasengleichrichter bei normalen Überlappungen und unter Einschluß des Leerlaufstromes des Transformators

die Blindleistung $N_B \approx 0{,}3\,N$,
die Verzerrungsleistung $N_v \approx 0{,}2\,N$

und also

$$\cos\Phi = \cos\varphi_1\sqrt{\frac{1+0{,}2^2}{1+\frac{0{,}2^2}{1+0{,}3^2}}},$$

$$= \cos\varphi_1\sqrt{\frac{1{,}04}{1{,}0367}}.$$

$$\cos\Phi = \cos\varphi_1 \,.\, 1{,}0017.$$

Auf den der Betrachtung zugrunde gelegten Fall des Einphasengleichrichters bezogen, ergibt sich unter Annahme einer Verzerrungsleistung von $N_v \approx 0{,}5\,N$ und derselben Blindleistung wie vorhin

$$\cos\Phi = \cos\varphi_1\sqrt{\frac{1+0{,}25}{1+\frac{0{,}25}{1+0{,}09}}}$$

$$= \cos\varphi_1\sqrt{\frac{1{,}25}{1{,}23}}$$

$$\cos\Phi = \cos\varphi_1 \,.\, 1{,}008,$$

so daß allgemein

$$\cos\Phi \approx \sqrt{\frac{N^2}{N^2+N_B^2}} \approx \cos\varphi_1$$

gesetzt werden darf. Zum gleichen Resultat gelangt man auf kürzerem Wege, indem man den Faktor $\frac{J_1}{J}$ im zweiten Term des Radikanden Gl. (2) gleich 1 setzt.

Damit ist gezeigt, daß praktisch der von K. E. MÜLLER eingeführte „Leistungsfaktor zweiter Art" nichts anderes ist als der Verschiebungsfaktor $\cos\varphi_1$ im Leistungsfaktor erster Art, und damit fällt m. E. die Notwendigkeit der Einführung des Leistungsfaktors zweiter Art ganz dahin.

Die Messung des Winkels φ_1 läßt sich auch in Einphasenanlagen sowohl mit dem Phasenmeter als auch mit dem Wattmeter bewerkstelligen, indem man bei Messung mittels Wattmeter dessen Spannungsspule bei konstantem Strom in der Stromspule nacheinander erst an die zugehörige (sinusförmig angenommene) Spannung und sodann an eine gleich große, gegenüber der ersteren phasenverschobene Spannung legt, deren Phasendifferenz $\alpha \neq 0$ gegenüber der ersten Spannung man kennt. Dann läßt sich aus den beiden Wattmeterausschlägen und dem Winkel α die tatsächliche Phasenverschiebung φ_1 zwischen der Spannung und der Grundwelle des Stromes mit Leichtigkeit berechnen. Die Aufteilung von λ in v und $\cos\varphi_1$ scheint mir auch darum zweckmäßig, weil sowohl λ als auch $\cos\varphi_1$ bei Drei- und Sechsphasengleichrichtern, wie schon oben bewiesen, aus den gleichen Ablesungen mit ausschließlicher Zuhilfenahme von Volt-, Ampere- und Wattmetern in Zweiwattmeterschaltung sich berechnen lassen.

Endlich ist die Erwähnung des Sonderfalles, daß „der Verlauf des Stromes symmetrisch ist (Fehlen aller geradzahligen Oberwellen)" etwas unklar gehalten. Denn einerseits genügt der Bedingung $N_B = 0$ bei Gleichrichtern schon die Symmetrie der Stromkurve in bezug auf eine Ordinate, und zwar auch bei Anwesenheit geradzahliger Harmonischen (Beispiel: Der Phasenstrom eines Dreiphasen-Gleichrichters bei Vernachlässigung der Überlappung); anderseits ist bei ausschließlicher Abwesenheit der geradzahligen Harmonischen die Stromkurve symmetrisch zur Zeitachse, wobei dennoch die Blindleistung N_B im allgemeinen nicht 0 zu sein braucht (Beispiel: Primärstrom eines Sechsphasen-Gleichrichter-Transformators). Sicher ist, daß die Bedingung $N_B = 0$ bei Gleichrichterbetrieb identisch ist mit der einzigen Forderung, daß die Überlappung $\ddot{u} = 0$ ist, abgesehen natürlich vom Leerlaufstrom des Transformators.

Endlich ist leicht einzusehen, daß der Verschiebungsfaktor, bzw. seine Ableitung $\sin\varphi_1$ genau wie in der allgemeinen Wechselstromtechnik der $\cos\varphi$ die Entmagnetisierung der Generatoren, also die „magnetische Überbeanspruchung" derselben kennzeichnet, während anderseits der gesamte Leistungsfaktor λ für die elektrische Überbeanspruchung der Leitungen und Wicklungen maßgebend ist. Also gibt diese Aufteilung von λ die beiden Überbeanspruchungen ohne weiteres in saubersten Trennung, wie man dies nicht besser wünschen könnte.

Wettingen, 29. III. 1928. Erwin Kern.

Erwiderung.

Die Einwendungen von E. KERN gegen die Notwendigkeit meiner Leistungsfaktordefinition wären zutreffend, wenn das Problem des Leistungsfaktors mit einer bloßen Modifikation in Hinblick auf die Blindleistung erschöpft wäre. Dann wären die anzustellenden Überlegungen nämlich nur folgende:

Für den trivialen Fall einer sinusförmigen Spannung und ebensolchen Stromes ist der Leistungsfaktor $\lambda = \cos\varphi$ ein universelles Kennzeichen der Größe und Art der Überbeanspruchung des Stromerzeugers durch den Verbraucher. Dann ist die Wirkleistung $N = EJ\cos\varphi$ und die Blindleistung $N_B = EJ\sin\varphi = N\,\mathrm{tg}\,\varphi$; die Verzerrungsleistung hat den Wert Null. Ist nun aber der Strom mehrwellig, so ist der Leistungsfaktor λ zwar noch ein Maß für die elektrische Überbeanspruchung, aber er bestimmt nicht mehr die Blindleistung. Man kann nun eine Zerlegung von λ in zwei Faktoren vornehmen derart, daß der eine Faktor den früheren funktionellen Zusammenhang mit der Blindleistung wiederherstellt. Damit ist aber der andere Faktor zwangläufig mitbestimmt. Dieser Umstand bedingt es, daß es mehr oder weniger Zufall wäre, wenn beide so gewonnenen Faktoren auch außerdem noch physikalisch anschauliche Bedeutung haben würden. So sollte bei der von L. P KRIJGER mit Rücksicht auf das Gleichrichterbeispiel gegebenen Definition der erste Faktor den Leistungsfaktor kennzeichnen, welcher durch die typischen Gleichrichterstromformen hervorgerufen wird. Er repräsentierte den ideellen Leerlaufwert des Leistungsfaktors und erhielt den Namen Verzerrungsfaktor. Der zweite Faktor sollte erst den Einfluß der Reaktanzen in Abhängigkeit von der Belastung kennzeichnen und erhielt aus diesem Grunde den Namen Verschiebungsfaktor; denn man war daran gewöhnt, die Phasenverschiebung und übrigen Änderungen der Stromformen mit der Belastung durch einen Phasenverschiebungsfaktor ($\cos\varphi$) zu kennzeichnen. Da nun ebensowohl die Phasenverschiebung als auch die Blindleistung bei dem Gleichrichterbeispiel zu Anfang null war, so glaubte KRIJGER in dem Verschiebungsfaktor ein Maß für die Blindleistung annehmen zu können, wodurch dieser Faktor seine physikalische Bedeutung erhalten hätte. Die näheren Überlegungen mußten erst ergeben, daß diese Annahme sich nicht bestätigte.

Von diesen Einwänden ist die von E. KERN vorgeschlagene Faktorenzerlegung zwar frei, aber sie hat im allgemeinen nur einen geometrischen Sinn. Es ist ihr einzuräumen, daß für das Gleichrichterbeispiel der Verschiebungsfaktor ein Maß für die Blindleistung darstellt, aber es ist begrifflich unbefriedigend, wenn dies nur für solche Verhältnisse zutrifft, in denen die Verzerrung mehr als eine Korrektur erster Ordnung angesehen werden kann. Würde man dieses Argument mit den Worten von E. KERN für gegenstandslos halten, so behielte die Faktorenzerlegung nur den einen Wert, daß der Verschiebungsfaktor einen Einblick in die Wattkomponente des Stromes ermöglichen und in dieser Eigenschaft eine Meßgröße darstellen würde.

Der eigentliche Grund, welcher mich zu der Ablehnung der Faktorenzerlegung des Leistungsfaktors und zu der Definition zweier getrennter Leistungsfaktoren führte, war vielmehr der, daß die Überbeanspruchung eines Stromerzeugers bei mehrwelligem Strome überhaupt nicht mehr eindeutig definierbar ist. Aus diesem Grunde muß man sich darauf beschränken, an Stelle des früheren einfachen Leistungsfaktors deren zwei anzugeben, welche so beschaffen sind, daß sie eine mögliche obere und untere Grenze für die Überbeanspruchung, welche an sich durch verschiedene im einzelnen nicht mehr erfaßbare Einzelfaktoren (Joulesche, Hysterese- und Wirbelstrom-Erwärmung usw.) bedingt wird, repräsentieren. Als solche Faktoren werden definitionsgemäß der bisherige und der neue aus der Blindleistung entwickelte Leistungsfaktor eingeführt. Damit diese die notwendige Eigenschaft als

Grenzwerte wirklich besitzen, ist notwendig, daß sie eine gewisse Ungleichung befriedigen, welche in meiner Arbeit angegeben worden ist. Es wird sich zeigen müssen, ob diese Bedingung auch hinreichend ist.

Während bisher stets nur von einer Mehrwelligkeit des Stromes die Rede war, wollen wir nunmehr den allgemeinsten Fall annehmen, bei welchem auch die Spannung mehrwellig ist. Es läßt sich zeigen, daß die behaupteten funktionalen Eigenschaften des Leistungsfaktors erster und zweiter Art selbst dann noch weiterhin gültig bleiben, während die entgegengehaltenen Definitionen ihre letzte Anwendungsmöglichkeit verlieren. Es wäre also zu zeigen, daß, wenn der Leistungsfaktor erster Art mit λ und der zweiter Art mit $\cos\Phi$ benannt ist, ganz allgemein

$$\lambda < \cos\Phi \leq 1$$

ist und ferner

die Scheinleistung $N_s = EJ$,
die Wirkleistung $N = EJ\lambda$,
die Blindleistung $N_B = EJ\sin\Phi$,
die Verzerrungsleistung $N_V = EJ\sqrt{\cos^2\Phi - \lambda^2}$

sind. Zunächst seien die Spannung e und der Strom i gegeben durch die Gleichungen

$$e = \sqrt{2}\sum_n E_n \sin(n\vartheta + \alpha_n),$$

$$i = \sqrt{2}\sum_n J_n \sin(n\vartheta + \beta_n),$$

worin $\vartheta = \omega t$ bedeutet, dann sind die entsprechenden Effektivwerte durch

$$E^2 = \sum E_n^2 \text{ und } J^2 = \sum J_n^2$$

bestimmt. Bedeutet $\varphi_n = \alpha_n - \beta_n$, so wird die Wirkleistung

$$N = \sum E_n J_n \cos\varphi_n$$

und die Blindleistung

$$N_B = \sum E_n J_n \sin\varphi_n .$$

Hieraus leitet sich der Leistungsfaktor erster Art ab zu

$$\lambda = \frac{1}{EJ}\sum E_n J_n \cos\varphi_n$$

und der Leistungsfaktor zweiter Art zu

$$\cos\Phi = \sqrt{1 - \frac{1}{E^2 J^2}\left(\sum E_n J_n \sin\varphi_n\right)^2} .$$

Um zuerst die behauptete Ungleichung zu beweisen, zeigen wir, daß $\lambda^2 \leq \cos^2\Phi$ ist; hierzu ist aber offenbar nur der Nachweis von

$$\left(\sum E_n J_n \cos\varphi_n\right)^2 + \sum E_n J_n \sin\varphi_n)^2 \leq \sum E_n^2 \sum J_n^2$$

erforderlich. Nun ist aber nach der „Schwarzschen Ungleichung“

$$\left(\sum E_n J_n \cos\varphi_n\right)^2 \leq \sum E_n^2 \sum J_n^2 \cos^2\varphi_n$$

und

$$\left(\sum E_n J_n \sin\varphi_n\right)^2 \leq \sum E_n^2 \sum J_n^2 \sin^2\varphi_n .$$

Addiert man diese beiden Ausdrücke, so erhält man die zu beweisende Ungleichung. Der Nachweis der übrigen angegebenen Beziehungen vollzieht sich in gleicher Weise wie in dem genannten Aufsatze, so daß hier nicht mehr darauf eingegangen zu werden braucht.

Die nachgewiesene Ungleichung ist eine andere Schreibweise von

$$\sqrt{N^2 + N_B^2} \leq N_s$$

und somit ein Ausdruck für die Existenz der Verzerrungsleistung. Darüber hinaus legen wir ihr folgende physikalische Bedeutung bei:

Variiert man die Spannung e und den Strom i auf irgendwelche mögliche Weise derart, daß deren Effektivwerte E und J sowie die übertragene Wirkleistung N unverändert bleiben, so nimmt die Überbeanspruchung des Erzeugers Werte an, welche stets innerhalb der durch λ und $\cos\Phi$ gekennzeichneten Werte, somit stets innerhalb der Werte N/λ und $N/\cos\varphi$ liegen.

Zur Ergänzung dieser Betrachtungen erwähnen wir noch, daß die hier benutzte von BUDEANU gegebene Definition der Blindleistung nicht übereinstimmt mit der früheren von P. STEINMETZ herrührenden und von M. SCHENKEL benutzten Definition. Bei dieser tritt an Stelle der algebraischen Summe der Einzelblindleistungen jeder Frequenz die Summe von deren Absolutwerten, so daß

$$N_B = \sum E_n J_n \left|\sin\varphi_n\right|$$

sein würde. Ohne über die Zulässigkeit dieser Definition, welche wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat, entscheiden zu wollen, sei bemerkt, daß unsere Ungleichung auch bei Verwendung dieses Blindleistungswertes erhalten bleiben würde, trotzdem

$$\sum E_n J_n \left|\sin\varphi_n\right| > \sum E_n J \sin\varphi_n$$

ausfallen kann; desgleichen bleiben auch die übrigen Gleichungen bestehen. Auf die weiteren Ausführungen von M. SCHENKEL hat diese Unsicherheit der Blindleistungsdefinition keinen Einfluß, da diesen eine einwellige Spannung zugrunde liegt, für welche die Definitionen nur vorzeichenverschiedene Ausdrücke ergeben können.

Der symmetrische Fall der Strom- und Spannungsverhältnisse ist nach (1) gekennzeichnet durch $\alpha_n = \beta_n = 0$; für diesen Fall ist die Blindleistung gleich null und die Verzerrungsleitung infolgedessen $N_V = EJ\sqrt{1 - \lambda^2}$. Hierzu wäre wohl schon die Bedingung $\alpha_n = \beta_n$ oder $\varphi_n = 0$, also die Phasengleichheit der Harmonischen ausreichend, jedoch bleibt dies belanglos, da dieser Fall keine physikalische Bedeutung hat.

Berlin, 20. IV. 1928. Kurt Emil Müller.

LITERATUR.

Besprechungen.

Fachkunde und Fachrechnen für Elektriker. I. Teil, 2. Aufl.: Fachrechnen für Elektrikerklassen an Berufsschulen u. f. Fortbildungskurse. Von W. Blatzheim, K. Uhrmann und F. Schuth. (Lehrmittel für gewerbl. Berufschulen, herausg. v. Prof. Horstmann, Prof. Hecker und Oberschulrätin Fuhr. Heft 18.) Mit 59 Textabb., VI u. 142 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1927. Preis kart. 2,80 RM.

Nach Darstellung der Grundlagen des Zahlen- und Buchstabenrechnens, der Potenzen, Wurzeln und Gleichungen, der Prozent- und Zinsrechnung wird diese Kenntnis mit Geschick an Lohnberechnungen, Kranken-, Unfall- und Feuerversicherungen angewandt, doch werden nicht bloß Aufgaben gestellt, sondern die Grundsätze, die zur Lösung erforderlich sind, in kurzen Leitsätzen formelmäßig angegeben. Maße und Gewichte, Flächen- und Körperberechnungen findet man an Beispielen eingeübt, wie sie dem Elektriker ganz allgemein in der Werkstatt vorkommen. Auf diesen allgemeinen Teil folgen Aufgaben aus der eigentlichen elektrotechnischen Praxis, wie Ohmsches Gesetz mit den Berechnungsarten des Spannungsabfalles, der Widerstände, der *Cu*-Querschnitte, der Stromverzweigungen, der elektrischen Arbeit und überall mit Ausblick auf die wirtschaftliche Seite, d. h. der Kostenberechnungen für Licht und Motorenverbrauch. Auch Aufgaben aus der Wechselstrom- und Drehstromtechnik unter Berücksichtigung der Rechnung mit Blindströmen gelingt es in elementarer Form darzubringen sowie Wirkungsgrad und Leistungsfaktor gebührend zu berücksichtigen. Die Berechnung des Lichtbedarfs in Werkstätten usw. ist in durchaus neuzeitlicher Form mit einbezogen, so daß der Berufschüler, der sich mit diesen Rechnungen vertraut gemacht hat, als selbständiger Gewerbetreibender sowohl als auch als Kalkulator in der Werkstatt und als Meister oder Vorarbeiter, ja auch schon als Betriebsassistent wertvolle Dienste zu leisten imstande sein müßte. Die Kostenanschläge am Schluß werden gute Muster für die Praxis bilden können.

Blatzheim setzt im 2. Teil für die „Oberstufen der Berufschulen und Meisterkurse“ innerhalb derselben Sammlung die Beispiele unter tieferem Eingehen auf die Maschinen- und Motorentechnik fort, doch entsteht hieraus bereits ein elementares Lehrbuch zur Stütze des Unterrichtes, das dem besonderen Begriffsvermögen der betroffenen Kreise glücklich angepaßt ist und besonders darum Empfehlung verdient, weil es sich die Bezeichnungsweise des AEF und VDE streng zu eigen macht, sowohl in Formelzeichen als auch in Schaltskizzen, wobei besonders die lehrreiche Gegenüberstellung der „bisher üblichen Darstellungsweise“ mit der nach „Dinormen“ zu begrüßen ist. Behandelt werden die Schaltarten von Motoren und Anlassern, die Wirkungsweise der Sammler,

Wirkungsweise, Drehzahlreglung, Verwendungsarten der Gleichstrom-, Drehstrom- und Wechselstrommotoren, und sogar schon einiges über Kollektormotoren neuester Ausführung, endlich Transformatoren und das wesentliche über Leitungsberechnung. Max Breslauer.

The essentials of transformer practice. Theory, design and operation. Von E. G. Reed. 2. Aufl. Mit 185 Textabb., 17 Taf., XII u. 401 S. in 8°. Verlag von Chapman & Hall, Ltd., London 1927. Preis geb. 21 sh.

Das Buch möchte das Wichtigste der Transformatorenpraxis enthalten und, um einen Zweifel nicht aufkommen zu lassen, welche Praxis gemeint ist, wird die Behandlung der Theorie, der Konstruktion und des Betriebes in Aussicht gestellt. Es kann vorweg genommen werden, daß der Verfasser seinem Programm nicht ganz gerecht wird, da das Buch die einzelnen Fragen sehr verschiedentlich behandelt, keine einzige ausführlich beantwortet und viele überhaupt nicht erwähnt, auch fehlen zahlenmäßige oder praktische Angaben, die zur Lösung der verschiedenartigen Fragen der Praxis dienlich sein könnten. Immerhin ist die Drucklegung eine vorzügliche und die Skizzen sehr klar und deutlich, auch sind die vielen eingefügten Rechnungsbeispiele sehr förderlich für das Verständnis des Inhaltes der einzelnen Kapitel, dagegen ist es dem kontinentalen Leser sehr erschwert durch die Verquickung des amerikanischen mit dem CGS-Maßsystem.

Im 1. Kap. wird der Werdegang des Transformators erwähnt, aber bis auf die Erstlingsarbeiten von Zipernowsky, Déry und Bláthy nur die amerikanische Tätigkeit erwähnt, als ob der Transformator eine vorwiegend amerikanische Erfindung wäre.

Das 2. Kap., der bekannten allgemeineren Theorie gewidmet, läßt eine scharfe Trennung der Amplitudengrößen von den Effektivwerten im Text und in der Schrift vermissen, auch sind die Diagramme nicht genügend vollständig und durchsichtig entworfen.

Die Theorie der zusätzlichen Kupferverluste im 3. Kap. ist sehr elementar und ungenügend, da wichtige Faktoren überhaupt nicht erwähnt werden. Die Eisenverluste sind dagegen sehr umständlich behandelt unter Verwendung von Ausdrücken mit gebrochenen Exponenten, die natürlich nicht konstant sind. Es ist auch fraglich, ob der Einfluß des Formfaktors der Spannungskurve bei der Messung des Leerlaufes für alle Transformatoren, besonders für Drehstromtransformatoren, durch eine einmalige entsprechende Verbesserung des Sollwertes, auf den Meßwert bei sinusförmiger Spannungskurve zurückgeführt werden kann. Der Vorschlag könnte meßtechnisch auf seine Brauchbarkeit geprüft werden. Es fehlen leider gute Magnetisierungs- und Verlustkurven.

Im 5. Kap., das die allgemeinen Beziehungen zwischen den charakteristischen Größen angibt, sind einige sinnstörende Fehler unterlaufen, auch dürfte die Formel, daß die Leistung mit der Wurzel aus der Frequenz sich ändert, nur für ihre Vergrößerung zutreffend sein, da die Sättigungsgrenze bei einer Verkleinerung bald ein unüberwindliches Hindernis entgegenstellt. Die betreffende Kurve ist leicht irreführend.

Als Kerntypen werden nur wenige, ganz veraltete Bauarten erwähnt (Kap. 7) und daran einige neuartige theoretische Untersuchungen geknüpft, die im Kap. 8 und 9 zu interessanten, wenn auch nicht sehr praktischen Schlußfolgerungen führen.

Ein ganzes Kapitel (10) ist der Frage des Wirkungsgrades gewidmet, jedoch seine Errechnung als unzeitgemäß bezeichnet, da es mehr angezeigt sei, stets die Verluste anzugeben.

Die Streuung (Kap. 11) ist nach den üblichen Methoden errechnet, ohne Anspruch erheben zu wollen, die zusätzlichen Einflüsse der Unregelmäßigkeiten des Kraftlinienweges zu erfassen, wodurch natürlich die Kurzschlußspannung nur mit grober Annäherung bestimmt werden kann. Die Diagramme für den Spannungsabfall geben wegen der praktisch unwahrscheinlichen Größenverhältnisse keine richtige Vorstellung der Tatsachen.

Die Erwärmungstheorie (Kap. 12) behandelt die bekannten allgemeinen Erwärmungskurven und gibt die nach den Vorschriften zugelassenen Temperaturgrenzen an, ohne sich nennenswert über die Kühlungsvorgänge im Innern des Transformators oder des Kastens auszulassen.

Die Isolierfestigkeit wird im Kap. 13 und 14 qualitativ gut behandelt, gibt aber sehr wenig zahlenmäßiges Material und gar keine Anweisung, wie die Isolation im Transformator tatsächlich vorzusehen ist, auch werden der auf dem Kontinent fast unbekannte Begriff des Isolationswiderstandes und seine Abhängigkeit von der Temperatur näher untersucht. Das Öl (Kap. 15) wird für allgemeine Zwecke ziemlich ausführlich behandelt, obwohl der Gefrierpunkt ganz vergessen wird.

Nach diesen allgemein gehaltenen Überlegungen geht Verfasser dazu über, den Transformator in seinen praktischen Ausführungen zu betrachten und beschränkt sich vorwiegend auf die Meßtransformatoren. So ist ein ganzes Kapitel (16) den Spannungswandlern gewidmet und deren Theorie zwar ausführlich, jedoch recht umständlich behandelt, auch fehlen nähere Angaben über die zu wählenden Sättigungen und die zulässigen Fehlergrenzen. Zur Bestimung des Spannungsabfalles durch den Magnetisierungstrom wird die Streuspannung proportional dem Widerstand verteilt, was natürlich nur als eine äußerst grobe Annäherung gelten kann. Die Formeln sind sehr umständlich und berücksichtigen nicht naheliegende Vereinfachungen. Die vielen Zahlenbeispiele jedoch erleichtern wesentlich das Verständnis.

Den Stromwandlern sind drei Kapitel gewidmet, die sich zwar sehr breit mit der Frage beschäftigen, jedoch keine praktischen Anhaltspunkte zu deren Entwurf bieten, da die Sättigungskurve kaum brauchbar sein dürfte, da sie nur zwischen 500 ... 3500 CGS sich erstreckt.

Ein Kapitel (20) ist den Reaktanzspulen gewidmet, und zwar mit und ohne Eisenkern, streift aber nur einige der hier auftauchenden Hauptfragen.

In der Behandlung der mechanischen Kräfte (Kap. 21) mutet die Ansicht, daß die ungünstigsten Verhältnisse an einem großen Transformator bei geringer Frequenz und für niedrige Spannungen zu erwarten sind, sonderbar an. Der Verfasser vertröstet mit der Schutzwirkung des Netzes, vergißt aber vollständig die erhebliche zusätzliche Wirkung des durch das Gleichstromglied verursachten Stromstoßes. Die ganze Frage scheint sehr oberflächlich und nicht im Verhältnis zu ihrer großen Wichtigkeit behandelt zu sein.

Das folgende Kapitel (22) ist der Aufstellung und der Betriebsführung eines Transformators gewidmet und enthält, da es beinahe wörtlich aus den Vorschriften der NEMA entnommen ist, viele wertvolle Hinweise, dagegen dürfte die Bemerkung, daß es üblich sei, Verteilungstransformatoren ohne Öl, Leistungstransformatoren dagegen mit Öl zu versenden, wohl ziemlich unbegründet sein, da die Versandart doch nicht vom Verwendungszweck abhängig gemacht werden kann. Man vermißt auch den Hinweis auf einen besonderen Öltrockenapparat.

Die Behandlung der Schaltmöglichkeiten in den nächsten Kapiteln enthält mehrere unrichtige Behauptungen, so unter anderem, daß die C_2-Schaltung dreier Einphasentransformatoren mit geerdetem Nullpunkt Notbetrieb führen könne, daß die C_3-Schaltung für Umformerbetrieb mit drittem Leiter bei Manteltransformatoren anzuraten, hingegen bei Kerntypen nicht erforderlich sei, da die Gleichstrommagnetisierung durch die Luft ihren Rückschluß finde.

Besonders weitläufig wird der Phasentransformator und die Scottschaltung, jedoch ohne ihre Abarten untersucht. Auch dem Autotransformator werden merkwürdigerweise zwei Kapitel (27 und 28) gewidmet.

Ein ganzes Kapitel (29) beschäftigt sich mit der Frage der Polarität des Transformators, ein Begriff, der auf dem Kontinent so ziemlich unbekannt ist und als Phasengleichheit aufzufassen wäre. Es wird unter anderem von einem großen Strom bei unrichtiger Parallelschaltung, statt von der Gefahr eines unter Umständen verheerenden Kurzschlusses gesprochen.

Kap. 30 behandelt kurz den Parallellauf zweier Transformatoren und rät bezeichnenderweise als gute Aushilfe die Verwendung von Drosselspulen an.

Die beiden weitläufigen Kapitel über die betriebsmäßige Spannungsverteilung im Falle eines Erdschlusses erwecken ein nur mäßiges Interesse und hätten viel kürzer gehalten werden können.

Die Belastung des Transformators soll nach Kap. 33 durch Thermoelemente in der Wicklung beaufsichtigt werden, und zwar an mehreren Stellen, da es unmöglich sei, die wärmste Stelle vorauszubestimmen. Es wird behauptet, daß der Erwärmungsunterschied mit dem Quadrat der Belastung zunehme, was natürlich nur innerhalb sehr enger Grenzen zutrifft, es folgen sodann einige treffende allgemeine Bemerkungen über die praktische tägliche Belastungskurve und die Zulässigkeiten von Überbelastungen, wobei natürlich der bekannte sehr konservative Erwärmungstandpunkt stark zur Geltung kommt.

Die letzten Kapitel behandeln die jährlichen Betriebskosten unter Berücksichtigung des Belastungsgebirges,

natürlich auf Grund amerikanischer Unterlagen, jedoch mit einigen lehrreichen Hinweisen. Es ergibt sich die Schlußfolgerung, daß für einen Belastungsfaktor von 20 % die Verlustverteilung 1 : 2,3 am vorteilhaftesten ist, daß jedoch diese Bedingung einem sehr flachen Minimum entspricht.

Aus dieser kurzen Übersicht kann man entnehmen, daß das Buch, entgegen den Erwartungen, die der Titel erweckt, sich nicht so sehr an den eigentlichen Transformatorfachmann wendet, sondern mehr den technisch gebildeten Leser über die Fragen, die den Transformator betreffen, orientieren will. In dieser Hinsicht dürfte es viel zum Verständnis und zur Klärung dieser Fragen beitragen.

Zelewski.

Comité Consultatif International des Communications Téléphoniques à grande distance. Assemblée plénière de Côme, 5. bis 12. IX. 1927. Mit 37 Abb. u. 169 S. in 4°. Herausg. v. Comité Consultatif International des Communications Téléphoniques à grande distance, Paris 1928, 23 Avenue de Messine. Preis geh. 12 Fr. einschl. Versand.

Der Internationale Beratende Ausschuß für den Fernsprech-Weitverkehr (Comité Consultatif International des Communications Téléphoniques à grande distance) hat die auf seiner vierten Vollversammlung zu Como gezeitigten Ergebnisse zu einem „Rosabuch" zusammengefaßt, das eine Ergänzung des vor Jahresfrist erschienenen „Weißbuches" darstellt. Eine ausführlichere Behandlung finden in dem vorliegenden Buch zuerst Fragen des Aufbaues und der Güte von Leitungen, wobei den aus Freileitungen und Kabeln zusammengesetzten Strecken, dem Aufbau und der Pupinisierung der Kabel besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. So finden sich die Impedanzwerte für verschiedenartigen Leitungsaufbau in Kurventafeln zusammengestellt; weitere zahlreiche Kurven behandeln besonders den Anschluß von Kabeln an Freileitungsstrecken. Die nächsten Abschnitte befassen sich mit der Verkehrsregelung, der Betriebsführung und Überwachung der internationalen Linien, und schließlich folgen Ausführungen über den Schutz von Kabeln gegen elektrolytische und chemischen Einflüsse. Maßnahmen und Messungen, die sich als geeignet erwiesen haben, werden empfohlen. Alle Fragen der Tagesordnung sind von den Vertretern der dem CCI angeschlossenen Fernsprechverwaltungen unter Hinzuziehung von Sachverständigen internationaler technischer Organisationen bearbeitet worden. Homuth.

„Hütte." Des Ingenieurs Taschenbuch. Gesamtverzeichnis zur 25. Auflage, Bd. I—IV. Herausg. v. Akadem. Verein Hütte E. V. Berlin. Mit 158 S. in 8°. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Berlin 1928. Preis geh. 2,50 RM, geb. 6 RM.

Wenn der Herausgeber der „Hütte" nicht nur jedem der vier Bände ein eigenes Sachverzeichnis gegeben hat, sondern nun noch ein Gesamtsachverzeichnis für alle vier Bände erscheinen läßt, so ist diese Maßnahme durch die nach bestimmten Gesichtspunkten vorgenommene Anordnung des Stoffes begründet. Es ist nicht immer gelungen, die ein bestimmtes Fachgebiet interessierenden Kapitel zusammen zu behandeln. Der Elektrotechniker z. B. wird mit dem 2. Bande, der den Abschnitt Elektrotechnik enthält, im allgemeinen nicht auskommen und vielfach auf den mathematisch-physikalischen Teil des 1. Bandes oder auf dessen Kapitel über Mechanik und Stoffkunde zurückgreifen müssen. Der Spezialist insbesondere ist je nach Fachrichtung auf die Abschnitte Heizung und Lüftung, Fabrikanlagen, Eisenbahnwesen, Talsperren im 3. Bande oder Verkehrstechnik, Bergbau, Landwirtschaft, Kino- und Radiotechnik im 4. Bande angewiesen. Er braucht dann nach einem außerhalb des Kapitels Elektrotechnik behandelten Gegenstande nicht erst in jedem der Einzelsachverzeichnisse zu suchen, sondern kommt durch Benutzung des Gesamtverzeichnisses rascher zum Ziel. Da das Gesamtverzeichnis ferner einen Abschnitt „Ergänzungen und Berichtigungen" enthält, welche nicht sämtlich in den Einzelbänden aufgeführt sind, ist es schon aus diesem Grunde für den Bezieher jedes einzelnen Bandes kaum zu entbehren. Man kann allerdings nicht einsehen, warum das Gesamtsachverzeichnis lediglich an die Bezieher des 4. Bandes kostenlos geliefert wird. Uns will scheinen, als ob man diese Vergünstigung auf den Bezieher jedes einzelnen Bandes hätte ausdehnen sollen, was sicher auch im Interesse eines guten Absatzes des ganzen Werkes gelegen hätte. W. Kraska.

Eisen im Hochbau. Ein Taschenbuch mit Abb., Zusammenstll., Tragfähigkeitstaf., amtl. u. sonst. techn. Vorschrift., Berechn. u. Angab. üb. d. Verwendung von Eisen im Hochbau. Herausg. v. Verein deutscher Eisenhüttenleute. 7., neubearb. Aufl. Mit zahlr. Textabb., XX u. 762 S. in 8°. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, u. Julius Springer, Berlin 1928. Preis geb. 12 RM.

In dieser neuen Auflage sind sämtliche amtlichen Bestimmungen Preußens und der Deutschen Reichsbahn, die einschlägigen deutschen Normen, sämtliche Vorschriften und Änderungen der letzten Jahre — z. B. auch die für die Starkstrom-Freileitungen — in handlicher, leicht zu findender und erschöpfender Weise zusammengefaßt wie in kaum einem anderen Hand- oder Lehrbuch. Ganz neu sind die Tragfähigkeitstafeln von einfachen und zusammengesetzten Knickstäben nach dem ω-Verfahren für eine neuerdings zulässige Beanspruchung von 1200 und von 1400 kg/cm² und bis zu einem Schlankheitsgrade $\lambda \leq 200$ mit Anführung aller bei der Berechnung nötigen statischen Werte. Ferner sind neu feuerbeständige und feuerhemmende Decken zwischen eisernen Trägern und Tragfähigkeitstafeln bis 1400 kg/cm² Eisenbeanspruchung.

Für Eisenkonstruktionsbüros und für alle Fachleute, die Eisen verbrauchen, haben wir in der neuen Auflage ein dankenswertes Werk, ein ausgezeichnetes und völlig auf der Höhe stehendes, unentbehrliches, maßgebendes Hilfsmittel und Nachschlagebuch, das in jeder Beziehung für alle Fachfragen dieses Gebietes Auskunft erteilt und seinen Zweck dank jahrelanger Arbeit vieler Ausschüsse deutscher Ingenieure zum Wohle deutscher Technik erfüllen wird. Weiterer Empfehlung bedarf es wohl nicht.

K. Bernhard.

Eiserne Fäuste. Von Dr. H. Schütze. 13. Aufl. mit 54 Textabb. u. 78 S. in 8°. Verlag von Dieck & Co., Stuttgart 1927. Preis geh. 1,80 RM, geb. 2,50 RM.

In diesem Bändchen der „Technischen Bücher für Alle" hat sich Dr. H. Schütze die Aufgabe gestellt, weiteste Kreise mit dem Wesen der Fallhämmer, Lufthämmer, Dampfhämmer, Schmiedepressen, Greifer und Krane sowie der Lasthebemagnete bekannt zu machen. Die Lösung der Aufgabe ist dem Verfasser gut gelungen. Das Erscheinen solcher Büchlein ist im Interesse der Technik, die unser tägliches Leben immer mehr durchdringt, sehr zu begrüßen. Man muß solchen anschaulichen klaren Darstellungen die weiteste Verbreitung wünschen.

Moench.

Eingegangene Doktordissertationen.

Franz Eisner, Über punktförmige Aufnahmen von Wechselstromkurven, insbesondere bei höherer Frequenz. T. H. Berlin 1928. Verlag von Julius Springer, Berlin.

Bruno Kunze, Die menschliche Wahrnehmung von Geschwindigkeitsänderungen bei horizontaler Progressivbewegung (Körper passiv). T. H. Berlin 1927. S.-A. aus Industrielle Psychotechnik 5. Jahrg. 1928, H. 3. Verlag von Julius Springer, Berlin.

Felix Zimirski, Die Berechnung eiserner Eisenbahnbrücken in Gleiskrümmungen. T. H. Berlin 1927.

Otto Wiese, Die Anfärbemethode in der Keramik und bei Mineraluntersuchungen. T. H. Berlin 1927.

Johannes Wilhelm, Beitrag zur Frage der Bewertung der verschiedenen Schwerestörungen. T. H. Berlin 1927.

Ivar Herlitz, The dynamic stability of long transmission lines. T. H. Stockholm 1928.

Karl Kaufmann, Die Biegungsmomente der Verkehrsbelastung. T. H. Berlin 1928.

Herbert Flößner, Über die Festigkeitseigenschaften gekerbter Stäbe. T. H. Dresden 1927.

Herbert Lauke, Die Leistungsabstimmung als wichtigste Aufgabe bei der Einführung von Fließarbeit. T. H. Dresden 1928. Verlag R. Oldenbourg, München.

Fritz Zierhold, Einwirkung ultravioletter Strahlen auf Baumwolle. T. H. Dresden 1928.

Otto Schlippe, Untersuchung des Pressfinish-Verfahrens. T. H. Dresden. Verlag Willfried Deyhle, G. m. b. H., Berlin 1928.

Hans Mögel, Über die gleichzeitige Erregung zweier Schwingungen in einer Dreielektrodenröhre. T. H. Dresden 1928. Verlag von M. Krayn, Berlin 1928.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Ergebnisse österreichischer Elektrizitätsgesellschaften[1]. — Wie die A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft, Wien, in ihrem Bericht für 1927 sagt, haben sich in dem Geschäftsjahr die die freie Entfaltung der Wirtschaft hindernden Umstände nicht verringert, obgleich die in Österreich und bei den affiliierten Gesellschaften im Ausland erzielten Umsätze eine Steigerung erfuhren und das Ergebnis der Vorkriegszeit nicht unbedeutend übertreffen. Dem Export stehen die Zollgrenzen der Nachbarländer in unverminderter Schärfe im Wege, und im gleichen Sinne wirken sich die sozialen Lasten aus, wenn es der Gesellschaft auch z. T. gelungen ist, diese Wirkungen durch systematische Rationalisierung der Erzeugung zu mildern. Im Inland hemmt eine notorische Übersteuerung die Kapitalbildung und damit die Rationalisierung der Produktion aller Industriezweige und der meisten Gewerbe durch Anschaffung elektrotechnischer Erzeugnisse. Als Übel besteht auch nach wie vor der ungenügende Zollschutz der Endprodukte im Gegensatz zu dem vergleichsweise hohen Schutz der notwendigen Zwischenfabrikate. Angesichts dieser Umstände kann mit einiger Zuversicht für längere Zeit eine gedeihliche Entfaltung der österreichischen Industrie im allgemeinen nicht erwartet werden, wenn Nationalrat und Regierung nicht ein scharf umschriebenes Wirtschaftsprogramm durchführen, das die Hebung und Verwertung der Bodenschätze sowie den Lohnexport zur Milderung der Arbeitslosigkeit zum Ziel setzt. „Billiger Inlandstrom ebenso wie Stromexport statt Kohlenimport, Nutzung unserer geringwertigen Kohlensorten am Ort der Gewinnung erscheinen uns, im Einklang mit bereits hier und im Auslande gewonnenen Erfahrungen, ebenso wertvolle Faktoren zur Verbesserung unserer Handelsbilanz, wie die Förderung der heimischen Landwirtschaft, bei deren Rationalisierung billiger Strom, wie — dank der Hebung des Verbrauches — preiswerte Erzeugnisse der Elektroindustrie mitwirken können." Die Gesellschaft hat aus den angeführten Gründen ihre Werbetätigkeit im Inland besonders auch durch Anteilnahme an anderen Gesellschaften entfaltet; auf die gleichen Motive ist der Ankauf der Bodenbacher Fabrik der Bergmannwerke in der Tschechoslowakei durch die A.E.G.-Elektrizitäts A.G., Prag, und eine paritätische Beteiligung der Böhm.-Mähr. elektrotechnischen Werke Fr. Krizik an letzterer zurückzuführen. Die Bemühungen für Rationalisierung der Fabrikation wurden wirksam durch die von der AEG, Berlin, erteilten Exportaufträge gefördert. Am Jahresschluß beschäftigten alle von der Berichterstatterin kontrollierten Organisationen 3036 Köpfe. Die in scharfem Kampf zu Preisen der Auslandskonkurrenz erstandenen Lieferungen an die Österreichischen Bundesbahnen erweisen sich wegen ihres Umfanges immerhin als wertvolle Regieträger der Fabrikation. An dem alljährlichen Bedarf der Wiener städtischen Straßenbahnen war die Gesellschaft wieder angemessen beteiligt, aber die seit längerer Zeit geplante Ausgestaltung des Netzes der Städtischen Elektrizitätswerke ist noch nicht in Angriff genommen worden. Die Bemühungen für den Absatz von Sonderkonstruktionen für den Schutz von Maschinen, Transformatoren und Netzen hatten Erfolg. Unter den Leitungsanlagen erwähnt der Bericht die für die Tiroler Wasserkraftwerke A. G. ausgeführte 125 kV-Leitung Innsbruck—Scharnitz für die Stromlieferung nach Bayern. Im Industriegeschäft war eine regere Investitionstätigkeit kaum zu verzeichnen, doch brachte die günstigere Konjunktur der Textil-, Papier und Druckindustrie in Verbindung mit der zunehmenden Anwendung des Einzelantriebs einige Beschäftigung. Die Kaskadenrostanlagen der A.E.G.-Union bedeuten nach Ansicht des Vorstandes einen aussichtsreichen Fortschritt in der Verwertung minderwertiger Inlandskohle. Die Abteilung für Hebezeuge, Werkzeugmaschinen und Schweißanlagen konnte den Umsatz hauptsächlich durch Export erheblich gegen das Vorjahr steigern. Der Bruttogewinn betrug 4 264 491 S (3 636 003 i. V.), der Reingewinn 459 166 S (370 505 i. V.) und die Dividende 6% auf 7,2 Mill. S Aktienkapital (5 % i. V.).

Die „Elin" A. G. für elektrische Industrie, Wien, vermochte 1927 durch ständige Verbesserung und Rationalisierung der Erzeugung sowie durch weitere Ausgestaltung der Verkaufsorganisation, besonders im Ausland, die Linie ihrer Weiterentwicklung fortzusetzen. Die Betriebstätten, vor allem die in Weiz und Wien, waren gut beschäftigt. In der Gleichstrom-Lichtbogenschweißung sind bemerkenswerte Erfolge erzielt worden. Die Meßwandlerfabrikation wurde für große Serien eingerichtet, Freiluftausführungen bis 110 kV sind gebaut worden. Die Hochspannungsabteilung hatte gut zu tun, u. a. sowohl für die Bundesbahnen wie für die Gemeinde Wien. Eine größere Anzahl von Glasgleichrichteranlagen haben In- und Ausland bestellt. Das Exportgeschäft hat sich im Berichtsjahr wesentlich vergrößert, auch nach Übersee. Dazu wird im einzelnen u. a. bemerkt, daß es in Polen durch die neuesten handelspolitischen Maßnahmen der dortigen Regierung sehr gefährdet erscheint. Der Umsatz in Südslawien ist um etwa 50 % gegen das Vorjahr gewachsen. Die Tätigkeit in Italien wird in steigendem Maß durch Vorkehrungen zum Schutz der inländischen Industrie erschwert, das Preisniveau stark gedrückt. Aus der Tschechoslowakei meldet der Bericht einen befriedigenden geschäftlichen Aufschwung. Das Arbeiten mit Deutschland, bei dem der Absatz der Gleichstrom-Lichtbogenschweißapparate eine große Rolle spielt, weist eine sehr erfreuliche Entwicklung auf. Der Verkauf in England hat weiter zugenommen, ebenso verhältnismäßig gut in Spanien. Auch mit Sowjetrußland war das Geschäft wesentlich größer als 1926, ist aber angesichts des steigenden Preisdruckes und der Forderungen nach immer längeren Krediten und kürzeren Lieferterminen schwieriger geworden. Die Erträgnisse der Elektrizitätswerke befriedigten. Mit Rücksicht auf den gesteigerten Geschäftsumfang, die schlechteren Zahlungsbedingungen und die Notwendigkeit, produktive Investitionen in den Hauptfabriken vorzunehmen, hat die Berichterstatterin ihr Aktienkapital auf 8,75 Mill. S erhöht. Als Erträgnisse werden 5 598 082 S (4 486 035 i. V.) und als Reingewinn mit Vortrag 703 202 S (646 974 i. V.) ausgewiesen. Die Dividende betrug wieder 10 % auf 5,625 Mill. S Aktienkapital.

Im Geschäftsbericht für 1927 konstatieren die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke, Wien, einen, wenn auch kleinen Aufschwung im industriellen Leben des Landes. Die Abteilung für Industrieanlagen hatte daher einen größeren Bestellungseingang, der sich, mit Ausnahme des Baugewerbes usw., ziemlich gleichmäßig auf die verschiedenen Industriezweige verteilte. Die Bemühungen der Berichterstatterin, die Elektrowärme in die Schwerindustrie einzuführen und damit vor allem für die heimischen Wasserkräfte ein aussichtsreiches Absatzgebiet zu erschließen, haben steigenden Erfolg. Die Besserung der Wirtschaftslage äußerte sich auch in einem höheren Umsatz der Verkaufsabteilung für Kleinmotoren, Installationsmaterial und elektrische Hausgeräte, ebenso im Verkauf von Maschinen und Motoren für die Landwirtschaft. Im Ausbau und in der Erweiterung großer Stromerzeugungs- und Verteilungsanlagen machte sich dagegen überall eine durch Mangel an Kapital und Gelegenheit, Energie im Inland zu verwerten, veranlaßte Zurückhaltung bemerkbar. Kleine Hauszentralen (1,5 kW) finden immer mehr Absatz auf einzelstehenden Gütern in alpinen Schutzhütten usw. Die Abteilung Bahnen war wieder größtenteils für die Elektrisierung der Bundesbahnen beschäftigt, aber auch von der Gemeinde Wien sind belangreiche Aufträge erteilt worden. Bezüglich der weiteren Elektrisierung der Bundesbahnen hat die Berichterstatterin gemeinsam mit der A.E.G.-Union, der „Elin" A. G. und den Österreichischen Brown Boveri-Werken eine Denkschrift ausgearbeitet, die die Strecke Wien—Salzburg als für die Elektrisierung geeignet und den elektrischen Betrieb selbst bei den derzeit niedrigen Kohlenpreisen für wirtschaftlicher als den Dampfbetrieb erklärt. Das Kabelwerk war, hauptsächlich infolge fortdauernder Lieferungen für den Fernsprechkabelbau, gut beschäftigt. Das Exportgeschäft läßt sich nur durch Preisopfer und Einräumung langfristiger Zahlungsbedingungen aufrechterhalten. An den Lieferungen für Rußland war die Gesellschaft im Wege der russischen Handelsvertretung beteiligt. Am Ende des Berichtsjahres beschäftigten die in ihrem Geschäftsbereich arbeitenden Siemens-Firmen im ganzen 6966, und Ende April 1928 7696 Personen. Der Rohgewinn stellte sich auf 11 660 914 S (10 816 181 i. V.) und der Reingewinn auf 1 972 442 S (1 868 433 i. V.); als Dividende wurden wieder 6 % auf 26,25 Mill. S Aktienkapital ausgeschüttet.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1587.

Berichtigung.

In der Umschau „Die Entwicklung der elektrischen Zugförderung im Jahre 1927", ETZ 1928, S. 1069, ist infolge eines Druckfehlers auf S. 1070, linke Spalte, 6. Absatz, 7. Zeile, das Gewicht der 1 B_0 - B_0 1-Lokomotiven (Reihe E 1801) fälschlich mit 150 t angegeben. Diese Zahl ist in 105 t zu ändern.

Abschluß des Heftes: 28. Juli 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

[3]2. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 9. AUGUST 1928
([1]173—1204)

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24
49. Jahrgang Berlin, 9. August 1928 Heft 32

Die physiologischen Grundlagen der Straßenbeleuchtung.

Von Obering. L. **Schneider**, Berlin.

Übersicht. Unter Beziehung aller Sehvorgänge auf das Netzhautbild wird die Arbeitsweise des menschlichen Auges auf fünf physiologische Grundempfindlichkeiten des Auges zurückgeführt. Diese Grundempfindlichkeiten lassen sich experimentell untersuchen, so daß jetzt die Möglichkeit gegeben ist, die wichtigsten Sehvorgänge messend zu erfassen. Der Sehvorgang auf der Straße bei natürlicher und künstlicher Beleuchtung wird auf diese Grundempfindlichkeiten zurückgeführt und ein Weg gezeigt, auf dem die sich hieraus ergebenden Forderungen an die Bemessung der Beleuchtung in Verbindung mit der Verkehrsgeschwindigkeit und dem Bremsweg der Fahrzeuge zahlenmäßig festgelegt werden können.

Der heutige großstädtische Straßenverkehr wird vom Kraftfahrzeug beherrscht. Dies hat zur Folge, daß er immer mehr und mehr Schnellverkehr wird. Damit nehmen aber auch die Verkehrsgefahren in steigendem Maße zu. Die Rubrik „Verkehrsunfälle" ist in den Tageszeitungen unter diesen Umständen zu einer leider täglichen Einrichtung geworden. Wenn die Gefährlichkeit des heutigen Straßenverkehrs bei Tage schon groß genug ist, wächst sie noch in der Dunkelheit sehr erheblich unter dem Einfluß der für diesen Verkehr heute noch meist unzureichenden Straßenbeleuchtung. Das Gefühl für die Verbesserungsbedürftigkeit der Straßenbeleuchtung ist vorhanden. Die neuzeitliche Lichttechnik hat auch schon gute Leuchten dafür geschaffen. Die Ansichten der für die Straßenbeleuchtung maßgebenden Stellen sind aber noch geteilt, weil ein objektiver Bewertungsmaßstab für eine gute Straßenbeleuchtung heute noch fehlt. Man ist vielmehr in der Hauptsache auf den persönlichen Eindruck angewiesen. Da es aber außerordentlich schwer oder fast unmöglich ist, sich einen ungetrübten Blick für die objektive Beurteilung der Wirkung einer Straßenbeleuchtung zu erwerben, ist es notwendig, eine Grundlage zu suchen, auf Grund deren objektive Grundsätze ausgearbeitet werden können, die einen sicheren Anhaltspunkt für die Bemessung und Beurteilung der Straßenbeleuchtung geben.

Der bisherige Beurteilungsmaßstab, der noch im Zeichen der raschen Entwicklung der Leuchttechnik (Lichterzeugung) und des heftigen Widerstreites zwischen elektrischer und Gasbeleuchtung stand, legt für die Beurteilung der Straßenbeleuchtung die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer horizontalen Ebene 1 m über der Straßenoberfläche zugrunde und zieht die Gleichmäßigkeit dieser Beleuchtungsstärke, also das Verhältnis der auf dieser Ebene vorhandenen minimalen zur maximalen Beleuchtungsstärke, als Bewertungsmaßstab mit hinzu. Über die Blendung können bis heute noch keine sicheren Zahlen gegeben werden. Die als notwendige Beleuchtungsstärke und Gleichmäßigkeit festzusetzenden Zahlen konnten aber nur rein gefühls- und erfahrungsmäßig festgelegt werden, nicht aber auf Grund sicherer, etwa physiologisch begründeter Unterlagen. Sie kamen daher auch nur allmählich und auf Grund reiflicher Überlegungen und Besprechungen zustande. Zweifellos waren sie auch für den Verkehr der letzten Jahre und Jahrzehnte vollauf genügend und stellen auch für die heutigen Verhältnisse den einzig brauchbaren Anhalt dar, bis ein neues System ausgearbeitet, genügend durchforscht und begründet ist. Daß aber ein neues Bewertungsystem geschaffen werden muß, geht nicht nur aus den oben angeführten Gründen hervor, sondern auch aus der Tatsache, daß eine den heutigen Verkehrsverhältnissen angepaßte Straßenbeleuchtung einen erheblich größeren Kostenaufwand notwendig macht. Zu einem solchen wird man sich aber nur dann entschließen, wenn sicher begründete Forderungen vorhanden sind. Es kommt also nicht darauf an, neue lichttechnische Mittel zur Lösung dieser Aufgabe zu finden, da, wie schon erwähnt, die Lichttechnik sehr aussichtsreiche Wege beschritten hat. Es gilt vielmehr, mit Hilfe eines sicher fundierten Bewertungsmaßstabes Ansichten und auf Verkennung des Begriffes „Wirtschaftlichkeit" beruhende Vorurteile zu überwinden, die einer richtigen Anwendung der lichttechnischen Mittel heute hindernd im Wege stehen.

Ein solcher objektiver Bewertungsmaßstab läßt sich nach dem heutigen Stande der lichttechnischen Erkenntnisse nur auf physiologischer Grundlage aufbauen, die Teichmüller als wichtigsten Gesichtspunkt bei der Betrachtung lichttechnischer Probleme in den Vordergrund gestellt und von Anfang an in seinen lichttechnischen Unterricht eingeführt hat. Damit brach er mit der Ansicht, daß die Berücksichtigung physiologischer Gesichtspunkte eine hygienische Forderung sei. In neuerer Zeit ist in dieser Richtung schon vielfach gearbeitet worden. So kommt Arndt[1] zur Forderung höherer Beleuchtungstärken für Straßenbeleuchtung und entwickelt einen Faktor, der einen Maßstab für die Blendung geben soll. Leider sind diese Forderungen physiologisch nicht genügend begründet, weil vor allen Dingen den physiologischen Voraussetzungen für das Sehen auf der Straße nicht genügend Rechnung getragen ist. Bei den bei der Arbeitsbeleuchtung gegebenen Bedingungen sind die zu beobachtenden Objekte ungefähr in Leseentfernung oder etwas weiter, im allgemeinen nicht weiter als 1 m entfernt. Die Objekte auf der Straße sind dagegen mehrere 10 bis zu mehreren 100 m entfernt. Die dadurch bedingte unschärfere Abbildung schafft andere Sehbedingungen. Die zur Ermittlung der notwendigen Beleuchtungstärke zitierten Untersuchungsergebnisse von Ströer beziehen sich auf eine besondere Art der Formenempfindlichkeit (sogenannte Noniensehschärfe beim Ablesen von Schublehren), also wie später noch gezeigt wird, auf ganz andere Verhältnisse als beim Sehen auf der Straße. Die außerdem angeführten Untersuchungen von Nutting gelten nur für die Unterschiedsempfindlichkeit, geben also auch keinen genügenden Maßstab ab. Die Einführung des Verhältnisses der Blendungsleuchtdichte zur zulässigen Leuchtdichte als Bewertungsmaßstab ist begrüßenswert. Die als zulässige Leuchtdichten angegebenen Werte sind zu hoch, weil das den hierbei verwendeten Blendungsmessungen zugrunde liegende Kriterium, nämlich ein „unangenehmes Gefühl", reichlich unsicher ist und die Leistungsfähigkeit des Auges schon beträchtlich vermindert ist, bevor das „unangenehme Gefühl" auftritt. Der Hinweis auf die „Diffusität des Lichtstromes", deren Notwendigkeit allerdings nur damit begründet wird, daß sie ein „physiologisch günstiges Moment" sei, ist erfreulich, ihre physiologische Begründung bei der Straßenbeleuchtung wird erst im Verlauf der vorliegenden Arbeit gegeben. Dem negativen Urteil über die Nordensche Schattenmeßmethode kann nicht zugestimmt werden, ebensowenig der Behauptung, daß der obenerwähnte Blendungsfaktor gleichzeitig einen Maßstab für die Diffusität gibt, die im übrigen durch die Schattigkeitsmessungen Arndts selbst beim Vergleich von Freistrahlern mit Großflächengeleuchten widerlegt wird.

Es soll nun im folgenden versucht werden, den Weg, der zu einem solchen Bewertungsmaßstab führt, anzudeuten auf der Grundlage von physiologischen Grund-

[1] Arndt, Licht u. Lampe Bd. 16, S. 589.

empfindlichkeiten, mit deren Hilfe es auch gelungen ist, das Problem der Leistungssteigerung durch Beleuchtung auf eine festere Basis zu stellen[2]. Dies erfordert ein Freimachen von bisherigen Vorstellungen und einer durch die Praxis gegebenen Denkart und Richtung. Die anzustellenden Überlegungen beziehen sich auf das bei der Betrachtung der Straßen entstehende Netzhautbild, weil dies die letzte Instanz vom physikalisch messend Erfaßbaren beim Übergang in das Reich der Empfindungen ist, die ja letzten Endes für das Sehen der Vorgänge auf der Straße und damit auch für die Beurteilung der Straßenbeleuchtung maßgebend sind. Dabei müssen wir uns klar sein, daß das Beziehen aller Vorgänge auf das Netzhautbild nicht die Erklärung aller Erscheinungen ermöglicht, weil der Wahrnehmungsvorgang nicht allein durch den Lichtreiz der Netzhaut bedingt ist, sondern zum Teil im Psychischen beeinflußt wird, Vorgänge, die sicher zu erfassen, sehr schwer, wenn nicht vorläufig unmöglich ist. In der Hauptsache sind es die Einflüsse der Transformation, die fördernd oder hindernd sein können; fördernd für den Sehvorgang und was damit zusammenhängt, hindernd oder erschwerend für die objektive, vom persönlichen losgelöste Betrachtung der Vorgänge auf der Straße und für die Analysierung der Vorgänge im Netzhautbild. Auf die Bedeutung der Transformation für den Sehvorgang und damit auch für die Lichttechnik haben in neuerer Zeit Kroh[3] und Teichmüller[4] aufmerksam gemacht, auf welche Arbeiten besonders verwiesen sei.

Für die Betrachtung des Netzhautbildes kommt sowohl der zentrale wie der periphere Teil der Netzhaut, also das direkt wie das indirekt Gesehene, in Betracht. Es setzt sich aus Leuchtdichten zusammen — nur die Leuchtdichten der Gegenstände im Gesichtsfeld sind es, die wir überhaupt wahrnehmen können — aus Leuchtdichten verschiedener Intensität, Flächenausdehnung und Schärfe der Abbildung. Es besteht also aus einer Menge von Leuchtdichtekontrasten verschiedener Größe, Ausdehnung und Schärfe des Übergangs. (Die Leuchtdichten und Leuchtdichtekontraste sind nicht nur durch die Beleuchtung allein, sondern auch durch die Reflexion bedingt. Deshalb genügt die Angabe der Beleuchtungsstärke allein nicht. Die Ausdehnung der Leuchtdichten hängt von der Objektgröße und der Entfernung des Objektes vom Auge ab. Deshalb kann die Angabe der Objektgröße nicht im Längenmaß, sondern nur im Bogenmaß erfolgen. Der Leuchtdichte-Übergang ist nicht nur durch das Reflexionsvermögen, sondern auch durch die Schärfe der Abbildung [Zerstreuungskreise] auf der Netzhaut mit bedingt.) Der im zentralen Bereich der Netzhaut liegende Anteil der Leuchtdichte und Leuchtdichte-Kontraste wird deutlich wahrgenommen, der im peripheren Teile liegende dient mehr der Orientierung und der orientierenden Vervollständigung des Bildes im Gesichtsfeld und beeinflußt im wesentlichen durch die Intensität seiner Leuchtdichte den Adaptations- d. h. den Empfindlichkeitszustand des Auges.

Von diesen Voraussetzungen, die die betrachteten Objekte und das gesehene Bild in unmittelbare, möglichst meßbare und klare Beziehungen zueinander bringen können, ausgehend, sollen die Grundempfindlichkeiten des Auges, die die Grundlage der Wahrnehmung bilden, aufgesucht werden. Dabei ist der durch das natürliche Linsen- und Pupillenspiel gegebene Akkommodationszustand und der Adaptationszustand, soweit er durch das Pupillenspiel beeinflußt wird, als durch die jeweiligen Verhältnisse bedingt betrachtet, und es wird angenommen, daß beide, da sie vom Willen unbeeinflußbar sind, soweit sie hier in Betracht kommen, unter gleichen Bedingungen zu anderer Zeit genau denselben Zustand wieder hervorrufen. Von künstlicher Pupille und einer einzigen Akkommodationsentfernung als normalem Zustand, wie es noch vielfach üblich ist, ist also abgesehen, um den natürlichen Vorgang in keiner Weise zu komplizieren.

Die physiologischen Grundempfindlichkeiten.

Die einfachste Fähigkeit des Auges ist die, Hell-Dunkel-Unterschiede, also Leuchtdichtekontraste, wahrzunehmen. Die äußerste Grenze dieser Fähigkeit heißt Unterschiedsempfindlichkeit. Sie ist definiert als das Verhältnis der Adaptationsleuchtdichte zu dem bei dieser Leuchtdichte noch eben empfindbaren Leuchtdichteunterschied $\left(\frac{e}{\Delta e}\right)$. (Es ist dieser Difinition bewußt der reziproke Wert der früheren Definition der Unterschiedsempfindlichkeit zugrunde gelegt, da letztere als das Verhältnis des eben wahrnehmbaren Leuchtdichteunterschiedes zur Adaptationsleuchtdichte ihrem mathematischen Verlauf $\frac{\Delta e}{e}$ entgegenläuft, insofern als $\frac{\Delta e}{e}$ ein Minimum ist, wenn die Unterschiedsempfindlichkeit ein Maximum ist.) Die Unterschiedsempfindlichkeit stellt also die Grenze der Empfindbarkeit von Leuchtdichtekontrasten unter verschiedenen Bedingungen dar.

Die Fähigkeit der Auflösung der verschiedenen Leuchtdichten und Leuchtdichtekontraste hinsichtlich ihrer Form ist die Formenempfindlichkeit. Sie ermöglicht erst die Vermittlung eines deutlichen Bildes unserer Umwelt. Ein Spezialfall der Formenempfindlichkeit ist die von der Ophthalmologie her bekannte Sehschärfe. Die Einheit der Sehschärfe ist dann vorhanden, wenn zwei Punkte, die einen Kontrast von ungefähr 1 : 20 zu ihrer Umgebung haben und um eine Bogenminute voneinander entfernt sind, noch deutlich wahrgenommen werden können. Die Sehschärfe, die in der Ophthalmologie für die Beurteilung des Refraktionszustandes des Auges ein sehr wertvolles Hilfsmittel ist, gibt für unsere Betrachtungen einen zu eng begrenzten Maßstab, da z. B. ein Strich von einem harten, spitzen Bleistift auf weißem Zeichenpapier, wie beim technischen Zeichnen üblich, viel dünner ist als eine Bogenminute und sein Kontrast zum Papier von 1 : 1,7 nur ungefähr ein Zehntel des bei der Sehschärfeprüfung üblichen Kontrastes beträgt. Die Formenempfindlichkeit wird durch das von den Zapfen und Stäbchen gebildete Netzhautmosaik ermöglicht und ist daher entsprechend der Verteilung der Zapfen und Stäbchen an den verschiedenen Stellen der Netzhaut verschieden.

Während die Unterschiedsempfindlichkeit und Formenempfindlichkeit von der Zeit unabhängig sind, d. h. zu ihrer Prüfung beliebig viel Zeit zur Wahrnehmung des Kontrastes bzw. zur Entzifferung der Form zur Verfügung steht, tritt durch die Empfindungsgeschwindigkeit ein den Sehvorgang wesentlich komplizierendes Moment hinzu. Es vergeht nämlich eine gewisse meßbare Zeit vom Auftreffen des Lichtreizes auf der Netzhaut bis zur Auslösung der Empfindung im Gehirn, und da sehr viele Erscheinungen der Umwelt Bewegungen sind oder aber infolge der sehr geringen Ausdehnung der Zone des deutlichen Sehens der Blick zur deutlichen Wahrnehmung einen größeren Bereich des Gesichtsfeldes durchstreichen muß, d. h. eine große Anzahl von kleinen Bildern nacheinander auf der Zone des deutlichen Sehens der Netzhaut kurzzeitig projizieren muß[5], steht im allgemeinen zur Beobachtung von Einzelheiten nur eine beschränkte Zeit von Bruchteilen von Sekunden zur Verfügung. Infolgedessen sind die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Auges im allgemeinen größer, als aus der Unterschieds- und Formenempfindlichkeit anzunehmen ist. Es ergeben sich infolgedessen Kombinationen aus der Empfindungsgeschwindigkeit und den beiden anderen Grundempfindlichkeiten.

Die Unterschiedsempfindungsgeschwindigkeit als Kombination aus Unterschiedsempfindlichkeit und Empfindungsgeschwindigkeit gibt ein Maß für die kürzeste Zeit, in der ein bestimmter Kontrast eben noch wahrgenommen werden kann bzw. für den geringsten Leuchtdichtekontrast, der bei einer bestimmten Reizdauer noch wahrgenommen werden kann. Die Unterschiedsempfindungsgeschwindigkeit hat in der Hauptsache für das periphere Sehen Bedeutung, wo ja die Formenempfindlichkeit gegenüber der Unterschiedsempfindlichkeit zurücktritt. Es wird uns also z. B. beim Straßenverkehr das Erscheinen eines in die Peripherie des Gesichtsfeldes von außen eintretenden Hindernisses, z. B. das Erscheinen eines aus einer Querstraße herauskommenden Wagens vermitteln und unsere Aufmerksamkeit dorthin lenken. Das bedeutet in den meisten Fällen die Veranlassung, dieses Hindernis zu betrachten, also sein Bild auf die Stelle des deutlichsten Sehens der Netzhaut zu projizieren.

Dabei wird dann die Unterschiedsempfindungsgeschwindigkeit von der Formenempfindungsgeschwindigkeit abgelöst, die als Kombination der Formenempfindlichkeit und Empfindungsgeschwindigkeit uns das deutliche Sehen kurzzeitig sich abspielender Vorgänge vermittelt und damit die für den Sehvorgang wichtigste Grundempfindlichkeit darstellt.

Diese Grundempfindlichkeiten sind nun im höchsten Maße von dem Adaptationszustand des Auges abhängig, d. h. abhängig von der Intensität aller Leucht-

[2] Schneider, Licht u. Lampe Bd. 16, S. 803.
[3] Kroh, Licht u. Lampe, Bd. 17, S. 277.
[4] Teichmüller, ETZ 1928, Bd. 49, S. 493.
[5] Teichmüller, ETZ 1928, Bd. 49, S. 493.

dichten und ihrer Verteilung im Gesichtsfeld und damit letzten Endes auch abhängig von der Beleuchtung der Umgebung überhaupt. Abb. 1 zeigt den Verlauf der Unterschiedsempfindlichkeit in Abhängigkeit von der Adaptationsleuchtdichte[6]. Um eine leichte Vorstellung von der Wechselbeziehung Leuchtdichte und Beleuchtungsstärke zu erhalten, ist in dieser und den folgenden Kurven nicht die offizielle Leuchtdichteeinheit 1 Stilb (1 Hefner-Kerze/cm²) zugrunde gelegt, sondern eine zum leichteren Verständnis eingeführte Arbeitsgröße, die in Anlehnung an einen Versuch der Physiologen vorläufig „Lux auf Weiß" genannt sei. Die Leuchtdichte von 1 Lux auf Weiß ist dann vorhanden, wenn eine vollständig diffus reflektierende Fläche mit der Reflexion 1 (100 %) von 1 Lux beleuchtet wird oder eine diffus reflektierende Fläche mit der Reflexion 0,2 (20 %) mit 5 Lux beleuchtet wird, wodurch über die Reflexion eine zahlenmäßig einfache, leicht vorstellbare Beziehung zwischen Leuchtdichte und Beleuchtungsstärke hergestellt ist. Im offiziellen Leuchtdichtemaßstab ausgedrückt, entspricht 1 Lux auf Weiß dem Wert $\frac{1}{\pi} \cdot 10^{-4}$ Hefner-Kerzen/cm².) Aus dem Verlauf der Kurve sehen, daß die Unterschiedsempfindlichkeit mit zunehmender Adaptationsleuchtdichte rasch zunimmt und innerhalb eines Bereiches von ungefähr 200 ... 20 000 Lux auf Weiß

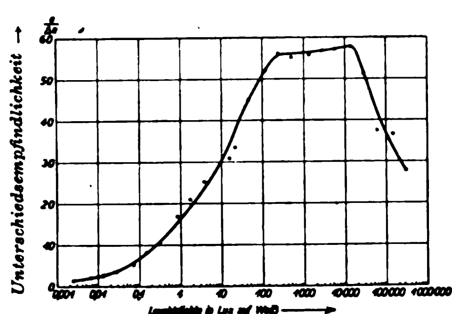


Abb. 1. Abhängigkeit der Unterschiedsempfindlichkeit von der Adaptationsleuchtdichte.

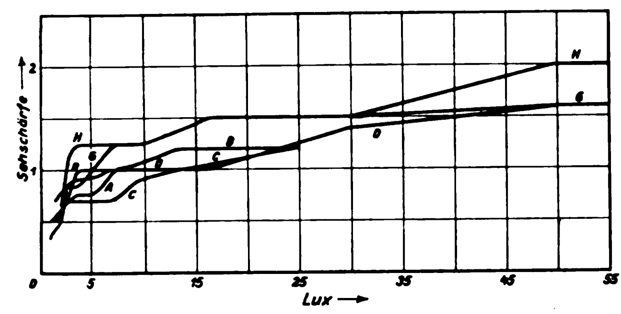


Abb. 2. Abhängigkeit der Sehschärfe von der Beleuchtung für verschiedene Versuchspersonen.

ihr Maximum hat, um dann wieder infolge von Blendung rasch abzufallen. Das bedeutet, daß mit zunehmender Helladaptation immer kleinere Leuchtdichtekontraste noch eben wahrgenommen werden können und umgekehrt, was für unsere späteren Betrachtungen sehr wichtig ist, und daß physikalisch vorhandene, z. B. durch den Unterschied des Reflexionsvermögens konstant festgelegte und meßbare Leuchtdichtekontraste mit zunehmender Dunkeladaptation, d. h. mit abnehmender Beleuchtung, als geringer empfunden werden und schließlich überhaupt nicht mehr wahrgenommen werden können, also subjektiv verschwinden, trotzdem sie objektiv vorhanden sind. Das große Gebiet der Formenempfindlichkeit ist noch relativ wenig durchforscht, dagegen liegen für die Sehschärfe, die ja einen Teil der Formenempfindlichkeit darstellt, eine größere Anzahl von Untersuchungsreihen vor. In Abb. 2 ist das Ergebnis einer solchen an einer größeren Anzahl von Versuchspersonen angestellten Untersuchungsreihe wiedergegeben[7]. Der Verlauf der Kurven zeigt, daß die Sehschärfe mit zunehmender Beleuchtungstärke zunimmt, daß zwar bei einer Anzahl von Versuchspersonen die Sehschärfe 1 schon bei sehr niedrigen Beleuchtungstärken erreicht ist, das Maximum der Sehschärfe aber bei fast allen Versuchspersonen gleichmäßig erst bei ungefähr 50 Lux erreicht wird. Dies ist von um so größerer Bedeutung, als im allgemeinen die Formenempfindlichkeit, wie oben kurz angedeutet, größere Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Auges stellt als der Spezialbereich der Sehschärfe. (Als Abszisse ist bei dieser Abbildung die Beleuchtungstärke angegeben, da aus den Versuchsangaben die Leuchtdichte nicht mit Sicherheit zu ermitteln war. Voraussichtlich beträgt sie aber zahlenmäßig, entsprechend der Reflexion des für die Sehschärfetafeln verwendeten Papiers, schätzungsweise 70 % der für die Beleuchtungstärke angegebenen Zahlenwerte.)

Die einwandfreie Messung der Empfindungszeit ist nur unter großen Schwierigkeiten möglich, da es sehr schwer ist, die reine Empfindungszeit, die vom Auftreffen des Reizes bis zur Auslösung der Empfindung vergeht, von der Reaktionszeit zu trennen, die vergeht, um die ausgelöste Empfindung durch ein optisches, akustisches oder sonstiges Zeichen anzuzeigen. In den Abb. 3*[8] u. 4*[9] sind die Ergebnisse derartiger Untersuchungsreihen niedergelegt, die nach einer von Fröhlich[10] angegebenen Methode ermittelt sind. Die Kurven geben den Verlauf der Empfindungszeit in Sekunden (als Ordinate) in Abhängigkeit von der Adaptationsleuchtdichte für zwei verschiedene Leuchtdichtebereiche wieder, und zwar Abb. 3 für Leuchtdichtebereiche, wie sie bei der heutigen Straßenbeleuchtung noch gang und gäbe sind, und Abb. 4 für Bereiche, wie sie sich für die Zukunft als notwendig herausstellen werden. Aus beiden Kurvenscharen ist zu ersehen, daß die Empfindungszeit mit zunehmender Leuchtdichte abnimmt, und damit die Empfindungsgeschwindigkeit mit zunehmender Leuchtdichte, also mit zunehmender Helladaptation zunimmt.

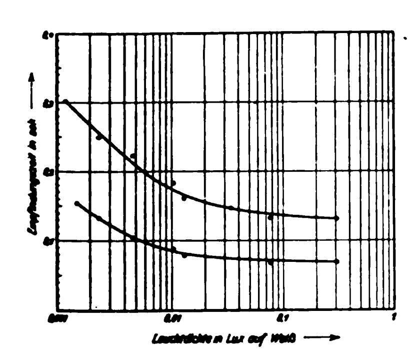


Abb. 3. Leuchtdichte und Empfindungszeit bei exzentrischer Beobachtung und Dunkeladaptation (Größe der Reizfläche 11′ × 2° 52′, Netzhautbild 4° ... 8° exzentrisch).

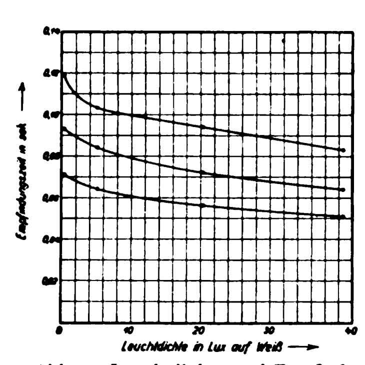


Abb. 4. Leuchtdichte und Empfindungszeit bei exzentrischer Beobachtung und mäßiger Helladaptation (Größe der Reizfläche 3,82° × 3,82°, Netzhautbild 4° ... 8° exzentrisch).

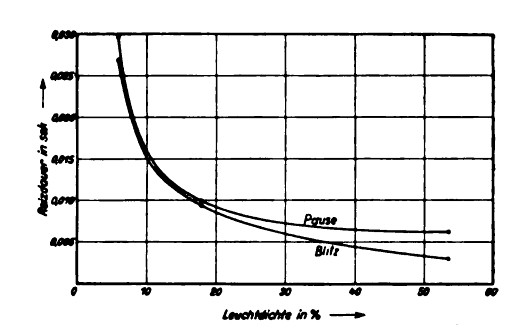


Abb. 5. Abhängigkeit der Schwellenleuchtdichte von der Reizdauer (Reizfläche Kreis von 56′ Dmr. Umfeld dunkel, künstliche Pupille von 4 mm Dmr. Leuchtdichtewerte relativ, Einheit unbekannt).

Über den Einfluß der Leuchtdichte auf die Unterschiedsempfindungsgeschwindigkeit liegt leider noch sehr spärliches Material vor. Es kann hier lediglich eine nach einem von Gildemeister entwickelten Meßverfahren angestellte Untersuchung über die Abhängigkeit der Empfindungschwellen bei kurz dauernden Reizen von der

[6] König u. Brodhun, Sitzungsber. d. Akad. d. Wissenschaft., Berlin 8, II. 917. König: Ges. Abh. z. phys. Optik, Leipzig 1903, S. 116. Schröder, Z. f. Sinnesphysiol. Bd. 57, S. 195.

[7] Korff-Petersen, Münch. Med. Wochenschr. 1919.
*[8] Vogelsang, Z. f. Sinnesphysiol. Bd. 58, S. 38.
*[9] Fröhlich, Z. f. Sinnesphysiol. Bd. 55, S. 1.
[10] Fröhlich, Z. f. Sinnesphysiol., Bd. 54, S. 58.

Reizdauer, also über die überhaupt noch wahrnehmbaren, dem Auge kurzdauernd dargebotenen Leuchtdichten und damit die untersten Grenzen der Unterschiedsempfindungsgeschwindigkeit gegeben werden (Abb. 5*[11]). Da aus dem Untersuchungsbericht die absolute Höhe der Leuchtdichte nicht zu ermitteln war, kann man lediglich aus dem Kurvenverlauf schließen, daß mit zunehmender Leuchtdichte kürzer dauernde Lichtreize wahrgenommen werden können, daß also mit zunehmender Leuchtdichte die Unterschiedsempfindungsgeschwindigkeit steigt.

Dagegen liegt über die Formenempfindungsgeschwindigkeit schon umfassenderes Material von Ferree und Rand[12] vor. Abb. 6 zeigt die Abhängigkeit der Wahrnehmungsgeschwindigkeit von der Leuchtdichte für ein Prüfobjekt (Landoltscher Ring) von 1 Bogenmin. Öffnung. Neben der Formenempfindungsgeschwindigkeit (in

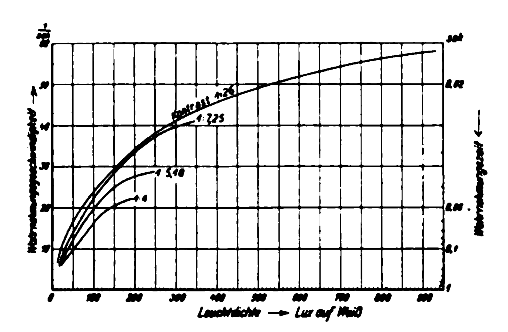


Abb. 6. Abhängigkeit der Formenempfindungsgeschwindigkeit von der Adaptationsleuchtdichte für gleich großes Objekt und verschiedene Kontraste. Prüfobjekt: Landoltscher Ring von 1 Bogenmin. Öffnung.

der Abb. 6 Wahrnehmungsgeschwindigkeit genannt) in $\frac{1}{\text{Sek.}}$ ist auf der rechten Seite die Wahrnehmungszeit in Sek als Ordinate aufgetragen. Aus dem Kurvenverlauf ist zu ersehen, daß die Wahrnehmungsgeschwindigkeit selbst bei einer Leuchtdichte von 900 Lux auf Weiß ihr Maximum noch nicht erreicht hat. Dagegen zeigt der Verlauf der Kurvenschar von Abb. 2, die unter sonst ganz ähnlichen Bedingungen wie die obere Kurve von Abb. 6 (Kontrast ungefähr 1 : 20, Objektgröße bei Sehschärfe 1 1 Bogenmin.) aufgenommen ist, ein Maximum bei ungefähr 50 Lux entsprechend einer Leuchtdichte von ungefähr 35 Lux auf Weiß. Hieraus ergibt sich ganz deutlich, welch starken Einfluß die Beleuchtung auf die Formenempfindungsgeschwindigkeit gegenüber der Formenempfindlichkeit hat. Da, wie oben erwähnt, die Formenempfindungsgeschwindigkeit die häufigste Beanspruchung des Auges darstellt, können uns die Ergebnisse über die Untersuchungen der Formenempfindungsgeschwindigkeit die zuverlässigsten Anhaltspunkte für die Bemessung der Beleuchtung geben.

Leuchtdichten aufgetragen sind. Aus den Kurvenscharen ergibt sich, daß bei geringeren Leuchtdichten die Formenempfindungsgeschwindigkeit für gleiche Kontraste geringer ist als bei höheren Leuchtdichten und daß sie mit zunehmendem Kontraste zunimmt. Ein starker Anstieg der Kurve ist insbesondere in den unteren Kontrastbereichen wahrzunehmen, die, wie die Zahlentafel 1 zeigt, die im täglichen Leben am meisten vorkommenden sind. Danach sind Kontraste von 1 : 2 ... 1 : 10 die im normalen Bürobetrieb häufigsten und viel geringer, als man im allgemeinen anzunehmen gewohnt war.

Zahlentafel 1.

Schwarze Tusche auf weißem Zeichenpapier	1 : 18
Kopierstift auf Schreibmaschinenpapier	1 : 2
Kopierstift-Kopie 1. Abzug	1 : 3
Kopierstift-Kopie 5. Abzug	1 : 2
Tinte auf weißem Schreibpapier	1 : 10
Schwarzer Druck auf gewöhnlichem Zeitungspapier	1 : 7
Schwarzer Druck auf Kunstdruckpapier	1 : 14
Bleistiftschrift Nr. 2 auf Zeichenpapier	1 : 3
Bleistiftschrift Nr. 4 auf Zeichenpapier	1 : 2
Schwarze Maschinenschrift auf Schreibmaschinenpapier	1 : 8
Violette Maschinenschrift auf Schreibmaschinenpapier	1 : 8
Maschinenschrift-Kopie 1. Abzug	1 : 5
Maschinenschrift-Kopie 5. Abzug	1 : 3
Maschinenschrift-Durchschlag, schwarz	1 : 2
Maschinenschrift-Durchschlag, violett	1 : 2

Besonders wichtig für die späteren Überlegungen ist der Einfluß der Größe des Netzhautbildes eines Objektes auf die Grundempfindlichkeiten des Auges. Ein anschauliches Bild darüber gibt Abb. 8, die die Abhängigkeit der Formenempfindlichkeit von der Objektgröße für verschiedene Leuchtdichten und einen Kontrast von 1 : 4 darstellt. (Die Werte entstammen derselben Untersuchungsreihe, aus der Abb. 6 entnommen ist.) Aus den Kurvenscharen geht hervor, daß z. B. für einen Kontrast von 1 : 4 und eine Leuchtdichte von 38 Lux auf Weiß bei Zunahme der Objektgröße von 1 auf 5,2 Bogenminuten die Formenempfindlichkeit um das Zwölfeinhalbfache, bei 190 Lux auf Weiß dagegen nur um das Sechsfache steigt. Daraus folgt, daß bei geringeren Leuchtdichten die Größe des Netzhautbildes einen viel stärkeren Einfluß auf die Formenempfindungsgeschwindigkeit hat als bei höheren Leuchtdichten. Da die Bildgröße der Objekte auf der Netzhaut von der Größe und der Entfernung der Objekte abhängig ist, so ist also die Formenempfindungsgeschwindigkeit für ein und dasselbe Objekt in größerer Entfernung und bei geringen Leuchtdichten viel geringer als bei hohen Leuchtdichten. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß bei Objekten in einer Entfernung innerhalb des Akkommodationsbereiches Bilder von gleichem Sehwinkel wohl gleichwertig sind; bei größerer Entfernung aber, die im allgemeinen beim Sehen auf der Straße auch in Betracht kommt, wird infolge unscharfer Abbildung die Empfindlichkeit noch geringer.

Denn die Grundempfindlichkeiten des Auges werden auch von der Schärfe des Kontrastüberganges beeinflußt. Die größte Unterschiedsempfindlichkeit ist z. B. dann vorhanden, wenn die beiden Leuchtdichtekontraste scharf ohne Übergang aneinanderstoßen, eine Tatsache, von der in der Photometrie ausgiebig Gebrauch gemacht wird. Bei einem allmählichen Leuchtdichteübergang dagegen nimmt die Unterschiedsempfindlichkeit ab. So werden z. B. bei Firmenschildern üblicher Abmessungen und in einem Leuchtdichtebereich von 100 ... 300 Lux auf Weiß Ungleichmäßigkeiten der Leuchtdichten von 1 : 4 bei allmählichem Übergang nicht mehr empfunden, d. h. wenn diese Fläche am oberen Rande eine viermal so

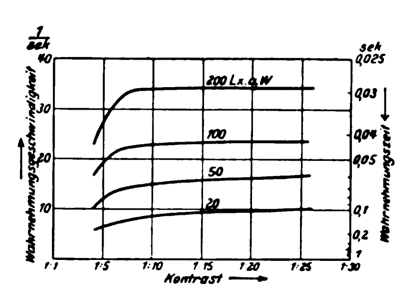


Abb. 7. Abhängigkeit der Formenempfindungsgeschwindigkeit vom Kontrast für verschiedene Adaptationsleuchtdichten.

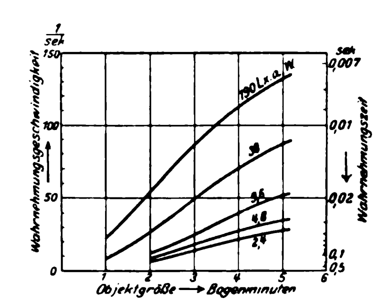


Abb. 8. Abhängigkeit der Formenempfindungsgeschwindigkeit von der Objektgröße.

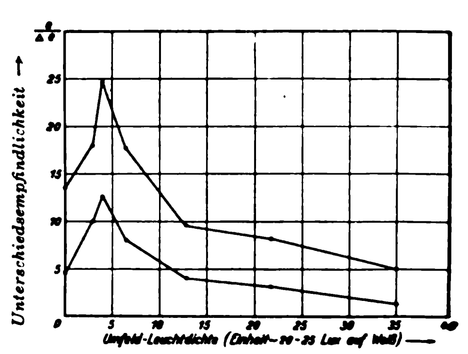


Abb. 9. Einfluß der Umgebungsleuchtdichte auf die Unterschiedsempfindlichkeit. (Infeldleuchtdichte = 4,4 = konst. Infeldgesichtswinkel = 1°).

Wie aus dem Verlauf der Unterschiedsempfindlichkeit hervorgeht, sind größere Kontraste leichter zu erkennen als kleinere. Deshalb ist es leicht erklärlich, daß die Formenempfindlichkeit und die Formenempfindungsgeschwindigkeit bei größeren Kontrasten größer ist als bei geringeren. Dies geht auch aus Abb. 7 hervor, wo die Werte der Formenempfindungsgeschwindigkeit aus Abb. 6 als Funktion des Kontrastes für verschiedene

*[11] Rutenberg, Z. f. Sinnesphysiol., Bd. 48, S. 268.
[12] Ferree u. Rand, Transact. Ill. Engg. Soc., Bd. 22, S. 79.

hohe Leuchtdichte als am unteren Rande besitzt und der Übergang der Leuchtdichte vom oberen zum unteren Rande allmählich erfolgt, erscheint diese Fläche noch gleichmäßig leuchtend. Diese Tatsache erschwert also beim Betrachten von Objekten in größerer Entfernung, die infolge der Zerstreuungskreise auf der Netzhaut unscharf abgebildet werden, deren rasches und deutliches Erkennen.

Bei den bisherigen Überlegungen wurde ein Adaptationszustand des Auges angenommen, der bedingt war durch eine gleichmäßige Ausleuchtung des gesamten Gesichtsfeldes bei den angeführten Untersuchungen. Nun ist aber bei der Betrachtung unserer Umwelt die Leuchtdichte des Gesichtsfeldes nicht überall gleich groß, sondern es treffen im Gegenteil sehr oft starke Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld auf, die naturgemäß einen anderen Adaptationszustand des Auges und eine Beeinträchtigung der Grundempfindlichkeiten des Auges hervorrufen können. Die günstigsten Verhältnisse sind dann vorhanden, wenn die Leuchtdichte des ganzen Gesichtsfeldes ebenso groß oder annähernd so groß ist wie die Leuchtdichte des betrachteten Objektes. Abb. 9 zeigt den Einfluß der Leuchtdichte der Umgebung (Umfeld) auf die Unterschiedsempfindlichkeit (im Infeld)[13]. Als Ordinate ist die Unterschiedsempfindlichkeit, als Abszisse die Leuchtdichte der Umgebung aufgetragen. Die Leuchtdichte des Infeldes betrug 4,4 relative Leuchtdichteeinheiten. (Die absolute Leuchtdichte konnte aus den Angaben der Untersuchung nicht ermittelt werden.) Wie die Kurve zeigt, ist die Unterschiedsempfindlichkeit dann am größten, wenn die Leuchtdichte des Umfeldes 4,4 beträgt, also ebenso hoch ist wie die Leuchtdichte des Infeldes. Bei geringerer oder höherer Leuchtdichte der Umgebung nimmt die Unterschiedsempfindlichkeit ab. Das gleiche gilt selbstverständlich auch von den andern Grundempfindlichkeiten des Auges.

Wenn schon eine Leuchtdichte der Umgebung, die siebenmal höher ist als die des Objektes, die Unterschiedsempfindlichkeit auf $^1/_5$ vermindert, um wieviel stärker ist da erst die Beeinträchtigung der Grundempfindlichkeit des Auges durch viel höhere Leuchtdichten, die zu einer örtlichen und zeitlichen Überreizung der Netzhaut führen und damit blenden. In der Tat ist auch die Blendung die unwirtschaftlichste Erscheinung in der Lichttechnik, die zu bekämpfen deshalb nicht leicht ist, weil die neuzeitlichen, auf hohe Lichtausbeute bei geringster Raumausdehnung konstruierten Lichtquellen sehr hohe Leuchtdichten besitzen, die fast immer blenden, und deren Leuchtdichte mit Hilfe lichttechnischer Mittel erst so weit herabgesetzt werden muß, daß die Blendung auf ein erträgliches Maß vermindert oder mehr oder weniger beseitigt wird. Die Ansicht ist noch weit verbreitet, daß die Blendung erst dann eintreten würde, wenn das Auge geschädigt wird oder wenn zum mindesten die Blendung ein unangenehmes Gefühl hervorruft. Auf letzterer Basis ist die Kurve für die Blendungsleuchtdichte als Funktion der Adaptationsleuchtdichte der Abb. 10*[14] aufgenommen. Wir kennen aber heute schon

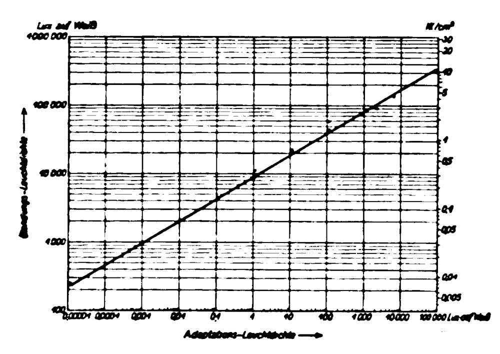


Abb. 10. Adaptations- und Blendungsleuchtdichte.

Arten von Blendung, die bei geringeren Leuchtdichten eintreten, worüber Weigel[15] Prinzipielles berichtet hat. Wie stark bei geringeren Leuchtdichtebereichen, speziell bei solchen, wie sie bei der Straßenbeleuchtung heute noch vorkommen, die Unterschiedsempfindlichkeit durch die Blendung herabgesetzt werden kann, zeigt Abb. 11*[16] und die dazugehörige Zahlentafel 2. Die oberste Kurve der Abb. 11 zeigt den Verlauf der Unterschiedsempfindlichkeit (Ordinate) als Funktion der Adaptationsleuchtdichte in Lux auf Weiß (Abszisse). Die übrigen Kurven der Abbildung zeigen den Verlauf der Unterschiedsempfindlichkeit unter der Einwirkung der Blendung, und zwar ist die Blendungslichtstärke jeweils in

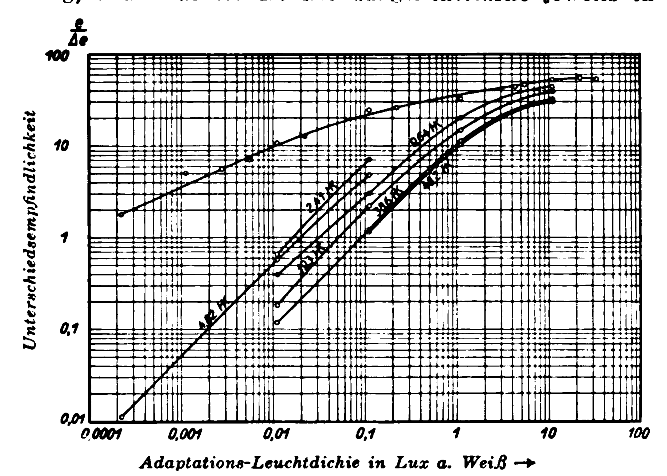


Abb. 11. Einfluß der Blendung auf die Unterschiedsempfindlichkeit.

der entsprechenden Kurve vermerkt. Aus den Kurven geht hervor, daß die Unterschiedsempfindlichkeit bei größerer Blendung geringer ist als bei geringerer Blendung. In Zahlentafel 2 sind einige besonders für die Straßenbeleuchtung wichtige Punkte herausgegriffen. Bei einer Adaptationsleuchtdichte von 0,01 Lux auf Weiß, die einer horizontalen Straßenbeleuchtung von ungefähr 0,1 Lux (z. B. zwischen 2 Lampen in einer Nebenstraße) entspricht, kann bei vollständiger Blendungsfreiheit ein Kontrast von 1 : 1,1 bei genügend langer Betrachtung gerade eben noch wahrgenommen werden, während bei Blendung mit einer 40kerzigen Lampe nur noch ein Kontrast von 1 : 11 bei langer Betrachtung gerade eben noch wahrnehmbar ist. (Die Blendungs-Leuchtdichte konnte leider nicht ermittelt werden.) Erst bei einer Adaptationsleuchtdichte von 1 Lux auf Weiß, die ungefähr einer horizontalen Straßenbeleuchtung von 10 Lux (Hauptverkehrsstraßen) entspricht, ist ein Kontrast von 1 : 1,1 bei genügend langer Betrachtung und einer Blendung durch eine 40kerzige Lampe eben noch wahrnehmbar. Diese geringe Blendung setzt also die Unterschiedsempfindlichkeit so weit herab, daß eine 100fache Beleuchtungstärke notwendig ist, um die gleiche Unterschiedsempfindlichkkeit wie ohne Blendung zu erreichen. Da, wie früher schon erwähnt, die Unterschiedsempfindlichkeit die einfachste Fähigkeit des Auges ist, und damit auch diejenige, die die geringsten Anforderungen stellt, um wieviel größer ist da erst der Einfluß der Blendung auf die Unterschiedsempfindungsgeschwindigkeit und die Formenempfindungsgeschwindigkeit, Grundempfindlichkeiten, die beim heutigen Straßenverkehr fast einzig und allein in Betracht kommen. Die Blendung bedingt also eine örtliche und zeitliche Herabsetzung der Empfindlichkeit des Auges und damit seiner Leistungsfähigkeit. Die Blendung durch eine Blendungslichtquelle ist um so größer, je dunkler das Auge adaptiert ist, je höher die Leuchtdichte der Lichtquelle ist und je näher die Blendungslichtquelle dem Gesichtsfeldzentrum liegt. Die Größe der blendenden Lichtquelle scheint bei Flächengrößen von mehreren Bogenmin. Dmr. und mehr keinen oder nur einen geringen Einfluß auf die Blendung zu haben. Bei Blendungslichtquellen geringerer Ausdehnung dagegen nimmt die Blendung mit abnehmender Ausdehnung ab, was daraus hervorgeht, daß die Sterne z. B. nicht blenden, trotzdem ihre Leuchtdichte viel höher ist als die aller irdischen Lichtquellen. Genaueres läßt sich darüber aber heute noch nicht sagen.

Zahlentafel 2.

Adaptations-Leuchtdichte Lux auf Weiß	Empfindbarer Kontrast ohne Blendung	Empfindbarer Kontrast mit Blendung von 40 HK
0,01	1 : 1,1	1 : 11
0,1	1 : 1,05	1 : 2
1	1 : 1,04	1 : 1,1
10	1 : 1,02	1 : 1,03

[13] Schjelderup, Z. f. Sinnesphysiol. Bd. 51, S. 188.

*[14] Blanchard, Phys. Rev. Bd. 11, S. 81; Luckiesh u. Holladay, Transact. Ill. Engg. Soc. Bd. 20, S. 221. Licht u. Lampe Bd. 14, S. 459.

[15] Weigel, Licht u. Lampe Bd. 14, S. 921.

*[16] Holladay, Journ. Opt. Soc. Am. Bd. 14, S. 1.

Der Sehvorgang auf der Straße.

Um nun einen Maßstab für die Beurteilung der Straßenbeleuchtung zu gewinnen, ist es notwendig, den Sehvorgang auf der Straße bei Tage unter den verschiedensten Witterungsbedingungen, in der Dämmerung und bei künstlicher Beleuchtung zu beobachten und ihn auf die Grundempfindlichkeiten des Auges zurückzuführen. Dies soll im folgenden an Hand einiger Beobachtungen, die vom Verfasser und seinen Mitarbeitern zusammen angestellt worden sind, geschehen. Eine Straße in Nord-Süd-Richtung bei klarem Himmel und Sonnenschein am Nachmittag mit einer horizontalen Beleuchtung im Schatten von 8000 Lux. Die Sonne stand so, daß die Straßenoberfläche infolge der hohen Häuser beschattet war, die Sonne also auch die Beobachter nicht blenden konnte. Die Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfelde war so, daß die Leuchtdichten der Straßenoberfläche, der Häuserwände und des Himmels nicht allzusehr voneinander abwichen. Die Leuchtdichteverteilung konnte leider noch nicht gemessen werden. Einen Anhaltspunkt über die Verhältnisse gibt aber Zahlentafel 3, die von Arndt [17] aufgestellt ist. Daraus ist zu entnehmen, daß unter den verschiedensten Witterungsverhältnissen das Verhältnis der mittleren Adaptierungsleuchtdichte zur maximalen Leuchtdichte zwischen ungefähr 1 : 2 und 1 : 12 schwankt, so daß man von einem ziemlich gleichmäßig ausgeleuchteten Gesichtsfelde sprechen kann. Betrachtet man nun z. B. eine vorüberfahrende Autodroschke, so verschwimmt zunächst in einer Entfernung von ungefähr 30 ... 50 m die schwarzweiße Karoreihe zu einem weißgrauen Strich, desgleichen die Bezeichnungen des Nummernschildes. In etwas größerer Entfernung verschwindet der Unterschied zwischen dem schwarzen Verdeck des Wagens und dem mittelhellen Wagenkasten und in einer Entfernung von ungefähr 300 m ist der schwarzweiße Strich ganz verschwunden und ebenso das Nummernschild. Der Wagen erscheint nur noch als dunkle Silhouette gegen die hellere Straßenoberfläche. Drei Personen, eine mit einem hellgrauen, die zweite mit einem schwarzgrauen Mantel und die dritte mit einem schwarzen Pelzmantel bewegen sich vom Beobachtungspunkt weg. In ungefähr 300 m Entfernung erscheinen der schwarzgraue und der hellgraue Mantel, deren Reflexionen sich wie 1 : 5 verhalten, gleichmäßig grauschwarz, nur der schwarze Pelzmantel, dessen Reflexionsverhältnis zum schwarzgrauen Mantel größer als 1 : 10 ist (Reflexion von schwarzem Druck 0,04, von schwarzem Samt 0,004), erscheint noch dunkler als die beiden anderen Mäntel. Alle drei Personen erscheinen aber als dunkle Silhouetten auf hellerem Hintergrund, der von der Straßenoberfläche und den Häuserwänden gebildet wird.

Zahlentafel 3.

		Art der Beleuchtung und des Geleuchtes	Mittlere Horizontal-Beleuchtungstärke Lux	Mittlere Adaptierungs-Leuchtdichte Lux auf Weiß	Maximale oder Blendungs-Leuchtdichte Lux auf Weiß	Mittlere Adaptierungs-Leuchtdichte : maximale oder Blendungs-Leuchtdichte
Beleuchtung im Freien, asphaltierte Straße	natürliches Tageslicht	Klarer Sonnenschein unbedeckt (Sonne im Rücken), Juli	11 000	2 515	9 430	1 : 3,75
		Halbbedeckt trocken September	8 000	1 885	14 140	1 : 7,5
		Regenwetter nasser Asphalt September	9 500	1 257	15 700	1 : 12,4
		Schnee sehr dunstiges Wetter Januar	6 000	4 710	11 000	1 : 2,34
	künstliche Beleuchtung trockenes Wetter	Elektrische Gasfüllungs-Lampen in Freistra lern (Klarglas)	15	3,14	$25{,}15 \cdot 10^6$	1 : 8 Mill.
		Gasglühlicht-laternen	15	3,14	157 000	1 : 50 000
		Elektrische Lampen in Leuchten mit Opalglasglocken	15	3,14	62 800	1 : 20 000

Wie ist dieser Vorgang physiologisch zu erklären? Mit zunehmender Entfernung des Objektes vom Beobachter wird das Netzhautbild kleiner und u. U. die Abbildung unschärfer. Da, wie wir gesehen haben, die Grundempfindlichkeiten des Auges mit abnehmender Größe und Schärfe des Netzhautbildes geringer werden, werden also in diesem Falle die Formenempfindlichkeit und die Formenempfindungsgeschwindigkeit mit zunehmender Entfernung der Beobachtungsobjekte geringer. Aus dem Grunde verschwimmen in gewisser Entfernung die Karostreifen auf dem Taxameter und die Aufzeichnungen des Nummernschildes zu einem weißgrauen Strich bzw. zu einer weißgrauen Fläche und verschwinden in größerer Entfernung ganz. Da aber auch mit abnehmender Größe des Netzhautbildes die Unterschiedsempfindlichkeit und die Unterschiedsempfindungsgeschwindigkeit geringer werden, verschwindet beim Automobil in einer gewissen Entfernung der Unterschied zwischen dem schwarzen Verdeck und dem helleren Wagenkasten. Größere Leuchtdichtenunterschiede erscheinen geringer und verschwinden in größerer Entfernung unter Umständen ebenfalls, wie der Unterschied zwischen dem schwarzgrauen und hellgrauen Mantel von 1 : 5 in ungefähr 300 m. Nur der größere Kontrast von mehr als 1 : 10 ist in dieser Entfernung noch gerade wahrnehmbar. Es verschwinden also kleinere Kontraste ganz, größere Kontraste werden geringer empfunden. Dies bedeutet aber nichts anderes, als daß auch bei voller Tagesbeleuchtung auf der Straße in einer gewissen Entfernung das Deutlichsehen in das Silhouettensehen übergeht, während man bisher von der Existenz des Silhouettensehens, ein Begriff, der von Millar [18] in die Lichttechnik eingeführt worden ist, nur bei künstlicher Straßenbeleuchtung sprach.

Das Silhouettensehen entsteht, physiologisch gesprochen, durch eine ganz erhebliche Verminderung der Formenempfindlichkeit und Formenempfindungsgeschwindigkeit mit einem Überwiegen der Unterschiedsempfindlichkeit und Unterschiedsempfindungsgeschwindigkeit. Beim Silhouettensehen erscheinen die Objekte nur noch in ihrem Umriß als dunkle Flächen auf hellem Hintergrund oder als helle Flächen auf dunklem Hintergrund. Dieser Kontrast zwischen Silhouette und Hintergrund ist bei natürlicher Straßenbeleuchtung konstant, da sowohl die Leuchtdichte der Straßenoberfläche und der Häuserwände als auch die des Objektes bei der Bewegung über die Straßenoberfläche hin ungefähr konstant bleibt; die Leuchtdichte des Hintergrundes, der aus Straßenoberfläche und u. U. Häuserwand gebildet wird, hängt ab von der Reflexion und der horizontalen Beleuchtungstärke auf der Straßenoberfläche bzw. der vertikalen Beleuchtungstärke auf der Häuserwand. Beide sind aber mit gewissen Ausnahmen, auf die noch eingegangen wird, praktisch konstant. Für die Silhouette ist die vertikale Fläche der sich über die Straße hin bewegenden Objekte oder die vertikale Projektion von deren Oberfläche in der Hauptsache für das Netzhautbild maßgebend. Ihre Leuchtdichte hängt ebenfalls wieder ab von ihrer Reflexion und von der vertikalen Beleuchtung über die Straßenoberfläche hin. Da erstere bei ein und demselben Objekt selbstverständlich konstant und auch letztere praktisch konstant ist, ist also der Kontrast zwischen Objekt und Hintergrund bei der Bewegung über die Straßenoberfläche hin konstant. Eine Ausnahme bildet nur eine von der Sonne beschienene Straße, die durch Bäume und Häuserwände teilweise beschattet wird. Bei bedecktem Himmel und klarem Wetter scheinen die physiologischen Voraussetzungen für den Sehvorgang beim Straßenverkehr am günstigsten zu sein. Bei trübem Wetter mit geringerer Sicht ist die Entfernung, in der das Deutlichsehen in das Silhouettensehen übergeht, geringer als bei gutem Wetter. Dasselbe ist auch der Fall, wenn man die Sonne gegen sich hat, weil hier einmal die Blendung durch die Sonne die Grundempfindlichkeiten wesentlich herabsetzt, dann aber auch, weil, wenn das Auge gegen die Sonne geschützt ist, infolge des übermäßig großen Kontrastes zwischen fast unbeleuchteter vertikaler Objektfläche und sehr hell beleuchteter Straßenoberfläche noch Blendung vorhanden ist, die bewirkt, daß das Silhouettensehen schon in geringerer Entfernung eintritt.

Da diese Beobachtungen bei voller Tagesbeleuchtung angestellt sind und wir annehmen müssen, daß sich das Auge den Änderungen der Beleuchtungsverhältnisse bei Tage ohne große Leistungsverminderung anpaßt, rufen diese Verhältnisse noch im allgemeinen einen normalen Empfindlichkeitszustand des Auges hervor. Wie wir früher sahen, werden aber die Grundempfindlichkeiten des Auges am allerstärksten durch den Adaptationszustand,

[17] Arndt, Licht u. Lampe Bd. 16, S. 589.

[18] Millar, Transact. Ill. Engg. Soc. 1910, S. 546; 1915, S. 1039.



also durch die Beleuchtungsverhältnisse, beeinflußt, und zwar nehmen die Grundempfindlichkeiten mit abnehmender Beleuchtung sehr beträchtlich ab. Da nun die Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld bei künstlicher Straßenbeleuchtung sich, abgesehen von der Intensität der Leuchtdichte, auch sonst sehr erheblich von der Leuchtdichteverteilung der natürlichen Beleuchtung unterscheidet, ist es notwendig, die Verhältnisse in der Dämmerung zu betrachten, wo zwar relativ noch die gleiche Leuchtdichteverteilung wie bei voller Tagesbeleuchtung vorhanden ist, aber die Höhe der Beleuchtungstärke in der Größenordnung derjenigen der künstlichen Straßenbeleuchtung liegt. Auf diese Weise ist es möglich festzustellen, welchen Einfluß einmal die verringerte Beleuchtungstärke bei künstlicher Straßenbeleuchtung und zum anderen die völlig andere Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld auf den Sehvorgang auf der Straße hat. In der Dämmerung bleibt, wie gesagt, die relative Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfelde im allgemeinen genau so wie bei voller Tagesbeleuchtung, nur mit dem Unterschied, daß die u. U. blendende Sonne unsichtbar ist. Auch die Kontraste zwischen Objekt und Hintergrund bleiben relativ gleich, sie werden lediglich infolge der geringen Beleuchtungstärke weniger stark empfunden. Es tritt auch der Fall ein, daß geringere Kontraste überhaupt nicht mehr empfunden werden, also zwar objektiv vorhanden, subjektiv aber verschwunden sind. Dies hat zur Folge, daß die Entfernung, in der das Deutlichsehen in das Silhouettensehen übergeht, viel geringer wird und mit abnehmender Beleuchtungstärke, also mit zunehmender Dunkeladaptation und der dadurch verringerten Empfindlichkeit des Auges abnimmt. Die Empfindung der eintretenden Dämmerung tritt bei 40 ... 50 Lux horizontaler Straßenbeleuchtung schon deutlich in Erscheinung.

Wird nun in der Dämmerung bei ungefähr 10 ... 15 Lux Beleuchtung die künstliche Straßenbeleuchtung und die der Fahrzeuge eingeschaltet, dann läßt sich eine Verminderung der Empfindlichkeit des Auges infolge der Blendung durch die Lichtquellen sehr deutlich wahrnehmen. Die Verhältnisse bei reiner künstlicher Straßenbeleuchtung, also ohne irgendwelche zusätzliche natürliche Beleuchtung, unterscheiden sich von denen bei Dämmerung und gleicher horizontaler Beleuchtung folgendermaßen. Die Leuchtdichteverteilung des Gesichtsfeldes ist wesentlich ungünstiger, der Himmel ist vollständig oder fast vollständig dunkel, die Häuserwände sind zum größten Teil unbeleuchtet, also auch dunkel, und nur die Straßenoberfläche ist je nach ihrer Oberflächenbeschaffenheit und ihrer Beleuchtungstärke mehr oder weniger hell und ihre Leuchtdichte im allgemeinen ungleichmäßig. Ein großer Teil des Gesichtsfeldes, das bei Tage fast vollständig gleichmäßig ausgeleuchtet war, ist nun fast vollständig dunkel, wodurch die Empfindlichkeit des Auges verringert wird. Die Leuchtdichte der jetzt noch meistens bei der Straßenbeleuchtung verwendeten Lichtquellen ist zu hoch, so daß sie blenden, und die Blendungswirkung wird noch verstärkt dadurch, daß diese Lichtquellen im allgemeinen auf dem dunklen Nachthimmel als Hintergrund erscheinen. Hieraus folgt also ein äußerst ungünstiger Adaptationszustand des Auges, der eine minimale Empfindlichkeit des Auges zur Folge hat. Die Entfernung, in der das Deutlichsehen in das Silhouettensehen übergeht, beträgt nur noch einige wenige Meter, wenn überhaupt ein Deutlichsehen noch möglich ist. Man kann also unter diesen Verhältnissen fast nur noch vom Silhouettensehen sprechen.

Aber auch die Bedingungen für ein gutes Silhouettensehen, die bei Tagesbeleuchtung durch die Konstanz des Leuchtdichteverhältnisses zwischen Objekt und Hintergrund gewährleistet sind, sind bei künstlicher Straßenbeleuchtung oft denkbar ungünstig, denn einmal ist die Leuchtdichte der Straßenoberfläche sehr ungleichmäßig infolge des heute meist noch viel zu großen Abstandes der Straßenlampen voneinander, und das gleiche gilt auch von der vertikalen Beleuchtung aus demselben Grunde. Die Objekte auf der Straße, z. B. die Fahrzeuge, erscheinen infolgedessen abwechselnd hell und dunkel. Ein sich über die Straßenoberfläche hin bewegendes Objekt wird dann z. B. kurz vor einer Straßenlampe dunkler erscheinen als der Hintergrund, wird dann bei weiterer Bewegung allmählich heller, wird gleich hell wie der Hintergrund, wird heller als der Hintergrund, um dann wieder dunkler zu werden. Dieses Spiel wiederholt sich und hat zur Folge, daß die Objekte, die sich über die Straße hin bewegen, einmal hell auf dunklem Hintergrund und einmal dunkel auf hellem Hintergrund erscheinen und dazwischen eine zeitlang überhaupt ganz verschwunden sind. Schließlich sei noch eine Erscheinung erwähnt, die auch nicht geeignet ist, die Sehbedingungen zu verbessern, nämlich der von Helmholtz beschriebene sogenannte Haarstrahlenkranz. Infolge von Brechungsanomalien im optischen Teil des Auges erscheinen hohe Leuchtdichten von geringer Ausdehnung, die nicht unbedingt zu blenden brauchen, mit einem größeren oder kleineren Strahlenkranz umgeben (vgl. die Sterne). Dieser Haarstrahlenkranz, der ja erst durch die brechenden Augenmedien hervorgerufen wird, legt sich wie ein Schleier über das Netzhautbild in der näheren Umgebung der diese Erscheinung hervorrufenden Leuchtdichte bzw. Lichtquelle und trägt ebenfalls zur Verminderung der Empfindlichkeit des Auges bei.

Welche Folgen hat das für den Verkehr auf der Straße? — Hindernisse, welche einen geringen Kontrast zur Umgebung haben, sind entweder gar nicht oder nur schwer zu erkennen. Fahrzeuge, die über die Straße fahren, sind zeitweise sichtbar, zeitweise unsichtbar. Die Formenempfindungsgeschwindigkeit ist fast ausgeschaltet und die Unterschiedsempfindungsgeschwindigkeit ist sehr gering. Es vergeht daher eine beträchtliche Zeit vom Augenblick des Eintretens eines Hindernisses bis zu dessen Wahrnehmung durch den Fahrer eines Fahrzeuges.

Da der Straßenverkehr heute vom Kraftfahrzeug beherrscht wird, ist es erwünscht, eine Beziehung zwischen den Bedingungen des Kraftwagenverkehrs und der Straßenbeleuchtung herzustellen. Betrachten wir z. B. die Verhältnisse bei einem mit der in einer Großstadt höchstzulässigen Geschwindigkeit von 35 km/h, entsprechend ungefähr 10 m/s, fahrenden Automobil. Wenn ein Hindernis, z. B. ein aus einer Querstraße kommendes Fahrzeug, in die Fahrtrichtung dieses Automobils kommt, so wird zunächst eine gewisse Zeit vergehen, bis infolge der geringen Empfindlichkeit des Auges der Fahrer dieses Hindernis wahrgenommen hat. Er braucht dann eine weitere Zeit, um die nötigen Handgriffe zur Stillsetzung des Wagens auszuführen, und dann vergeht noch eine gewisse Zeit für den eigentlichen Bremsvorgang bis zum Stillstand des Automobils. Um sich eine annähernde zahlenmäßige Vorstellung machen zu können, sei angenommen, daß die reine Empfindungszeit zwischen $^1/_{10}$ und 1 s liege. (Nach den oben zitierten Untersuchungen von Ferree und Rand ist bei einer Leuchtdichte von 19 Lux auf Weiß zum deutlichen Erkennen eines Landoltschen Ringes mit 1 Bogenmin. Öffnung und einem Kontrast von 1 : 4 eine Zeit von 0,17 s erforderlich, desgleichen bei einer Leuchtdichte von 2,4 Lux auf Weiß und dem gleichen Kontrast zum deutlichen Erkennen eines Landoltschen Ringes von 2 Bogenmin. Öffnung, wobei das Objekt außerdem in normaler Leseentfernung, also nur ungefähr 0,3 m, vom Auge entfernt war.) Das Fahrzeug würde also eine Strecke bis zu 10 m zurücklegen, bis der Fahrer das Hindernis überhaupt erkannt hat. Für die Reaktionszeit zur Auslösung des Bremsmechanismus läßt das Gericht eine sogenannte Schrecksekunde zu, so daß dadurch ebenfalls das Gefährt weitere 10 m zurücklegt, bis die Bremsen in Wirksamkeit treten können. Dann legt das Fahrzeug außerdem je nach seinen Bremseigenschaften und der Oberflächenbeschaffenheit der Straße einen Weg von 15 ... 30 m zurück. Infolgedessen kommt bei schlechter Straßenbeleuchtung ein mit der Höchstgeschwindigkeit fahrendes Fahrzeug erst nach 30 bis 45 m zum Stehen.

Aus dieser Überlegung läßt sich nun ein Anhaltspunkt für die Bemessung der Straßenbeleuchtung gewinnen, ausgehend von der Sicherheit des Verkehrs, und zwar von der Möglichkeit, ein mit Höchstgeschwindigkeit fahrendes Fahrzeug innerhalb kürzester Zeit zum Stehen zu bringen. Der eigentliche Bremsweg eines Fahrzeuges hängt von den Eigenschaften des Fahrzeuges und der Beschaffenheit der Straßenoberfläche ab. Er ist bei hydraulischen Vierradbremsen am günstigsten, wird also mit der Entwicklung des Fahrzeugbaues eine gewisse Mindestgrenze erreichen. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird sich aber die Fahrgeschwindigkeit mit der Verkürzung des Bremsweges selbsttätig erhöhen. Die Reaktionszeit, also die vom Gericht zugelassene Schrecksekunde, ist in der Hauptsache durch psychische Eigenschaften des Fahrers bedingt. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie durch höhere Beleuchtungstärke günstig beeinflußt werden kann, weil, wie wir heute schon wissen, wenn auch noch nicht zahlenmäßig belegen können, die Beleuchtung auch einen Einfluß auf die Stimmung des Menschen hat. Die Empfindungszeit dagegen ist eine reine Funktion der Beleuchtung. Durch Erhöhung der Beleuchtungstärke nimmt ja die Empfindungszeit ab, wie experimentell festgestellt ist. Die Mindestforderung ist demnach, die Höhe der Beleuchtungstärke und die Werte für die höchstzulässigen Leuchtdichten so zu bemessen, daß die Empfin-

dungszeit so gering wird, daß sie praktisch nicht mehr ins Gewicht fällt. So legt z. B. bei einer Empfindungszeit von weniger als 0,1 s ein mit Höchstgeschwindigkeit fahrender Wagen weniger als 1 m zurück, eine Entfernung, die bei der Länge des übrigen Bremsweges klein ist. Die ideale Forderung für eine gute Straßenbeleuchtung ist aber die, daß die Entfernung, in der das Deutlichsehen in das Silhouettensehen übergeht, größer ist als der gesamte Bremsweg eines unter ungünstiger Straßenbeschaffenheit mit Höchstgeschwindigkeit fahrenden Automobils.

Aus diesen Überlegungen ergeben sich im wesentlichen zwei Möglichkeiten: 1. ist ein Weg gezeigt, auf dem die Sehbedingungen auf der Straße messend erfaßt werden können, 2. läßt auch das jetzt schon vorliegende Material einen Schluß auf die notwendige Entwicklungsrichtung der Straßenbeleuchtung zu, auch bevor sichere Zahlenwerte vorliegen. Zur Schaffung dieser Zahlen werden zunächst in großem Umfange Messungen der Leuchtdichteverhältnisse bei Tage, in der Dämmerung und bei den verschiedensten Arten künstlicher Straßenbeleuchtung notwendig sein. Auf dieser Grundlage wäre dann der Verlauf der Grundempfindlichkeiten und der Einfluß der Blendung auf diese zu ermitteln unter Berücksichtigung der beim Sehen auf der Straße vorliegenden besonderen Verhältnisse wie der größeren Entfernung der Objekte vom Auge, als dies bei der Arbeitsbeleuchtung üblich ist, Bedingungen des Schnellverkehrs usw. Insbesondere werden auch die Kriterien für den Übergang des Deutlichsehens in das Silhouettensehen auf der Grundlage der Grundempfindlichkeiten zu studieren sein. Auf diesem Wege scheint es nicht unwahrscheinlich, einen objektiven Bewertungsmaßstab für die Straßenbeleuchtung entwickeln zu können.

Bis zu dessen Verwirklichung vergeht sicher noch eine geraume Zeit. Es ist jedoch jetzt schon möglich, an Hand der angestellten Überlegungen festzustellen, daß die Forderungen der neuzeitlichen Lichttechnik an eine gute Straßenbeleuchtung vollständig gerechtfertigt sind. Die hierzu notwendigen Geleuchte wurden unter den Gesichtspunkten einer möglichst guten Vermeidung der Blendung bei gleichzeitiger Erhöhung der Beleuchtung des Fahrdammes geschaffen. Da aber, wie eingangs erwähnt, diese Forderungen bei den für die Anlage der Straßenbeleuchtung maßgebenden Stellen noch nicht genügend Beachtung finden, seien sie hier nochmals besonders aufgeführt.

Eine genügend hohe Beleuchtungsstärke. Die für einen starken Verkehr notwendigen Beleuchtungsstärken werden noch wesentlich über den heutigen Forderungen liegen. Ihr Zahlenwert ergibt sich nach obigem aus der Empfindungszeit bzw. der Entfernung, in der das Deutlichsehen in das Silhouettensehen übergeht, in Verbindung mit der Verkehrsgeschwindigkeit und dem Bremsweg. Beleuchtungsstärken von 40 ... 50 Lux, wie sie z. B. auf dem Potsdamer Platz in Berlin herrschen, scheinen absolut nicht zu hoch gegriffen und stimmen mit den Forderungen Arndts überein. Da jetzt aber noch keine bestimmten Forderungen zahlenmäßig festgelegt werden können und die Entwicklung dahin nicht sprungweise, sondern allmählich erfolgt, muß unbedingt verlangt werden, daß die von der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft geforderten Werte, die ja Mindestwerte darstellen, unbedingt erreicht werden. Je geringer aber die Beleuchtungsstärken sind, desto mehr müssen die Bedingungen für ein gutes Silhouettensehen erfüllt werden, die sich in der Hauptsache in den folgenden Forderungen ausdrücken.

Eine erhebliche Verminderung der Blendung so weit, daß die Grundempfindlichkeiten des Auges nicht mehr beeinträchtigt werden. Die höchstzulässigen Leuchtdichten der Straßenleuchten werden durch die Leuchtdichteverhältnisse und damit durch die Beleuchtungsstärke bestimmt, sie können also um so höher zugelassen werden, je höher die Beleuchtungsstärke ist. Daraus folgt, daß die von der praktischen Lichttechnik heute empfohlenen tiefstrahlenden Geleuchte richtig sind. Bei ihrer Ausbildung wird insbesondere auf eine möglichst geringe Leuchtdichte der in Blickrichtung strahlenden Reflektorteile Rücksicht zu nehmen sein. (Vgl. hierzu die von Teichmüller auf der Gesolei gezeigten Tiefstrahler mit darüber gesetzten großen Schirmen von nach außen hin abnehmender Leuchtdichte und die von Arndt später vorgeschlagenen Großflächenleuchten.)

Aufhängen der Leuchten in ein oder zwei Reihen über dem Fahrdamm und nicht seitlich desselben, um eine dem Tageslicht nahekommende Lichteinfallsrichtung zu erzielen und starke Schlagschatten von seitlich der Fahrbahn aufgestellten Fahrzeugen nach der Mitte der Fahrbahn hin zu vermeiden. Solche durch derartige Hindernisse verengte Stellen der Straße bilden ja besondere Gefahrenquellen.

Zu diesen Forderungen kommen als Ergebnis der physiologischen Betrachtungen noch folgende hinzu:

Konstanz der Kontraste zwischen Objekt und Hintergrund, die durch eine Gleichmäßigkeit der Horizontal- und der Vertikalbeleuchtung erreicht wird. Die erforderliche Gleichmäßigkeit bestimmt sich aus der für eine entsprechende Beleuchtungsstärke erreichbaren Unterschiedsempfindlichkeit und Unterschiedsempfindungsgeschwindigkeit, also den bei dieser Beleuchtungsstärke eben noch wahrnehmbaren Kontrasten. Je höher die Beleuchtungsstärke, desto geringer kann infolgedessen die Gleichmäßigkeit sein. Diese Gleichmäßigkeit der horizontalen und vertikalen Beleuchtung kann voraussichtlich nur durch höhere Aufhängehöhe und geringeren Abstand der Straßenleuchten, als es heute üblich ist, erzielt werden.

Ausleuchtung möglichst des gesamten Gesichtsfeldes zur Verbesserung des Adaptationszustandes. Wie oben gezeigt wurde, ist die Leistungsfähigkeit des Auges am günstigsten, wenn das gesamte Gesichtsfeld ungefähr gleichmäßig hell ist. Dieser günstige Adaptationszustand kann bei der Straßenbeleuchtung durch Beleuchtung der Häuserwände erzielt werden, so daß nur noch der sichtbare dunkle Himmelsausschnitt als unbeleuchteter Teil im Gesichtsfelde vorhanden ist. Somit ist die bisher aus ästhetischen Gründen erhobene Forderung zur Mitbeleuchtung der Häuserwände nunmehr physiologisch als notwendig begründet. Dies wird mit den schon seit längerer Zeit empfohlenen Tiefstrahlern mit Opalglasreflektoren erreicht, sofern Tiefstrahler mit undurchlässigen Reflektoren nicht so hoch aufgehängt werden können, daß die Häuserwände mitbeleuchtet sind. Eine ideale Lösung wäre die Beleuchtung der Straßenoberfläche und die Anleuchtung der Häuserwände getrennt für sich, wodurch die Möglichkeit bestände, den sichtbaren leuchtenden Teil der Geleuchte auf ein Minimum zu reduzieren.

Es ist selbstverständlich, daß sich die Leuchtdichte der Lichtquellen an den Fahrzeugen in dieses System einfügen muß. Die Vorschriften für die Ausführung der Lichtquellen an den Fahrzeugen müssen daher gemeinsam mit den Forderungen an eine gute Straßenbeleuchtung festgelegt werden.

Aus alledem ergibt sich, daß die durch die heute meist noch vorhandene Straßenbeleuchtung gegebenen Verhältnisse und die dadurch hervorgerufenen Sehbedingungen für das Auge ungünstig sind, daß aber auch die technische Möglichkeit zur Verbesserung dieser Verhältnisse ohne weiteres besteht und daß die Wege, auf denen sie sich bewegen muß, schon mit Sicherheit aufgezeigt werden können. Zur zahlenmäßigen Festlegung der Erfordernisse einer guten Straßenbeleuchtung sind eine weitere experimentelle Durchdringung der physiologischen Grundlagen und praktische Studien an Versuchstraßen notwendig. Es bedarf weiterhin in der Hauptsache der Überwindung noch bestehender Vorurteile, vor allen Dingen der Verkennung des Wirtschaftlichkeitsbegriffes. Sonst erscheint es aber nicht nur theoretisch sondern auch praktisch möglich und aussichtsreich, die durch die zunehmende Verwendung von Motorfahrzeugen und Verdichtung des Verkehrs verursachte Unsicherheit des Straßenverkehrs bei Nacht durch verbesserte Beleuchtung wieder aufzuheben.

Beitrag zur Berechnung von Freileitungen.

Von Dipl.-Ing. **K. Langhard**, Bern.

Übersicht. Zustandsänderungen in Leitungen mit Hängeketten bewirken Bewegungen der Aufhängepunkte. Der Verfasser entwickelt eine einfache Formel, womit diese Bewegungen sehr rasch nach Größe und Richtung ermittelt werden können.

Er zeigt ferner zwei neue Nomogramme speziell für Leitungen mit großen Höhenunterschieden.

I. Berechnung der Auslenkungen der Aufhängepunkte bei Leitungen mit Hängeketten infolge Zustandsänderungen bei gleichmäßig verteilter Zusatzlast.

Ein Leiterseil sei im Ausgangszustand p_0, γ_0, t_0 bei senkrechten Hängeketten so montiert worden, daß bei der Zustandsänderung auf γ, t die Seilbeanspruchung gleich p^* wird. Bei jeder derartigen Zustandsänderung werden die Hängeketten aus ihrer senkrechten Stellung um gewisse Beträge Δa auslenken; deren rechnerische Ermittlung sei Zweck nachfolgender Untersuchung. Vorausgesetzt wird, daß sich nach jeder Zustandsänderung die Seilspannungen derart ausgleichen, daß in jedem Feld derselbe Horizontalzug herrscht.

Es sei hier vorausgeschickt, daß bereits G. Markt in der ETZ 1924, S. 620, dasselbe Thema behandelt hat, aber unter anderen Gesichtspunkten und mit einer Anzahl Hilfskurven. Seine Beispiele lassen sich, wie im nachfolgenden gezeigt werden soll, auf viel einfachere Weise, d. h. direkt mit analytischen Formeln lösen.

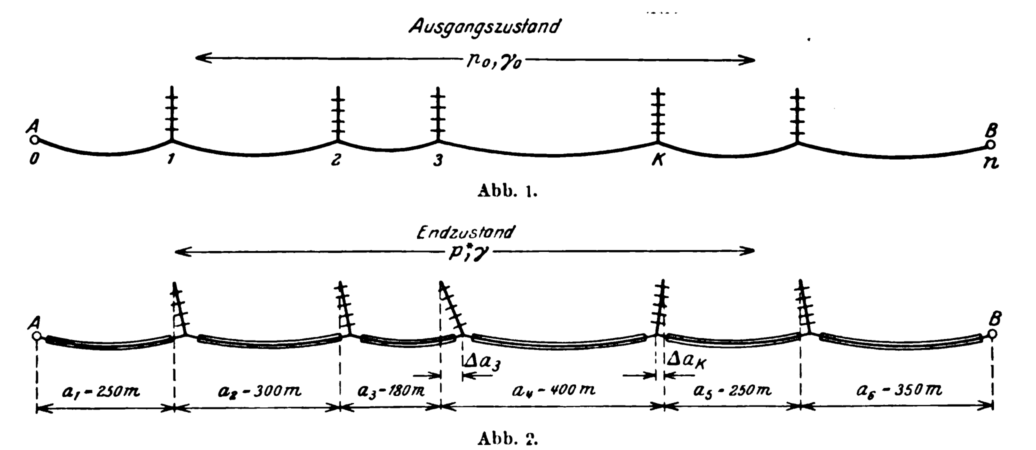


Abb. 1.

Abb. 2.

Bezeichnen wir mit

p_0 die horizontale Seilbeanspruchung in kg/cm² im Ausgangszustand bei senkrechten Hängeketten (Abb. 1),

$p_1 \cdot\cdot p_k \cdot\cdot p_n$ die in jeder Spannweite verschiedenen, beim Übergang vom Ausgangszustand in den Endzustand, aber bei festgehalten gedachten Hängeketten entstehenden Seilspannungen,

p^* die ausgeglichene Seilspannung im Endzustand γ, t (Abb. 2),

so gilt nach Hook für jede Spannweite:

$$\frac{l_1}{E+p_1} = \frac{l_1^*}{E+p^*} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

$$\frac{l_k}{E+p_k} = \frac{l_k^*}{E+p^*},$$

E = Elastizitätsmaß kg/cm²,
p = horizontale Seilbeanspruchung in kg/cm²,
α = Horizontalspannweite in cm,
γ = wirkliches oder reduziertes spezifisches Gewicht in kg/cm³.

Die Länge der Kettenlinie zwischen zwei Aufhängepunkten beträgt

$$l_k = a_k + \frac{a_k^3\,\gamma^2}{24\,p_k^2}. \quad (2)$$

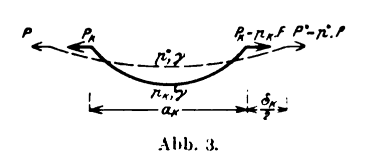


Abb. 3.

Aus (1) und (2) folgt durch Differentiation nach p und Vereinfachung (vgl. Abb. 3)

$$\delta_k = \left[\frac{a_k\,p}{E} - \frac{a_k^3\,\gamma^2}{24\,p^2}\right]_{p_k}^{p^*}, \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

δ = Verlängerung, wenn $p^* > p_k$
Verkürzung, „ $p^* < p_k$ ist.

Aus $\Delta a_k = \sum_1^k \delta$ folgt unter Berücksichtigung der in jedem Feld beim Übergang von p_0 auf p_k gültigen Zustandsgleichung für feste Abspannpunkte

$$\frac{\Delta a_k}{\sum_1^k a} = \frac{\sum_1^k a^3}{\sum_1^k a}\left(\frac{\gamma_0^2}{24\,p_0^2} - \frac{\gamma^2}{24\,p^{*2}}\right) + (t-t_0)\,\alpha + (p^*-p_0)\,\frac{1}{E}. \quad (4)$$

Setzt man in (3) $\sum_1^n \delta_k = 0$, so folgt, analog wie eben entwickelt, die allgemeine Zustandsgleichung für Leitungen mit Hängeketten:

$$a^{*2}\left(\frac{\gamma_0^2}{24\,p_0^2} - \frac{\gamma^2}{24\,p^{*2}}\right) + (t-t_0)\,\alpha + (p^*-p_0)\,\frac{1}{E} = 0, \quad (5)$$

wobei

$$a^{*2} = \frac{\sum_1^n a^3}{\sum_1^n a}$$

ist (vgl. ETZ 1925, S. 991).

Aus (4) und (5) folgt nun

$$\frac{\Delta a_k}{\sum_1^k a} = \left(\frac{\gamma_0^2}{24\,p_0^2} - \frac{\gamma^2}{24\,p^{*2}}\right)\left(\frac{\sum_1^k a^3}{\sum_1^k a} - \frac{\sum_1^n a^3}{\sum_1^n a}\right). \quad (6)$$

Für Δa_k negativ, Auslenkung nach links $\} \; p^* > p_0,\ \gamma > \gamma_0$
„ Δa_k positiv, „ „ rechts $\} \; p^* < p_0,\ \gamma < \gamma_0$

bezogen auf die Zustandsänderung von p_0 (Ketten senkrecht) auf p^* (Ketten ausgelenkt). Für ein gegebenes Leitungstück zwischen zwei Abspannpunkten A, B ist nun das Glied

$$\left[\frac{\gamma_0^2}{24\,p_0^2} - \frac{\gamma^2}{24\,p^{*2}}\right] = \lambda$$

für die Zustandsänderung $(p_0, \gamma_0) \rightarrow (p^*, \gamma)$ konstant; es darf deshalb als Maßstabsgröße aufgefaßt und gleich 1 gesetzt

werden. Dann wird die Relativverschiebung

$$\Delta a_k = \sum_1^k a \left[\frac{\sum_1^k a^3}{\sum_1^k a} - \frac{\sum_1^n a^3}{\sum_1^n a} \right] \quad . \quad . \quad (7)$$

An Hand von Gl. (7) kann nun bei gleichmäßig verteilter Zusatzlast sehr schnell auf die zu erwartenden Relativverschiebungen geschlossen werden.

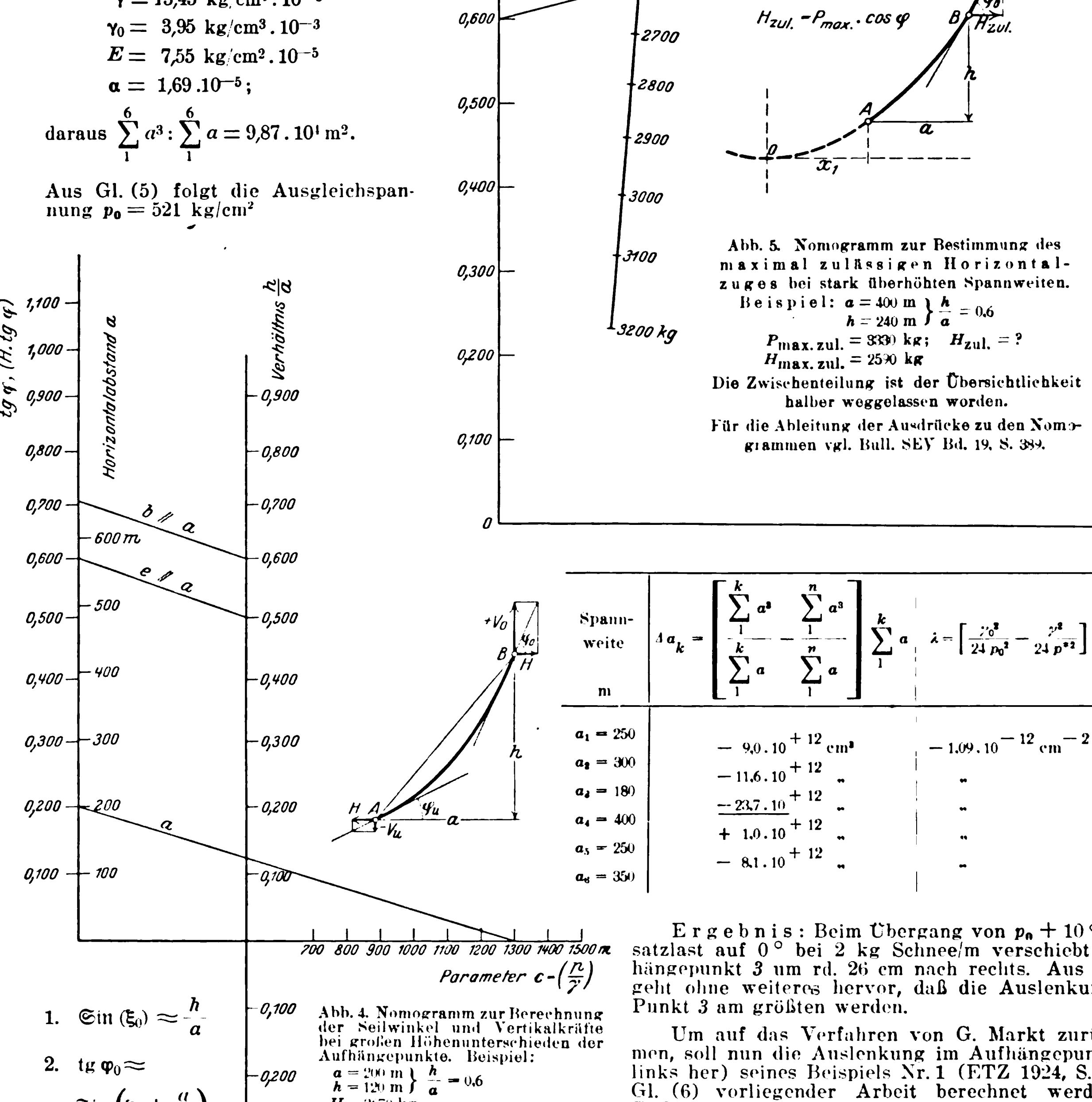
Beispiel 1. Auf Grund eingangs erwähnter Belastungsannahmen sei bei einer Zustandsänderung von $+10°$ ohne Zusatzlast (Ketten senkrecht) auf $0°$ mit 2 kg Schnee/m die wahre Auslenkung im Punkt *3* zu bestimmen (vgl. Abb. 2).

Gegeben sind $a_1 \ldots a_6$,

$$p^* = 1470 \text{ kg cm}^2 \text{ (Schnee)}$$
$$\gamma = 13{,}45 \text{ kg/cm}^3 . 10^{-3}$$
$$\gamma_0 = 3{,}95 \text{ kg/cm}^3 . 10^{-3}$$
$$E = 7{,}55 \text{ kg/cm}^2 . 10^{-5}$$
$$\alpha = 1{,}69 . 10^{-5};$$

daraus $\sum_1^6 a^3 : \sum_1^6 a = 9{,}87 . 10^4 \text{ m}^2$.

Aus Gl. (5) folgt die Ausgleichspannung $p_0 = 521$ kg/cm²



1. $\mathfrak{Sin}\,(\xi_0) \approx \frac{h}{a}$

2. $\text{tg}\,\varphi_0 \approx \mathfrak{Sin}\left(\xi_0 + \frac{a}{2\,c}\right)$.

Abb. 4. Nomogramm zur Berechnung der Seilwinkel und Vertikalkräfte bei großen Höhenunterschieden der Aufhängepunkte. Beispiel:

$a = 200$ m, $h = 120$ m $\Big\}\ \frac{h}{a} = 0{,}6$

$H = 3670$ kg, $F = 2.103$ cm², $\gamma = 13{,}45$ kg/cm³ . 10^{-3} $\Big\}\ c = 1300$ m

tg $\varphi_0 = 0{,}705$ tg $\varphi_u = 0{,}600$

$V_0 = +3670 . 0{,}705 = +257°$ kg $V_u = -3670 . 0{,}600 = -219°$ kg.

Die Zwischenteilung ist der Übersichtlichkeit halber weggelassen worden.

1. $\text{tg}\,\varphi \approx \mathfrak{Sin}\left(\xi_0 + \frac{a}{2\,c}\right) = \sqrt{\frac{P_{\text{max}}^2 - H_{\text{zul}}^2}{H_{\text{zul}}^2}}$

2. $\mathfrak{Sin}\,(\xi_0) \approx \frac{h}{a}$.

$x_1 \approx c\,\xi_0 + \frac{a}{2}$

Abb. 5. Nomogramm zur Bestimmung des maximal zulässigen Horizontalzuges bei stark überhöhten Spannweiten.
Beispiel: $a = 400$ m, $h = 240$ m $\Big\}\ \frac{h}{a} = 0{,}6$
$P_{\text{max. zul.}} = 3330$ kg; $H_{\text{zul.}} = ?$
$H_{\text{max. zul.}} = 2590$ kg
Die Zwischenteilung ist der Übersichtlichkeit halber weggelassen worden.

Für die Ableitung der Ausdrücke zu den Nomogrammen vgl. Bull. SEV Bd. 19, S. 389.

Spannweite m	$\Delta a_k = \left[\frac{\sum_1^k a^3}{\sum_1^k a} - \frac{\sum_1^n a^3}{\sum_1^n a} \right] \sum_1^k a$	$\lambda = \left[\frac{\gamma_0^2}{24\, p_0^2} - \frac{\gamma^2}{24\, p^{*2}} \right]$	Wahre Verschiebung
$a_1 = 250$	$-\ 9{,}0 . 10^{+12}$ cm³	$-1{,}09 . 10^{-12}$ cm^{-2}	
$a_2 = 300$	$-11{,}6 . 10^{+12}$ „	„	
$a_3 = 180$	$-23{,}7 . 10^{+12}$ „	„	23,7 . 1,09 = 25,9 cm
$a_4 = 400$	$+\ 1{,}0 . 10^{+12}$ „	„	
$a_5 = 250$	$-\ 8{,}1 . 10^{+12}$ „	„	
$a_6 = 350$			

Ergebnis: Beim Übergang von $p_0 + 10°$ ohne Zusatzlast auf $0°$ bei 2 kg Schnee/m verschiebt sich Aufhängepunkt *3* um rd. 26 cm nach rechts. Aus Kolonne 2 geht ohne weiteres hervor, daß die Auslenkungen beim Punkt *3* am größten werden.

Um auf das Verfahren von G. Markt zurückzukommen, soll nun die Auslenkung im Aufhängepunkt *6* (von links her) seines Beispiels Nr. 1 (ETZ 1924, S. 620) nach Gl. (6) vorliegender Arbeit berechnet werden. Nach G. Markt ist, auf unsere Bezeichnungsweise übertragen:

$$p_0 = 1900 \text{ kg/cm}^2 \qquad \gamma_0 = 0{,}02316 \text{ kg/cm}^3$$
$$p^* = 917 \text{ kg/cm}^2 \qquad \gamma = 0{,}0089 \text{ kg cm}^3$$
$$a_1 \ldots a_6 = 150 \text{ m} \qquad a_7 = 300 \text{ m}.$$

Wir erhalten:

$$\sum_1^7 a^3 : \sum_1^7 a = 3{,}93 \,.\, 10^4 \text{ m}^2$$

$$\sum_1^5 a^3 : \sum_1^5 a = 2{,}25 \,.\, 10^4 \text{ m}^2$$

$$+\Delta a_6 = 75000 \,.\, [2{,}25 - 3{,}93] \,.\, 10^8 \,.\left[\frac{0{,}02316^2}{1900^2} - \frac{0{,}0089^2}{917^2}\right] \,.\, \frac{1}{24}$$

$$\Delta a_6 = 0{,}527 \,.\, 10^{12} \,.\, 53{,}8 \,.\, 10^{-12} = 28{,}3 \text{ cm (nach rechts),}$$

nach G. Markt 27,5 cm.

II. Berechnung der Verschiebungen bei ungleichmäßig verteilter Zusatzlast.

Bezeichnen wir mit

z_k die Anzahl der Spannweiten mit Zusatzlast vom 1. bis K. Aufhängepunkt,

o_k die Anzahl der Spannweiten ohne Zusatzlast vom 1. bis K. Aufhängepunkt,

so gelangen wir auf Grund derselben Überlegungen wie im Abschnitt I zu der Formel

$$\Delta a_k = \left[\frac{p^* - p_0}{E}\right] \sum_1^k a + \sum_1^k a^3 \left(\frac{\gamma_0^2}{24\, p_0^2} - \frac{\gamma^2}{24\, p^{*2}}\right) + (t - t_0)\, \alpha \sum_1^{o_k} a - \left(\frac{\gamma_0^2 - \gamma^2}{24\, p^{*2}}\right) \sum_1^{z_k} a^3, \quad (8)$$

Δa_k positiv, Auslenkung rechts $\} \; p^* > p_0, \gamma > \gamma_0$

Δa_k negativ, „ links $\} \; p^* < p_0, \gamma < \gamma_0$,

bezogen auf den Übergang von p_0 (Ketten senkrecht) auf p^* (Ketten ausgelenkt).

Beispiel 2. Die leichte Anwendbarkeit der Gl. (8) soll ebenfalls an einem vergleichenden Beispiel gezeigt werden. Im Beispiel Nr. 3 von Markt, ETZ 1924, S. 620, ist, auf unsere Bezeichnungsweise übertragen:

$$p_0 = 1700 \text{ kg/cm}^2, \; t_0 = -10^\circ$$
$$p^* = 1207 \text{ kg/cm}^2, \; t = 0^\circ$$
$$\gamma_0 = 0{,}018 \text{ kg/cm}^3, \; E = 10 \,.\, 10^5 \text{ kg/cm}^2$$
$$\gamma = 0{,}0089 \text{ kg/cm}^3, \; \alpha = 1{,}8 \,.\, 10^{-5}.$$

Wir erhalten für den vierten Aufhängepunkt von links her:

$$\sum_1^{k=3} a = 46700 \text{ cm} \qquad \sum_1^{k=3} a^3 = 12{,}38 \,.\, 10^{12} \text{ cm}^3$$

$$\sum_1^{o_k=1} a = 19300 \text{ cm} \qquad \sum_1^{z_k} a^3 = 5{,}15 \,.\, 10^{12} \text{ cm}^3.$$

Alle Werte in Gl. (8) eingesetzt, ergibt:

$$\Delta \alpha_4 = -23{,}1 + 30 + 3{,}6 - 36 = -25{,}5 \text{ cm links.}$$

(Nach G. Markt — 22,0 cm.)

Zwei Nomogramme für die Berechnung von Leitungen mit großen Höhenunterschieden werden in Abb. 4 und 5 angegeben.

Elt-Betriebskarten.

Von **El. Tebbe,** Hindenburg O.-S., und **R. Dehrmann,** Gleiwitz.

Übersicht. **Es werden die Schwierigkeiten erörtert, die sich in größeren industriellen Betrieben (Gruben, Hütten und ähnlich rauhen Betrieben) einer steten Übersicht über die vorhandenen elektrischen Geräte, wie Motoren, Anlasser, Schalter und Transformatoren, entgegenstellen. Die Hilfsmittel, die der Schaffung einer solchen Übersicht dienen, und die an sie zu stellenden Forderungen werden besprochen. Die vom Ausschuß für Elt-Betriebskarten auf Anregung des Oberschlesischen Elektrotechnischen Vereins im Rahmen der ADB (Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure) in Verbindung mit dem AWF (Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung) geschaffenen Elt-Betriebskarten, die diesen Anforderungen genügen, werden im Entwurf geschildert und zur Erörterung gestellt.**

In größeren industriellen Betrieben mit elektrischen Antrieben, z. B. Gruben, größeren Hüttenwerken, großen Maschinenfabriken mit umfangreicheren Werkstätten und Gießereien usw., kurz in großen Anlagen mit zum Teil rauhen Betrieben werden die zahlreichen Motoren, Anlasser und Schalter des öfteren nur verhältnismäßig kurze Zeit ohne Störung an einer Stelle stehen können. Sobald an irgendeinem dieser Teile eine Störung auftritt, wird der betreffende Gegenstand gegen einen Reserveteil ausgewechselt, damit in möglichst kurzer Zeit der Betrieb selbst wieder aufgenommen werden kann. Der dann in der Ausbesserungsabteilung des Werkes oder in einem fremden Betriebe wiederhergestellte Motor, Anlasser oder Schalter findet gelegentlich an anderer Stelle wieder Verwendung. Auf diese Weise unterliegen die elektrischen Apparate in derartigen Betrieben einem starken Wechsel.

Um nun einen Überblick über die Maschinen und Apparate zu gewinnen, muß der Betriebsführer sich eine schriftliche Übersicht anlegen. Wird diese Übersicht in Buchform geführt, so sind zur Nachhaltung vorstehend erwähnter Vorgänge dauernde Nachträge, Streichungen usw. unausbleiblich. Hierdurch werden Ordnung und Übersichtlichkeit gestört. Die Buchform hat weitere Nachteile; als Beispiele seien hier angeführt: Wenn jeder Motor eine Zeile erhält, dann sind die überhaupt möglichen Eintragungen sehr beschränkt; wird aber jedem Motor eine ganze Seite gewidmet, dann wird, sobald die Seite voll ist und für Nachtragungen eine zweite genommen werden muß, die Ordnung wieder gestört. Die geschil-

Mit-ohne B.-A. Bürstenabheber	Kurzschl.-Schlring. Läufer	380 V Spannung	960 /Min. Drehzahl	9,2 KW Leistung	DB-KB-AB Betriebsart	D 7. Werks-Nr.

Drehstrom-Motorenkarte Blatt Nr.: 1.

		Betrieb									Ausbesserung			
		Tg.	Mon.	Jh.	Abteilung	Nr.	Angetr. Masch.	Tg.	Mon.	Jh.	Nr.	Art der Arbeit	M	Pf
Hersteller	[illegible]													
Lieferer	„													
Gattung	VD 12,5/6	12	I	26	[illegible]	9	[illegible] I	13	I	26	110	[illegible]	75	50
Fertigungs-Nr.	389 949	21	II	26	—„—	11	—„— II	17	V	26	137	[illegible]	96	25
Ständerstr. J_1 (A)	20,8	1	V	26	—„—	17	[illegible]	9	V	26	179	[illegible]	27	40
Läuferstr. J_2 (A)	31	15	VI	26	—„—	10	[illegible] I	29	VI	26	235	[illegible]	66	45
Läuferspg. e_2 (V)	68	24	VI	26	—„—	12	[illegible]	8	X	26	239	[illegible]	[illegible]	30
Schaltung Ständer	[illegible]	5	XI	26	—„—	9	[illegible] I	20	I	27	19	[illegible]	25	40
Schaltung Läufer	[illegible]	25	I	27	—„—	12	[illegible]	15	V	27	190	[illegible]	32	[illegible]
cos φ	0,79	10	IV	27	—„—	11	[illegible]	16	XI	27	201	[illegible]	20	30
Bauart ¹)	9	29	XI	27	—„—	9	—„— I							
Kühlung	Ventilator													
Form	B 3													
Isolierung ²)	N													
Lager	Gleit-Wälz-													
Gewicht ges. (kg)	410													
Bürstenart Nr.	12													
Anzahl d. Bürsten	6													
Geliefert am:	12. I. 1926													

¹) o = offen, g = gekapselt, t = tropfwassersicher, sch = schlagwettergeschützt,
²) F = Feuchtigkeits-Schutz, N = Normal.

Wicklung

	Ständer	Läufer
Polzahl		
Nutenzahl	54	72
Drähte/Nut	14	2
Draht blank (mm)	2,7	8 × 3
Draht isoliert (mm)	3,0	8,6 × 3,6
Isolationsart	[illegible]	[illegible]
Kupfergewicht (kg)		
Widerstand/Phase (Ω)		
Luftspalt (mm)	1,0	
Lagermetall	Rotguß	
Nutisolation	Preßspan	Preßspan

Bemerkungen:
Anlauf-Drehmoment = × norm. Drehmoment
Kippmoment = × „ „

Ausgestellt am: 15. I. 26 von [illegible]

Störungs-Uebersicht

Abb. 1. Vorderseite und Rückseite der Drehstrommotorenkarte.



derten Betriebe benötigen aber außer den Angaben, welche auf den Schildern der Maschinen und Apparate anzugeben sind, unter anderem auch eine genaue Aufzeichnung der Wickeldaten, weil die Ausbesserung in eigenen Reparaturabteilungen der Werke oder sonst nahe gelegenen Reparaturfirmen ausgeführt werden muß. Ein Versand an den Hersteller ist teils der Entfernung, teils der Eile halber im allgemeinen nicht möglich. Der Einwurf, daß in eigenen Ausbesserungsabteilungen nicht Gewähr für einwandfreie Arbeit gegeben sei, dürfte bei einem sachgemäß geführten Betriebe nicht am Platze sein. Der Betriebsführer muß also auch die Wickeldaten

Weiter sei darauf hingewiesen, daß es unvermeidbar ist, statt der ursprünglichen Drahtstärke einmal behelfsmäßig eine andere einzulegen. Wird nun bei der nächsten Wicklung auf Grund von Angaben der Kartei auf das ursprüngliche Maß zurückgegriffen, so liegt kein Anlaß zu Bedenken vor. Gehen diese Angaben aber verloren, so kann sich der Vorgang wiederholen und der Motor erhält allmählich unzulässig abweichende Querschnitte. Hierdurch können die elektrischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften des Motors unzulässig geändert werden[1]. Feste Unterlagen in der Betriebskartei verhindern solche Vorkommnisse. Hierin ist des weite-

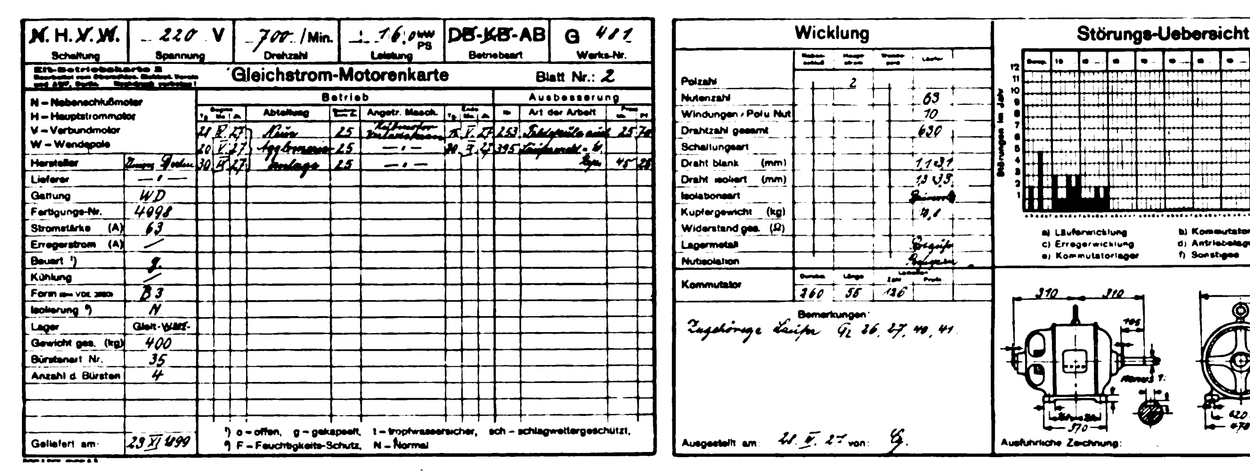


Abb. 2. Vorderseite und Rückseite der Gleichstrommotorenkarte.

Abb. 3. Vorderseite und Rückseite der Gleichstromläuferkarte.

seiner Motoren an geeigneter Stelle aufzeichnen können. Der Platz dafür muß in der eingangs geforderten Übersicht gegeben sein.

Nach alledem bleibt für die äußere Form dieser Übersicht nur eine **K a r t e i** als mögliche Lösung. Die Anforderungen, welche an diese Kartei zu stellen sind, sind folgende:

Die Kartei muß insbesondere dem Betriebsführer darüber Auskunft geben, an welcher Stelle sich der einzelne Motor, Schalter oder Anlasser z. Zt. befindet, wie lange der betreffende Gegenstand im Betrieb ist, an welchen Arbeitsmaschinen der Motor usw. früher gearbeitet hat, aber auch welcher Motor, Anlasser oder Schalter sich jetzt an der Arbeitsmaschine befindet, welche Geräte früher dort gearbeitet haben, und vor allem, welcher Motor geeignet ist, den eben verbrannten Motor zu ersetzen und wo sich ein geeigneter Ersatzmotor befindet; schließlich soll die Kartei auch für Aufstellungs- und Transportfragen (z. B. im Bergwerk) angeben, welche Abmessungen und welches Gewicht der Motor hat.

Ist der gestörte Betrieb nach Aufstellung des geeigneten Ersatzmotors wieder hergestellt, so tritt die Frage der Ausbesserung in den Vordergrund. Und nun muß die Kartei weiter darüber Auskunft geben, wieviel Kupfer und welcher Art zur Neuwicklung erforderlich ist und ob ähnliche Störungen häufiger vorgekommen sind.

ren die Notwendigkeit der Aufnahme der Wickeldaten in der Kartei begründet. Weiter muß die Kartei rasch beantworten können, wieviel Motoren einer bestimmten Gattung, einer bestimmten Spannung, einer bestimmten Drehzahl und einer bestimmten Leistung vorhanden sind. Also auch eine Übersicht allgemeiner Art nach wichtigsten Betriebsdaten ist von der Kartei zu verlangen.

Diese Gesichtspunkte mögen bezüglich der Anforderungen an die Elt-Kartei genügen. Gegenwärtig eingeführt ist eine Elektromotorenkarte des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung (AWF). Diese Karte enthält neben dem Motor auch den Anlasser. Die Karte ist dementsprechend für mittlere und kleine Anlagen gedacht und auch in solchen Werken durchaus zweckmäßig, in denen Werkzeugmaschine, Motor und Anlasser mehr oder weniger eine Einheit bilden und Vertauschungen nicht vorkommen. Falls einer der beiden Teile ausgewechselt wird, wird eine solche Karte unbrauchbar und muß entsprechend neu ausgestellt werden. Sie ist also nur für eine Verwendung an **e i n e r** Stelle, aber nicht

[1] Die Zeitschrift Der Maschinenschaden, Bd. 4, H. 12, schreibt in einem Aufsatz „Die sachgemäße Reparatur an elektrischen Maschinen“: Feststellungen von interessierter Seite haben ergeben, daß etwa 60% der in unverantwortlichen Händen gewesenen Elektromotoren falsche Wickeldaten aufwiesen und daß rd. 40% dieser Maschinen eine höhere Stromaufnahme im Leerlauf hatten, als dies bei Vollast der Fall sein sollte.



für irgendeinen Wechsel der Apparate innerhalb des Betriebes eingerichtet. Die Karte gibt weiter keinen Aufschluß über die Wickeldaten. Die erwähnte AWF-Maschinenkarte für Elektromotoren Nr. 312 wurde deshalb, den besonderen Bedürfnissen der Schwerindustrie Rechnung tragend, erweitert, und unter Berücksichtigung der vorstehend erwähnten Umstände entstanden die im folgenden beschriebenen Karten.

So wurden durch den erwähnten Ausschuß in Verbindung und unter Mitarbeit des AWF Karten ausgearbeitet, die den oben geschilderten Anforderungen durch häufigen Wechsel innerhalb der rauheren Betriebe in jeder Beziehung genügen dürften, aber darüber hinaus auch in anderen Betrieben vorteilhaft verwendet werden können. Es wurden grundsätzlich für alle Teile, die im Betriebe nicht unbedingt zusammenbleiben, eigene Karten geschaffen, und zwar:

Anlasser	Widerstand	Höchst-Strom	Spannung	Anlaß-Leistung	Stromart	Werks-Nr.
Flüss. Metall	r = 1,3-2,9 Ω	i = 76 A	e = 500 V	N = 12,5 kW	G E D	A 8

Anlasser-Karte — Blatt Nr.:

			Betrieb: Beginn Tg. Mo. Jh.	Abteilung	Standorts-Karte Nr.	Ende Tg. Mo. Jh.	Ausbesserung: Nr.	Art der Arbeit	Preis
Hersteller		[illegible]							
Lieferer		— " —							
Gattung		K 403	15. I. 26	Röhrengieß.	9				
Fertigungs-Nr.		1672362							
Stufenzahl	18	17							
Phasenzahl		3							
Widerstandsmat.	54								
Netzspg. E (V)									
Ständerstrom J (A)									
Ausführungsart	6	a							
Schutzart	7	S 3 W 5							
Kühlung	9	26							
Anschlußart	12	A 3							
Gewicht (leer) (kg)		9							
Schaltbild									
[illegible]	24	Öl Anz.							
Geliefert am		10 I 26							

		ist eingebaut besonders: W	Bemerkungen:
Mittl. Anlaßaufnahme	24		
Anlaßzeit	24	11	
Anlaßzahl	24	3	
Anlaßhäufigkeit	24	3	
Betätigung	10	1a	

Ausführliche Zeichnung: ——— Ausgestellt am: 12. I. 26 von [illegible]

Abb. 4. Vorderseite und Rückseite der Anlasserkarte.

Schalter	Stromart	Schaltleistung	Nennspannung	Nennstrom	Reihe	Werks-Nr.
Oel	G E D	0,75 MVA	0,750 kV	100 A	0	S 3

Schalter-Karte — Blatt Nr.: 1

			Betrieb: Beginn Tg. Mo. Jh.	Abteilung	Standorts-Karte Nr.	Ende Tg. Mo. Jh.	Ausbesserung: Nr.	Art der Arbeit	Preis
Hersteller		[illegible]							
Lieferer		— " —							
Gattung		APDL	17. I. 26	Röhrengieß.	9				
Fertigungs-Nr.		263079							
Aufstellungsort	9	a I							
Polzahl		3							
Unterbrechung/Pol									
Prüfspannung	67	16 000							
Betätigung	10	1							
Betätigungs-Spg.	29	380							
Auslösung	16	Prim.							
Relais	19	Prim.							
Elektr. Schutz	21	1							
Art der Auslösung	32	a							
Schaltverzug	32								
Nennstr. d. Auslös. (A)	32	30							
Schutzwdst. (Ω/Ph)									
Gewicht mit Öl (kg)		98							
Gewicht ohne Öl (kg)		80							
Geliefert am		15 I 26							

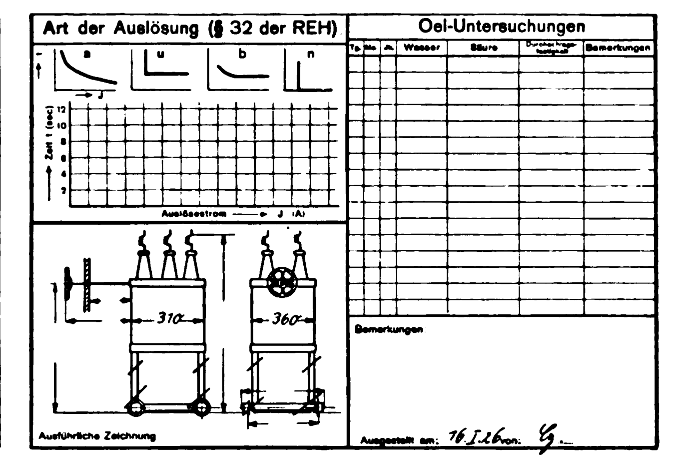


Abb. 5. Vorderseite und Rückseite der Schalterkarte.

1. Drehstrommotorenkarte . . . . Buchstabe „D",
2. Gleichstrommotorenkarte . . . Buchstabe „G",
3. Gleichstromläuferkarte . . . . Buchstabe „Gl",
4. Anlasserkarte . . . . Buchstabe „A",
5. Schalterkarte . . . . Buchstabe „S",
6. Transformatorenkarte . . . . . Buchstabe „T".

Weiter entstanden noch:

7. Gattungskarte,
8. Standortskarte.

Die angeführten Buchstaben stellen eine abgekürzte Kennzeichnung der Gruppen für die verschiedenen Gerätearten dar. Es sollen nun die Beschreibungen der einzelnen Karten an Hand der Abbildungen erfolgen.

1. Drehstrommotorenkarte (Abb. 1).

Der Kopf der Vorderseite der Karte ist so ausgebildet, daß bei Verwendung der Karte in einer Sichtkartei die wichtigsten Angaben nach Art einer Liste jederzeit bequem gelesen werden können, ohne die Karte der Kartei entnehmen zu müssen. — Die Motoren selbst erhalten, wie bereits erwähnt, Werksnummern, z. B. D 1, D 2, D 3 usw. Diese Nummern werden bei der Einrichtung der Kartei am zweckmäßigsten nach dem ungefähren Alter der Maschinen verteilt. Neuhinzukommende Motoren erhalten die Nummern fortlaufend je nach Eingang, so daß auch diese Nummern später ein ungefährer Maßstab für das Alter des Motors sind. Die Nummern der Motoren nach irgendwelchen anderen Gesichtspunkten, z. B. nach Spannung, Leistung oder Drehzahl, zu ordnen, hat sich als unzweckmäßig erwiesen. Die Nummern werden im allgemeinen vorteilhaft durch Farbe oder durch aufgeschraubte Blechschildchen auf die in Frage stehenden Gegenstände aufgetragen; außerdem wird empfohlen, dieselben noch durch Stempel an einer leicht zu findenden Stelle, z. B. in der Nähe der Aufhängeöse, einzuschlagen. Diese Werksnummer wird in die rechts vorgesehene Rubrik der Karte eingetragen. In der Rubrik „Leistung" sind noch beide Einheiten vorgesehen, von denen die nicht gebrauchte zu streichen ist. Die übrigen Angaben des Kopfes bedürfen keiner Erläuterung. Bei Lieferung der Karten kann jedoch eine ausführliche „Gebrauchsanweisung" mitgegeben werden. Die Blattnummer hat den Zweck, von einer Karte (z. B. Blatt Nr. 2) auf die bereits vollgeschriebene Karte des gleichen Motors (Blatt Nr. 1) hinzuweisen.

Auf der linken Seite der Karte befindet sich die nähere Kennzeichnung des Motors, die im wesentlichen aus dem Leistungschild zu entnehmen ist. Für die Bauart und Isolierung sind auf dem unteren Rande der Karte Abkürzungen angegeben, da der Verband noch keine Abkürzungen hierfür geschaffen hat. Der Ausschuß für Elt-Betriebskarten hat aber bereits beim Verband einen entsprechenden Antrag gestellt, so daß gegebenenfalls späterhin die Abkürzungserläuterungen wegfallen können. Der übrige Raum der Vorderseite ist für Angaben über die Aufstellung des Motors im Betriebe bestimmt. Unter der Spalte „Beginn" ist das Datum des Einbaues des Motors einzutragen, unter „Ende", wann derselbe gegebenenfalls ausgebaut wurde. Die Spalte „Standortskarte Nr." ist ein Hinweis auf die weiter unten geschilderte Standortskarte. Die Spalte „Ausbesserungs-Nr."

weist auf die Arbeitsnummer der Reparaturabteilung hin bzw. auf ein Aktenstück bei Ausbesserung im fremden Betriebe.

Die Rückseite der Karte enthält die Wickelangaben, eine Maßskizze, Raum für Bemerkungen und die Störungsübersicht. Letztere soll, wenn Störungen gleicher Art an dem Motor sich oft wiederholen, dieses dem Betriebsführer jederzeit vor Augen führen, damit er entsprechende Maßnahmen treffen kann. So zeigt das Beispiel, daß der betreffende Motor in einem Jahre zwei Störungen an der Läuferwicklung und fünf Störungen am Antriebslager hatte.

Eine weitere Schilderung der Karte dürfte sich erübrigen, da die Eintragungen in der Abbildung den nötigen Aufschluß geben.

aufzunehmen, ist nicht zweckmäßig, da hierdurch Teile in einer Karte verknüpft werden, welche betriebsmäßig auseinandergezogen werden können. Von der Schaffung einer eigenen Karte für besonders aufgestellte Widerstände hat der Ausschuß abgesehen, da die Aufzeichnungen hierfür zu geringfügiger Art sind. Für diese Widerstände genügt die Anlegung eines Buches.

5. Schalterkarte (Abb. 5).

Diese Karte wird man im allgemeinen nur für größere Luft- und Hochspannungsschalter, die eine gewisse Bedeutung für den Betrieb haben, benutzen. Zum Kopf der Karte ist zu erwähnen, daß eine mit „Reihe" gezeichnete Rubrik vorgesehen ist. In dieser ist eine Angabe einzutragen, die der früheren Serienbezeichnung

Luft-Öl	50 ~	3 phasig	1000 V	120 V	100 kVA	T 19
Kühlung	Frequenz	Phasenzahl	Oberspannung	Unterspannung	Richtleistung	Werks-Nr.

Transformatoren-Karte — Blatt Nr. 1

	§		Betrieb: Beginn	Standort	Ende	Ausbesserung: Nr	Art der Arbeit	Preis
Hersteller		A. E. G.	17. II. 26.	[illegible]	29. V. 27			
Lieferer		—	2. VI. 27.	[illegible]				
Gattung		ODI 71-50						
Fertigungs-Nr.		141650						
Art des Transform.	3	I						
Strom (oberspgsts.) (A)		57,9						
Strom (unterspgsts.) (A)		480						
Schaltung	8	Y / Y						
Schaltgruppe	6	C 3						
Kurzschluß-Spg.	16	3,93						
Leerlaufverlust (W)		690						
Anzapfungen	20	± 4 %						
Kühlung	18	OS						
Betriebsart	28	DB						
Gesamtgewicht (kg)		1150						
Ölgewicht (kg)		400						
Ölausdehnungsgef.		mit						
Transportrollen		mit						
Anschlußart								
Nullpunkt ausgeführt		ja						
Geliefert am		10. VI. 1926						

Wicklung	Oberspgstg.	Unterspgstg.
Bewickelte Schenkel		
Spulen/Schenkel		
Windungen/Spule		
Draht blank (mm)		
Draht isoliert (mm)		
Isolationsart		
Kupfergewicht (kg)		
Wicklungsart	Scheiben-Spulen	Scheiben-Spulen
Widerstand/Phase (Ω)		

Ausführliche Zeichnung: 900 — 450 — 2150 — 2000 — 2150 — 520

Öl-Untersuchungen: Tg.	Mo.	Jh.	Wasser	Säure	Durchschlagsfestigkeit	Bemerkung

Bemerkungen: Umschaltung auf 6000 V erfolgt durch Umlöten der Anschlüsse

Ausgestellt am 17. II. 26 von [illegible]

Abb. 6. Vorderseite und Rückseite der Transformatorenkarte.

Eine Drehstromläuferkarte wurde nicht entwickelt, weil der Drehstromläufer im allgemeinen zu einem bestimmten Ständer gehört und vorteilhaft nicht ausgetauscht wird.

2. Gleichstrommotorenkarte (Abb. 2).

Diese Karte weist gegenüber der Drehstrommotorenkarte keine grundsätzlichen Änderungen auf. Es sind nur diejenigen Änderungen vorgenommen, die sich aus der Stromart ergeben. Hierzu sei noch erwähnt, daß die Gleichstrommotorenkarte auch die Wicklungsangaben für den Läufer enthält, obgleich eine eigene Gleichstromläuferkarte entwickelt worden ist. Betriebe, die ihre Gleichstromläufer nicht in verschiedenen Gleichstromständern verwenden, können sich also mit der Gleichstrommotorenkarte begnügen.

3. Gleichstromläuferkarte (Abb. 3).

Die Gleichstromläuferkarte ist im Gegensatz zu dem eben Gesagten für die Betriebe entwickelt worden, bei denen ein Wechsel der Läufer innerhalb der Motoren häufiger vorkommt. Auch diese Karte unterscheidet sich nicht wesentlich von den bereits beschriebenen. Es mußte aber statt des Standortes in diesem Falle sinngemäß die Motornummer des Gleichstrommotors, in dem der Läufer eingebaut ist, aufgenommen werden. Die Rückseite der Karte enthält u. a. eine Spalte für die Aufführung der Nummern derjenigen Motoren, in denen der betreffende Läufer verwendet werden kann. Die Werksläufernummer wird am vorteilhaftesten in das Wellenende auf der Kommutatorseite eingeschlagen.

4. Anlasserkarte (Abb. 4).

Die Anlasserkarte unterscheidet sich von den andern Karten nur durch die Angaben, nicht aber in ihrem wesentlichen Aufbau. Neu eingefügt ist hier eine Spalte, welche auf die Paragraphen der entsprechenden Verbandsvorschriften, in diesem Falle der R.E.A., d. h. der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten", hinweist. In diesen sind die ausführlichen Erläuterungen und die zu benutzenden Abkürzungen angegeben. Die Rückseite enthält kurze Angaben über den Widerstand. Die entsprechende Zeile sieht die beiden möglichen Fälle vor, nämlich daß der Widerstand in den Anlaßapparat eingebaut oder daß derselbe besonders aufgestellt ist. Im letzteren Falle ist die Werksnummer des Widerstandes W . . . einzutragen. Die Angaben des getrennten Widerstandes in der Anlasserkarte

entspricht. Weiter ist die Schaltleistung in Millionen-Volt-Ampere (MVA) anzugeben. Dies entspricht den „Regeln für Hochspannungschaltgeräte" in der Form, wie sie ab 1. VII. 1928 in Kraft getreten sind. Auch im übrigen ist die Karte diesen Vorschriften angepaßt.

—	G E D	380 V	Bergmann	VD 12,5/6
	Stromart	Spannung	Hersteller	Gattung

Gattungskarte — Blatt-Nr.: 1.

Werks-Nr.	Fertigungs-Nr.	Leistung kW	Leistung PS	Drehzahl Min.	Ersatzteile	Bemerkungen
D. 7	319943	9,2		960		
„ 9	319947	9,2		960		
„ 10	319948	9,2		960		
„ 11	319949	9,2		960		
„ 12	319950	9,2		960		

Fortsetzung siehe Rückseite

Abb. 7. Gattungskarte.

Die Rückseite der Karte enthält die Maßskizze. Hierbei konnte nur auf die Ölschalter als wichtigste Schalter Rücksicht genommen werden. Ferner ist ein Vordruck zum Eintragen der Auslösecharakteristik aufgenommen, deren Grundformen unter Hinweis auf nähere Erläuterung durch den angegebenen Paragraphen der R.E.H. angegeben sind. Weiter ist eine Tabelle für Öluntersuchungen vorgesehen, die wegen der Wichtigkeit solcher Untersuchungen aufgenommen worden ist.

6. Transformatorenkarte (Abb. 6).

Die Transformatorenkarte, die sich wiederum nur durch die Art der Angaben von den anderen Karten unterscheidet, lehnt sich an die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren" des VDE an und bedarf nach den Beschreibungen der früheren Karten keiner besonderen Erläuterung. Auch hier ist die Stö-



rungsübersicht zugunsten einer Tabelle für Öluntersuchungen zurückgetreten.

7. Gattungskarte (Abb. 7).

Während alle bisherigen Karten bestimmte einzelne Betriebsgeräte karteimäßig festlegten, hat die Gattungskarte den Zweck, die Maschinen und Transformatoren gleicher Gattung zusammenzufassen. Die Karte ermöglicht dem Betriebsleiter eine sofortige Übersicht über sämtliche Maschinen und Transformatoren gleicher Gattung. Dies ist besonders wertvoll beim Aussuchen von Ersatzmotoren im Falle einer Betriebstörung und bei der Wahl von Motoren bei Nachbestellungen. Ferner gibt die Karte Aufschluß über die vorhandenen Reserveteile. Es sind demnach nur so viele Karten erforderlich, als Maschinen und Transformatoren verschiedener Gattung in einem Werk vorhanden sind. Für ganze Gerätegruppen wird nur eine Karte ausgestellt.

8. Standortskarte (Abb. 8).

Die Standortskarte soll darüber Aufschluß geben, welche Geräte zur Zeit an einer bestimmten Betriebstelle eingebaut sind, und welche Geräte an derselben u. U. früher schon eingebaut waren. Letzteres kann bei Störungen für die Wahl des Ersatzes von großem Vorteil sein. Die Karte muß mithin den Motor mit den zugehörigen Apparaten, wie Anlasser, Schalter usw., zusammenfassen. Jedem Standort wird auch eine Standortsnummer gegeben, die in diesem Falle mehr dem Zweck der Einreihung innerhalb der Kartei dient. Die Numerierung der Standorte wird bei mittleren und größeren Betrieben vorteilhaft innerhalb kleiner Betriebsabteilungen unter Kennzeichnung derselben durch Vorsetzen von Buchstaben durchgeführt, z. B. an einer Betriebstelle der Stabeisenstrecke im Walzwerk „W. St. 12". Die Anbringung der Nummern an der Betriebstelle dürfte sich im allgemeinen erübrigen. Die Eintragung der Nummern erfolgt entsprechend den früheren Karten im Kopf in der rechten oberen Ecke. Weiter enthält der Kopf ebenfalls die wichtigsten Angaben für den Standort.

Während die Vorderseite für den Wechsel der Motoren vorgesehen ist, ist die Rückseite für die Eintragung der zugehörigen Apparate eingerichtet. Außerdem ist eine Tabelle vorhanden, in welche etwa vorgenommene Betriebsversuche eingetragen werden. Es handelt sich hierbei nicht um die Untersuchungen des Motors, sondern um betriebsmäßige Messungen der an dieser Arbeitsmaschine auftretenden Belastung. Auf Grund dieser Messungen kann festgestellt werden, ob an dieser Stelle ein stärkerer oder schwächerer Motor zur Aufstellung kommen muß. Die Karte soll nicht dazu verleiten, an jedem Motor Messungen durchzuführen, sondern soll für das Ergebnis der Messungen einen Raum bieten, falls solche erforderlich erscheinen.

Einrichtung und Führung der Kartei.

Nachdem nun die einzelnen Karten geschildert sind, soll erläutert werden, in welcher Weise eine Betriebskartei mit den vorhandenen Karten entsteht. Zunächst müssen wir, wie schon erwähnt, sämtliche im Werk vorhandenen Geräte mit den entsprechenden Werksnummern versehen. Sodann werden den Geräten die entsprechenden Karten zugeteilt und die an den Geräten aufgenommenen Daten in die Karten eingetragen. Für späterhin durch Anlieferung hinzukommende Geräte müssen die Angaben dem Karteiführer sofort nach Anlieferung gemacht werden.

In der nunmehr bestehenden Kartei sind die im Betriebe auftretenden Änderungen nachzutragen, damit die Kartei jeweils ein richtiges Bild des Betriebes ergibt.

Riemenantrieb [illegible]	– /Min.	Becherwerk I.	Röhrengießerei	Nr. 19
Uebertragungs-Mittel	Drehz. d. angetr. Masch.	Angetriebene Masch.	Betriebs-Abteilung	Standorts-Nr.

Standortskarte — Blatt Nr.: 1

Motor-werks-Nr.	Leistung kW	Drehz. /Min.	Eingebaut Tg.	Mo.	Jh.	Ausgebaut Tg.	Mo.	Jh.	Grund	Motor-werks-Nr.	Leistung Nr.	Drehz. /Min.	Eingebaut Tg.	Mo.	Jh.	Ausgebaut Tg.	Mo.	Jh.	Grund
D 7	22	960	19	I	26	13	II	26											
„ 12	22	960	13	II	26	25	IV	26											
„ 10	22	960	25	IV	26	5	VI	26											
„ 7	22	960	5	VI	26	20	I	27											
„ 9	22	960	20	I	27	29	VI	27											
„ 7	22	960	29	VI	27														

Anlasser Werks-Nr.	Eingebaut Tg.	Mo.	Jh.	Ausgebaut Tg.	Mo.	Jh.	Widerstand Werks-Nr.	Eingebaut Tg.	Mo.	Jh.	Ausgebaut Tg.	Mo.	Jh.	Schalter Werks-Nr.	Auslösestromstärke Sicherung	Automat eingest. auf	Null-spannungs-auslösung	Eingebaut Tg.	Mo.	Jh.	Ausgebaut Tg.	Mo.	Jh.	Bemerkungen
A 8	15.	I	26.				W							S 3		30		17	I	26				
A							W							S										
A							W							S										
A							W							S										
A							W							S										
A							W							S										
A							W							S										
A							W							S										

Betriebsversuche

Datum Tg.	Mo.	Jh.	Motor Werks-Nr.	Leistung (kW)	(PS)	Strom (A)	Drehz. /Min.	gemessen: Leistung (kW) dauernd	Spitzen	Strom (A) dauernd	Spitzen	Spannung (V)	Drehzahl /Min.	cos φ	Bemerkungen

Bemerkungen:

Ausgestellt am 19. I. 26 von G.

Abb. 8. Vorderseite und Rückseite der Standortskarte.

Reparaturwerkstätten.

Meldung vom: 15. VI. 1927

Arbeiten im Betriebe:	von	bis	Std.	Min.	Lfd. Nr.
Hochofenbetrieb: Agglomerier-Anlage	8³⁰	16³⁰	8	–	1
Kesselschmiede: 10 t-Kran	12⁰⁰	15⁰⁰	3	–	2
Röhrengießerei: Becherwerk II	13⁰⁰	16⁰⁰	3	–	3
Koksanstalt: Koksbecherwerk	14³⁰	17⁵⁰	3	20	4
Störungen im Betrieb:					
Schalter vom 250 kVA-Transformator infolge Anlassens des kurzgeschlossenen Rücklaufpumpenmotors ausgelöst.	7⁰⁰	7¹⁵		15	

Aenderungen im Betrieb:

Becherwerk II: Motor D 7 ausgebaut und Motor D 9 eingebaut.
Grubenschalthaus: Wasserhaltung 1 von System I auf System II gelegt.
Gasreiniger II: Anlasser A 16 ausgebaut, A 27 eingebaut

eingetragen: 16. VI. 27 G.

Arbeiten für die Werkstatt:

Keine.

Din A 4 (297×210) P. Hill, Ol. — Meister: Haiden

Abb. 9. Meldezettel eines Hüttenwerkes.

Die hierzu erforderlichen Meldungen müssen auf einem geeigneten Zettel, der sich nach der jeweiligen Werksorganisation richtet, von den verschiedenen Betriebstellen an den Betriebs- bzw. Karteiführer gerichtet werden. Da sich der Ausschuß darüber einig war, daß die Schaffung eines einheitlichen, für alle Betriebe geeigneten Meldezettels nicht möglich ist, wurde von einer



Bearbeitung desselben abgesehen. Es kann hier nur als Beispiel ein Meldezettel eines größeren oberschlesischen Hüttenwerkes gezeigt werden (Abb. 9). In diesem Zusammenhange sind nur die Zeilen „Störungen im Betriebe" hervorzuheben, unter welchen der Karteiführer die erfolgte Eintragung zu bescheinigen hat.

Um nicht den Eindruck aufkommen zu lassen, daß die Ausführung der geschilderten acht Karten mit allen ihren Einzelheiten eine unzweckmäßige Belastung des

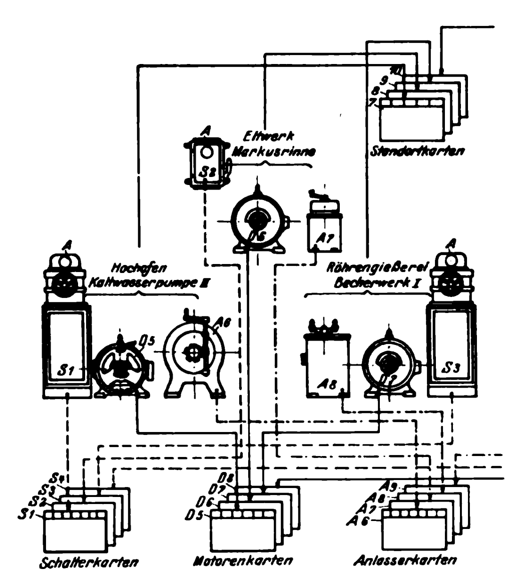


Abb. 10. „Schaltbild" der Kartei.

Betriebes darstellen könnte, muß betont werden, daß ja für jeden Betrieb nur eine geeignete Auswahl der Karten in Frage kommt. So fallen z. B. in Betrieben, die nur Drehstrom verwenden, schon die Gleichstrommotoren- und Gleichstromläuferkarte weg. Weiterhin wird die Schalterkarte, wie bereits angedeutet, nur in umfangreicheren Anlagen Verwendung finden. Es wird nicht zweckmäßig sein, jeden einzelnen kleinen Schalter karteimäßig zu erfassen. In kleineren Betrieben kann weiter auch die Gattungs- und Standortskarte entbehrt werden, wenn die Betriebsleitung auch auf die Angaben dieser Karten verzichten kann.

Es kann also aus den geschaffenen Karten je nach Umfang des Betriebes die geeignete Auswahl getroffen werden. Auch bei der Ausfüllung der einzelnen Karten sind Einschränkungen möglich, insbesondere braucht die vollkommene Eintragung nicht sofort zu erfolgen, da nach Zuteilung der Werksnummern und der wichtigsten Betriebsdaten die Einreihung in die Kartei ohne weiteres gegeben ist. Die Angaben der Wickeldaten dürften im allgemeinen erst dann gemacht werden können, wenn die Maschine das erste Mal zur Ausbesserung kommt. Dieses wird auch in den weitaus meisten Fällen genügen.

Der Grundgedanke der Kartei soll in Abb. 10 nochmals zusammengefaßt werden. Man erkennt, daß aus der Motorkarte, Schalterkarte und Anlasserkarte die technischen Einzelheiten der Geräte herauszulesen sind, während die Standortskarte die räumliche Aufstellung der Geräte an den verschiedenen Antriebstellen wiedergibt.



Abb. 11. Sicht-Kartei in Buchform.

Die Kartei soll in zwei Ausgaben erscheinen, und zwar in einer „Ausgabe A" mit geeigneter Lochung auf Buchschreibpapier zur Verwendung in dem Elt-Kartei-Buch als Sichtkartei in Buchform nach Abb. 11 und in einer „Ausgabe B" auf Kartonpapier in verschiedenen Farben für die einzelnen Kartengruppen. Letztere können entweder in einer Sichtkartei in Kastenform oder als Standkartei (Blindkartei) in der allgemein üblichen Form verwendet werden. Leitkarten und die sonstigen Hilfsmittel der übrigen Karteien, wie Tab-Leisten usw., können auch hier angewendet werden.

Anfragen über nähere Einzelheiten sind zu richten an den O/S. E. V., Hindenburg, O/S.

Dem AWF sei auch an dieser Stelle nochmals für seine bisherige tatkräftige Mitarbeit bestens gedankt.

Einfluß der Lüftung auf das Gewicht der Widerstände von Gleichstromlokomotiven.

Von **A. Buttler**, München.

Übersicht. **Es wird eine Formel zur Erwärmungsberechnung von Lokomotiv-Anfahr- und Bremswiderständen abgeleitet und der Einfluß verstärkter Lüftung auf das Gewicht der Widerstände gezeigt.**

Die Berechnung der Anfahr- und Bremswiderstände zerfällt in zwei Teile: a) Abstufung der Widerstände, d. h. Bestimmung der Anzahl der Stufen, der dazu gehörigen Ohmwerte und Stromstärken, b) Bestimmung der Anzahl der erforderlichen Elemente, d. h. Errechnung des zur Aufnahme der Wärmemenge erforderlichen Gewichtes des Widerstandsmaterials.

Im Falle von Widerständen für elektrische Fahrzeuge besteht die zweite Aufgabe in einer Erwärmungsberechnung, und zwar in der Durchrechnung der Widerstände für kurzzeitigen Betrieb. Hierbei wird es in den meisten Fällen genügen, nur einen Streckenabschnitt zu untersuchen, und zwar den, im Verlaufe dessen die Widerstände am stärksten beansprucht werden.

Wir bestimmen zunächst die für das vorgeschriebene Belastungsdiagramm erforderliche Dauerleistung der Widerstände. Aus der thermischen Zustandsgleichung $W\,dt = A\,\tau\,dt + C\,d\tau$ erhalten wir durch Integration die bekannte Gleichung für den Erwärmungsvorgang:

$$\tau = \tau_e\left(1 - e^{-t/T}\right) + \tau_0\, e^{-t/T} \text{ Grad Cels.}$$

Hierin bedeuten: τ die Übertemperatur nach Ablauf einer Zeit t, τ_e die der Belastung entsprechende Endtemperatur $= \frac{W}{A} = \frac{\text{Belastung}}{\text{Wärmeabgabe}}$, τ_0 die Anfangsübertemperatur bei $t = 0$, T die thermische Zeitkonstante des Widerstandes (in min) $= \frac{C}{A} = \frac{\text{Wärmekapazität}}{\text{Wärmeabgabe}}$.

Für den allgemeinen Fall einer Belastung laut Abb. 1 haben wir dann:

$$\tau_1 = \tau_0\, e^{-a_1/T} + \tau_{e\,I}\left(1 - e^{-a_1/T}\right)$$
$$\tau_2 = \tau_1\, e^{-a_2/T} + \tau_{e\,II}\left(1 - e^{-a_2/T}\right)$$
$$\tau_3 = \tau_2\, e^{-a_3/T} + \tau_{e\,III}\left(1 - e^{-a_3/T}\right)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Es bedeuten hier:

a_1, a_2 Dauer der einzelnen Belastungen bzw. der Belastungspausen in Minuten,

τ_1, τ_2 die am Ende einer Belastung auftretenden Übertemperaturen am Widerstand,

$\tau_{e\,I}\,\tau_{e\,II}$ die den jeweiligen Belastungen entsprechenden Endtemperaturen,

T die thermische Zeitkonstante des Widerstands in Min. T sei während des ganzen Betriebes und der Betriebspausen als konstant vorausgesetzt.

Wir haben somit:

$$\tau_3 = \tau_0\, e^{-(a_1 + a_2 + a_3)/T} + \tau_{e\,I}\left(1 - e^{-a_1/T}\right) e^{-(a_2 + a_3)/T} + \tau_{e\,II}\left(1 - e^{-a_2/T}\right) e^{-a_3/T} + \tau_{e\,III}\left(1 - e^{-a_3/T}\right);$$

oder in allgemeiner Form:

$$\tau_n = \tau_0 e^{-p/T} + \tau_{eI}(1 - e^{-a_1/T}) e^{-b_1/T}$$
$$+ \ldots + \tau_{e(n-1)}(1 - e^{-a_{n-1}/T}) e^{-b_{n-1}/T} + \tau_{en}(1 - e^{-a_n/T}).$$

In diesem Ausdruck bedeuten b_1, b_2 die Zeit von dem Auftreten der Übertemperaturen τ_1, τ_2 bis zur Übertemperatur τ_n, p die Zeit von Anfahrt zu Anfahrt.

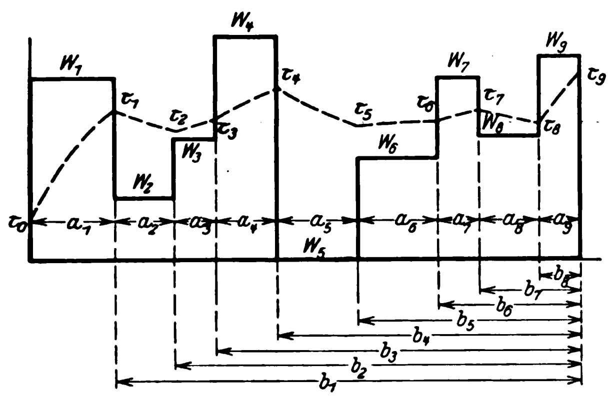


Abb. 1. Ein Belastungsdiagramm.

Nach mehrmaligem Wiederholen des Belastungsbildes wird zuletzt der thermische Gleichgewichtszustand eintreten. Die Bedingung hierfür lautet:

$$\tau_0 = \tau_n,$$

d. h.

$$\tau_n = \tau_n e^{-p/T} + \tau_{eI}(1 - e^{-a_1/T}) e^{-b_1/T} + \ldots$$
$$+ \ldots + \tau_{en}(1 - e^{-a_n/T}).$$

Wenn wir die Dauerbelastung des Widerstandes mit W_d bezeichnen und die zulässige Dauerübertemperatur mit τ_{max}, so ist

$$\tau_{eI} = \tau_{max} \frac{W_I}{W_d}$$
$$\tau_{eII} = \tau_{max} \frac{W_{II}}{W_d}.$$
. . . .

Hierin bedeuten W_I, W_{II} die Belastungen ($J^2 R$) in Watt. Für Belastungspausen gilt $W = 0$.

Die zulässige Höchsttemperatur τ_{max} soll nirgends überschritten werden. Es sei τ_n die höchste Temperaturspitze. Folglich muß sein:

$$\tau_n = \tau_{max}.$$

Wir bekommen somit folgenden Ausdruck für die zulässige Dauerleistung:

$$W_d = \frac{1}{(1 - e^{-p/T})}$$
$$\times [W_I(1 - e^{-a_1/T}) e^{-b_1/T} + \ldots + W_n(1 - e^{-a_2/T})].$$

Es steht uns frei, den Belastungsvorgang einschließlich der Belastungspausen in kurze, gleichmäßige Zeitabschnitte zu unterteilen, d. h. die Zeiten a_1, a_2 einander gleich zu setzen.

Für $a_1 = a_2 = \ldots = a_n = a$ haben wir dann:

$$W_d = \frac{(1 - e^{-a/T})}{(1 - e^{-p/T})} \sum W e^{-b/T}. \quad \ldots . . \quad (1)$$

Wir können nun die Zeitabschnitte a_1, a_2 klein wählen und dann $e^{-a/T}$ durch die zwei ersten Glieder der Reihe für die a-Potenz ersetzen, d. h. $(1 - e^{-a/T}) = \frac{a}{T}$ annehmen. Unter dieser Voraussetzung ist

$$W_d = \frac{a \sum W e^{-b/T}}{T(1 - e^{-p/T})}; \quad \ldots \ldots \quad (1a)$$

b ist hier die Zeit von dem Endpunkt der entsprechenden Belastung W bis zum Punkt, wo die Höchsttemperatur $\tau_n = \tau_{max}$ zu erwarten ist.

Beispiel (Abb. 2).

Wir unterteilen die Belastung in Zeitabschnitte von $a = 2$ min. Es ist laut Formel (1) bei

1. $T = 2$ min:

$$1 - e^{-p/T} = 1; \quad 1 - e^{-a/T} = 0{,}64$$
$$\sum W e^{-b/T} = 4000 . e^{-12/2} + 0 + 6000 . e^{-0} = 6000.$$

Folglich

$$W_d = \frac{0{,}64}{1} . 6000 = 3840 \text{ W}.$$

2. $T = 10$ min:

$$1 - e^{-p/T} = 0{,}86; \quad 1 - e^{-a/T} = 0{,}2$$
$$\sum W e^{-b/T} = 4000 . e^{-12/10} + 0 + 6000 . e^{-0} = 7200.$$

Folglich

$$W_d = \frac{0{,}20}{0{,}86} . 7200 = 1670 \text{ W}.$$

Aus diesem Beispiel ersieht man bereits, daß die Zeitkonstante von großem Einfluß auf die zulässige Dauerbelastung der Widerstände ist.

Bestimmend bei der Wahl der Widerstände ist jedoch nicht die Leistung sondern hauptsächlich das Gewicht: die Widerstände werden so zu wählen sein, daß das Gewicht möglichst gering ist.

An Hand der Formel (1a) können wir auch einen Ausdruck für das Gewicht des aktiven Widerstandsmaterials ableiten. Die Wärmekapazität eines Körpers beträgt:

$$C = \frac{T W_d}{\tau_e} \left(\text{in } \frac{\text{Watt . Min.}}{{}^\circ\text{C}}\right).$$

Anderseits ist $C = c\,Q$, wo Q in kg das Gewicht des Körpers, c in $\frac{\text{Watt . Min.}}{\text{Kilogr. . }{}^\circ\text{C}}$ die spez. Wärme des Körpers darstellen.

Es ist somit:

$$Q = \frac{W_d\, T}{c\, \tau_e}.$$

Wenn wir Wd durch den Ausdruck (1a) ersetzen, so erhalten wir:

$$Q = \frac{a}{c\,\tau_e} \frac{\sum W e^{-b/T}}{(1 - e^{-p/T})}. \quad \ldots \ldots . \quad (2)$$

Diese Formel gibt die Möglichkeit, das Gewicht des aktiven Widerstandsmaterials für beliebige Belastungsprogramme zu bestimmen, nachdem die Anordnung der Widerstandselemente, das Material und die Art der Lüftung gewählt sind.

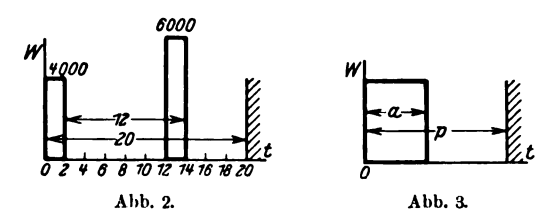


Abb. 2. Abb. 3.

Für Lokomotivwiderstände aus Rheotan, Konstantan u. dgl. (in Bandform) oder aus Eisenlegierungen (in Gitterform) kann man τ_{max} zu $\tau_{max} = 250 \ldots 350$ ° annehmen. Die spez. Wärme beträgt für Rheotan $c = 7 \frac{\text{W . min}}{\text{kg . }{}^\circ\text{C}}$, für Eisenlegierungen rd. $c = 7{,}6$.

Die Zeitkonstante variiert je nach Art der Kühlung, nach Größe der kühlenden Oberfläche zwischen $T = 1$ bis 14 min. Für mit Blechkappen versehene Gitterwiderstände beträgt T etwa 6 ... 14 min. Durch künstliche Kühlung kann hierbei die Zeitkonstante bis auf $T = 2$ bis 5 min herabgedrückt werden. Für Bandwiderstände ergibt sich eine Zeitkonstante von etwa $T = 2 \ldots 6$ min ohne und etwa $T = 1$ min mit künstlicher Durchlüftung.

Das Gewicht des aktiven Widerstandsmaterials aus dem Beispiel würde somit betragen (unter Zugrundelegung von Eisengitterwiderständen)

bei $T = 2$ min:

$$Q = \frac{3840 . 2}{7{,}6 . 300} = 3{,}4 \text{ kg};$$

bei $T = 10$ min:

$$Q = \frac{1670 . 10}{7{,}6 . 300} = 7{,}4 \text{ kg}.$$

Die Höhe der Zeitkonstante ist somit auch auf das Gewicht des Widerstandes von größtem Einfluß, und zwar nimmt das Gewicht mit wachsender Zeitkonstante zu, d. h.

verstärkte Lüftung bedeutet Gewichtsersparnis. Da aber anderseits der Einbau von Lüftern ebenfalls eine Gewichtsvermehrung bedeutet, so würde die künstliche Kühlung nur dort am Platze sein, wo sie zu bedeutenden Ersparnissen an Widerstandsgewicht führt.

Es sei deshalb die Frage untersucht, in welchem Maße sich das Gewicht bei Änderung von T ändert. Wir betrachten zwei Fälle:

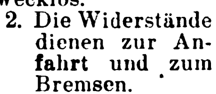
1. Die Widerstände werden nur bei der Anfahrt benutzt. Wir können hier das Belastungsdiagramm nach Abb. 3 darstellen, d. h. annehmen, daß die Widerstandsgruppe nur einmal benutzt wird. Dies trifft zu bei stufenweisem Abschalten der Widerstandsgruppen. Falls während der Anfahrt eine Gruppe einigemal benutzt wird, würde W die auf die Anfahrtsdauer a bezogene mittlere Leistung darstellen. Für diesen Fall ist

$$Q = \frac{a}{c \tau e} \cdot \frac{W}{(1 - e^{-p/T})} .$$

Aus den Kurven (Abb. 4) der Funktionen $e^{-x} = f(x)$ und $(1 - e^{-x}) = f'(x)$ sehen wir, daß bei hohen Werten von x, d. h. $\frac{p}{T}$, der Wert $(1 - e^{-p/T})$ sich nur wenig von 1 unterscheidet — bei $x = p/T = 2$ beträgt der Unterschied nur 14 %. Für ungekühlte Gitterwiderstände können wir eine Zeitkonstante von rd. $T = 10$ min annehmen. Folglich würde bei $p > 2\,T$, d. h. $p > 20$ min, eine Herabsetzung der Zeitkonstante durch künstliche Kühlung zu keiner nennenswerten Gewichtsersparnis führen, d. h. für eine Zeit von Anfahrt zu Anfahrt von mehr als etwa 20 min sind künstlich gekühlte Widerstände zwecklos.

Abb. 4. Funktionen e^{-x} und $1 - e^{-x}$.

2. Die Widerstände dienen zur Anfahrt und zum Bremsen.



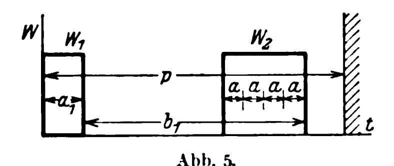


Abb. 5.

In diesem Falle hätten wir ein vereinfachtes Belastungsdiagramm laut Abb. 5, und das Gewicht würde betragen:

$$Q = \frac{1}{c\,\tau_e (1 - e^{-p/T})} \times [W_1 a_1 e^{-b_1/T} + W_2\, a\, (e^0 + e^{-a/T} + e^{-2a/T} + e^{-3a/T})].$$

(Die Bremsperiode ist hier in 4 Abschnitte unterteilt.)

Dieser Ausdruck zeigt, daß auch hier für alle Fälle, wo $p < 20$ min ist, künstliche Kühlung unbedingt zu Gewichtsersparnis führt. Es ist noch zu untersuchen, ob bei $p > 20$ min nennenswerte Gewichtsersparnisse durch Anwendung der künstlichen Kühlung eintreten.

Bei $p > 20$ min ist b_1 groß (etwa > 15 min) und folglich $e^{-b_1/T}$ und auch $W_1 a_1\, e^{-b_1/T}$ klein, so daß ausschlaggebend für die Gewichtsverhältnisse das Glied:

$$X = W_2\, a\, (e^0 + e^{-a/T} + e^{-2a/T} + e^{-3a/T})$$

ist. Für künstlich gekühlte Widerstände hätten wir:

$$X' = W_2\, a\, (1 + e^{-a/2} + e^{-2a/2} + e^{-3a/2}),$$

für Widerstände ohne künstliche Kühlung:

$$X'' = W_2\, a\, (1 + e^{-a/10} + e^{-2a/10} + e^{-3a/10}).$$

Für eine Bremsdauer von 2 min hätten wir z. B. $a = 0,5$,

$$X' = W_2 \cdot 0,5\,(1 + 0,78 + 0,60 + 0,47) = 1,43$$

$$X'' = W_2 \cdot 0,5\,(1 + 0,99 + 0,90 + 0,86) = 1,87$$

$$\frac{X''}{X'} = \frac{1,87}{1,43} = 1,30$$

und für 1 min Bremsdauer, $a = 0,25$,

$$\frac{X''}{X'} = \frac{0,96}{0,84} = 1,14 .$$

Wir sehen, daß eine nennenswerte Gewichtsersparnis durch Anwendung künstlicher Kühlung nur bei längerer Bremsdauer zu erzielen ist.

Während bei einer Bremsdauer von 1 min die Gewichtsersparnis nur etwa 14 % betragen würde, könnte man bei einer Bremsdauer von 2 min bereits etwa 30 % Gewichtsersparnis durch Anwendung künstlich gekühlter Widerstände erzielen.

Die Elektrizitätswirtschaft Rumäniens im Lichte der Statistik[1].

Von Dipl.-Ing. **H. Thiess**, Hermannstadt.

Rumänien befindet sich in der glücklichen Lage, neben den reichlich vorhandenen Wasserkräften noch ansehnliche Vorräte an verbrennbaren Naturprodukten, wie Kohle, Rohöl und Erdgas, zu besitzen, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, einen wirtschaftlichen Ausgleich der verschiedenen ausnutzbaren Naturkräfte zu erzielen.

Nachstehend ist der Versuch gemacht worden, auf Grund der letzten Betriebstatistik[2] ein Bild des derzeitigen Standes der Elektrizitätswirtschaft Rumäniens zu entwerfen. Von den im Betrieb befindlichen öffentlichen Elektrizitätswerken finden sich für das Jahr 1927 etwa 92 % der größeren aufgezeichnet, so daß diese Statistik als annähernd vollständig betrachtet werden darf. Außer den erfaßten öffentlichen Werken sind noch 16 bedeutendere industrielle Eigenanlagen aufgenommen worden, daher kann aus der Statistik mit ziemlicher Sicherheit auf die Gesamtjahreserzeugung elektrischer Arbeit in Rumänien geschlossen werden.

Zahlentafel 1 zeigt zunächst die Leistungsfähigkeit von 132 öffentlichen Elektrizitätswerken und die Art der Betriebskraft. Sie läßt erkennen, daß die Dampfturbinen und Dampfmaschinen fast die Hälfte der Gesamtleistung ausmachen und die installierte Leistung der Rohölmotoren ungefähr dreimal so groß ist wie die der Wasserkraftmaschinen. Diese Tatsache erklärt sich natürlich aus dem reichen Vorkommen des Rohöls, das nicht nur für den Betrieb der zahlreich vorhandenen Ölmotoren dient, sondern auch für Heizzwecke der Dampfkraftanlagen ausgedehnte Verwendung findet.

Zahlentafel 1: Art der Betriebskraft.

Betriebsmaschinen	Zahl	Gesamtleistung in kW	% der Gesamtleistung
Dampfmaschinen ..	89	50 000	47
Ölmotoren	214	41 000	39
Wasserturbinen ...	50	13 000	13
Gas- und Benzinmotoren	27	1 000	1
Zusammen ..	380	105 000	100

Die durchschnittliche Leistung der Dampfmaschinen betrug 570 kW, die der Wasserturbinen 260 kW und die der Ölmotoren nur 189 kW.

Die Verteilung der installierten Leistung nach Stromerzeugern ergibt sich aus Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2: Art der Stromerzeugung.

System	Zahl der öffentlichen Werke	Gesamtleistung in kW	% aller Werke	% der Gesamtleistung
Gleichstrom	83	24 000	63	23
Einphasen- und Zweiphasenstrom	4	10 600	3	10
Drehstrom	45	70 400	34	67
Zusammen ..	132	105 000	100	100

Während die Gleichstromwerke mit 63 % aller Werke an erster Stelle stehen, kann anderseits festgestellt werden, daß das Drehstromsystem mit 67 % der gesamten installierten Leistung für die Entwicklung unserer Elektri-

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1122.
[2] Zu beziehen durch die Geschäftsstelle des Bundes der Elektrizitätswerke der neuen Gebiete Rumäniens: Elektrizitätswerk Hermannstadt-Sibiu.



zitätswirtschaft ausschlaggebend ist. Seine Bevorzugung gilt jedoch nicht nur für die öffentliche Versorgung sondern, wie die Statistik zeigt, auch für die Eigenanlagen.

Von vielleicht größerem Interesse ist die Zahlentafel 3, die erkennen läßt, daß die Erzeugung der öffentlichen Elektrizitätswerke im Jahre 1927 rd. 214 Mill. kWh betrug. Am höchsten war die durch Dampfkraft gewonnene Arbeit, an zweiter Stelle stehen die mit Rohölmotoren produzierten Kilowattstunden, und dann erst folgt die Stromerzeugung durch Wasserkraftanlagen, ein Zeichen, daß letztere bei uns noch keine besondere Bedeutung erlangt haben.

Zahlentafel 3: Jahreserzeugung nach Art der Kraftquelle.

Kraftquelle	Jahreserzeugung in Mill. kWh	% der Gesamterzeugung	Mittlere Benutzungsdauer/Jahr h
Dampf	110,6	51,3	2600
Öl	60,0	28	1460
Wasserkraft	42,0	20	2100
Gas	1,4	0,7	1400
Zusammen	214,0	100	2000

In Zahlentafel 3 ist ferner die aus Erzeugung und Leistungsfähigkeit (Zahlentafel 1) ermittelte durchschnittliche Benutzungsdauer der verschiedenen Kraftquellen angeführt. Diese Ziffer stellt sich im Mittel für das Jahr auf 2000 h, so daß die mit Öl- und Gasmaschinen arbeitenden Zentralen tief unter dem Gesamtdurchschnitt liegen, welcher Umstand auf die schwache Ausnutzung der vielen kleinen Dieselanlagen schließen läßt.

Zahlentafel 4 gibt Aufschluß über die Erzeugung und Leistungsfähigkeit sämtlicher in der Statistik angeführten Elektrizitätsbetriebe, geordnet nach der Unternehmungsform. Während laut dieser Übersicht die erfaßten 148 Elektrizitätsunternehmungen bei einer Leistungsfähigkeit von 185 000 kW eine Jahreserzeugung von 440 Mill. kWh aufweisen, kann für die in der Statistik nicht angeführten Betriebe mit einer Jahresproduktion von etwa 60 Mill. kWh gerechnet werden, so daß 1927 rd. eine halbe Milliarde kWh gewonnen worden sein dürften. Bei 17,5 Mill. Einwohnern Rumäniens entfallen daher rd. 29 kWh auf den Kopf der Gesamtbevölkerung.

Zahlentafel 4: Erzeugung und Leistung der in der Statistik angeführten Betriebe nach der Unternehmungsform.

Eigentumsverhältnis	Zahl der Betriebe	Erzeugung Mill. kWh	Leistung 1000 kW
a) Staatliche und kommunale Werke	77	148	76
b) Private Werke	55	66	29
Öffentliche Werke	132	214	105
Eigenanlagen	16	226	80
Zusammen lt. Statistik	148	440	185
Unbekannte Betriebe	—	60	45
Insgesamt	—	500	230

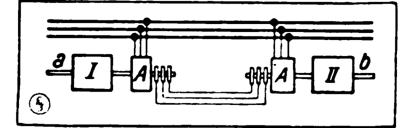
Zum Schlusse sei als Neuerung erwähnt, daß in der Statistik auch die elektrischen Straßenbahnunternehmungen Rumäniens in einer gesonderten Abteilung angeführt werden. Eine revidierte Übersichtskarte der Elektrizitätswerke ist der Statistik beigeheftet[3].

[3] Aus dem Tätigkeitsbericht, den der Verfasser vorstehenden Artikels in der von Generaldirektor S. Dachler, Hermannstadt, geleiteten 8. Hauptversammlung des Bundes der Elektrizitätswerke der neuen Gebiete Rumäniens als deren Sekretär erstattet hat, geht hervor, daß sich die Elektrizitätswerke infolge der verschiedenen, hohen Taxenvorschreibungen in einer äußerst schwierigen finanziellen Lage befinden. Nach dem Energiegesetz, dessen Änderung besonders das Nationalinstitut für die Nutzbarmachung der Energiequellen (I. R. E.) betreibt, sollen Anlagen, die durch ihren Betrieb eine Kraftverschwendung bedeuten, keinerlei Begünstigung teilhaftig werden können. Diese sind aber wegen der hohen Lichtsteuer, der ebenfalls hohen Besteuerung der elektrischen Leitungsführung auf Landstraßen, ferner wegen sehr erheblicher Stempelgebühren und der enormen Taxen für Wärme- und Wasserkraftwerke, nicht zuletzt auch infolge des hohen Zolltarifs gar nicht in der Lage, ihre Anlage in Ordnung zu bringen. Man erfährt weiter, daß der Bund durch die Lieferung zwar billiger aber schlechter Glühlampen seitens nicht kartellierter Firmen veranlaßt worden ist, unter großen Geldopfern eine Glühlampenprüfstelle zu errichten. D. S.

Sicherung des Gleichlaufes mehrerer Wellen.

Der Gleichlauf verschiedener Antriebswellen kann, wie A. v. Gundlach und O. Sparing in der Siemens-Z. Bd. 7, S. 600 und 678, berichten, außer durch rein mechanische Kuppelung durch verschiedene elektrische Verfahren hergestellt werden, die stets dann von Vorteil sind, wenn sich der Einfügung einer Verbindungswelle bauliche Schwierigkeiten entgegenstellen.

Eine gute elektrische Lösung mit mechanischer Steuerung stellt die für Papiermaschinen vielfach angewendete bekannte Warburton-Harland-Schaltung[1] dar, bei der die Winkelabweichung der einzelnen angetriebenen Wellen gegenüber einer Leitwelle zum Regeln des Erregerstromes der Gleichstrom-Antriebmotoren benutzt wird. Diese Leitwelle verstellt lediglich mit Hilfe von Differentialgetrieben die Nebenschlußregler der Antriebmotoren, sobald sich die Neigung zu einer Drehzahlabweichung bemerkbar macht, und verhindert diese durch entsprechende Beeinflussung der Erregungen. Eine Übertragung irgendwelcher Ausgleichleistung über diese Leitwelle findet nicht statt, sie dient nur zum Vergleich der Drehzahlen der einzelnen Antriebwellen, worauf hier ausdrücklich hingewiesen sei. Auch die Synchronisierung der Anker zweier Gleichstrommotoren über Schleifringe ergibt eine zuverlässige Gleichlaufanordnung[2]. Da jedoch die den Belastungsausgleich bewirkenden Ströme die Kommutierung empfindlich stören, muß man zu besonderen Hilfsmitteln greifen[3]. Man kann diesen Schwierigkeiten auch dadurch aus dem Wege gehen, daß man mit jedem Antriebmotor eine gleichstromerregte Synchronmaschine kuppelt und diese dann zusammenschaltet. Beide Anordnungen haben den Nachteil, daß die synchronisierende Kraft mit sinkender Drehzahl bis Null abnimmt, sie sind also besonders für Aussetzbetriebe völlig ungeeignet.



a, b gleichlaufende Wellen
I, II Antriebmotoren
A Asynchronmaschinen

Abb. 1. Gleichlaufanordnung mit besonderen im Ständer und Läufer parallel geschalteten Asynchronmaschinen.

Frei von allen genannten Nachteilen ist die Anordnung nach Abb. 1, bei der zum Lastausgleich zwei einfache Asynchronmaschinen mit den Antriebmotoren gekuppelt sind[4]. Ihre Ständer werden mit Drehstrom gespeist, ihre Läufer sind elektrisch miteinander verbunden. Laufen die Wellen mit dem Drehfeld der Asynchronmaschinen um, so nimmt allerdings auch hier die Läuferspannung und damit die synchronisierende Kraft mit dem Schlupf ab. Den gleichen Nachteil hat die naheliegende Anordnung, die beiden Asynchronmaschinen dadurch als Antriebmotoren zu verwenden, daß man sie mit einem gemeinsamen Schlupfwiderstand versieht. Läßt man die Wellen jedoch gegen das Drehfeld laufen[5], so wird an der weniger belasteten Welle im Läufer der Asynchronmaschine Leistung erzeugt und an den Läufer der stärker belasteten Welle abgegeben. Die zweite Asynchronmaschine läuft also als doppeltgespeister Motor, wobei allerdings im Läufereisen Frequenzen von über 50 Hz vorhanden sind. Während das Kippmoment der Anordnung beim Lauf mit dem Drehfeld schnell abnimmt, bleibt es bei Betrieb gegen das Drehfeld zwischen Stillstand und negativem Synchronismus ungefähr gleich, abhängig von den Eigenschaften der verwendeten Motoren.

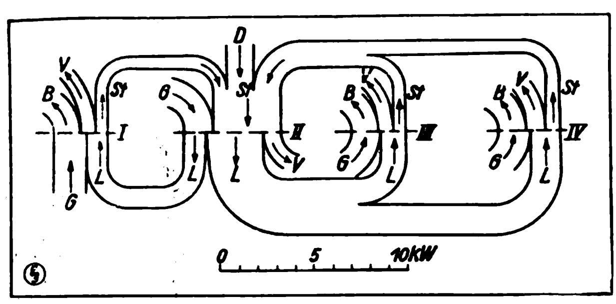
Der den Ausgleich der Belastungen vermittelnde Strom wird durch Verschiebung der EMKe der beiden Läufer gegeneinander erzeugt. Der für einen Belastungsunterschied von 100 % des Nenndrehmomentes erforderliche Verdrehungswinkel wurde bei untersuchten Maschinen zu 13° elektrisch festgestellt, also 6,5° räumlich bei vierpoligen Maschinen, etwa 4° bei sechspoligen.

Im Betrieb gegen das Drehfeld gibt der Ständer der belasteten Asynchronmaschine Leistung ab, die sich zur mechanisch benötigten verhält wie die Synchrondrehzahl zur Betriebsdrehzahl. Ihrem Läufer fließt die der

[1] D.R.P. 278014. W. Stiel, Elektr. Papiermaschinenantriebe, Leipzig 1924, S. 206.
[2] D.R.P. 87070 v. 26. IX. 95 (Schuckert), auch D.R.P. 205696.
[3] D.R.P. 420507, Österr. P. angemeldet.
[4] D.R.P. 93912 u. 103842, Österr. P. 67585.
[5] M. Liwschitz, Gleichlaufanordnung für Gleichstrommotoren mit Hilfe von synchronen Drehfeldmaschinen. Wiss. Veröff. Siem.-Konz. Bd. 5, H. 2, S. 27.



Summe beider Drehzahlen entsprechende Leistung vom Läufer der als Generator wirkenden zweiten Asynchronmaschine zu, die die entsprechenden Teile dieser Leistung aus ihrer Welle und ihrem Ständer entnimmt. Dem speisenden Drehstromnetz wird nur die Leistung zur Deckung der Verluste sowie die erforderliche Blindleistung entnommen. Ein Teil der Drehstromleistung, der sich zur Ausgleichleistung verhält wie die Synchron- zur Betriebsdrehzahl, fließt nutzlos im Kreise. Dieser Teil nimmt mit zunehmender Drehzahl ab. Sämtliche Betrachtungen lassen sich auch auf drei und mehr Ausgleichmaschinen ausdehnen. So zeigt Abb. 2 den Leistungsverlauf, wenn von vier Maschinensätzen drei belastet sind und einer leer läuft.



B Mechanische Belastung
D Zugeführte Drehstrom-Wirkleistung
G Gleichstromleistung
L Läuferleistung
St Ständerleistung
V Gesamtverluste eines Satzes

Abb. 2. Wirkleistungsverlauf bei 4 Maschinensätzen, *I, III, IV* belastet, *II* leer. Lauf gegen das Drehfeld mit 560 U/min, n_0 = 1500 U/min.

An die mit Ausgleichmaschinen zu betreibenden Antriebmotoren muß bei wechselnden Belastungsunterschieden die allgemeine Forderung gestellt werden, daß sie nicht durch Verschiedenheiten ihrer Kennlinien die Ausgleichanordnung vorbelasten. Bei großen Dauerlastunterschieden (z. B. Antriebe mit Fernanzeigevorrichtungen) kann man den Antriebmotor an der schwächer belasteten Welle auch ganz weglassen und die nötige Leistung nur durch die Asynchronmaschinen übertragen[6].

Zur Sicherung der gleichbleibenden Stellung der Antriebwellen zueinander muß dafür gesorgt werden, daß bei Spannungsrückgang im Drehstromnetz und vor Überschreitung des Kippmomentes die Anlage sofort stillgesetzt wird. Bei Anzeigevorrichtungen u. dgl. kann man eine Sonderschaltung[7] anwenden, die ein Umschalten der Ständer ohne Unterbrechung gestattet, so daß auch im Nachlauf und im Stillstand der Gleichlauf gesichert ist. Von den zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten der Gleichlaufanordnung mit Asynchronmaschinen seien hier nur Schiffshebewerke, Hubbrücken, Schleusenklapptore, Wehre und Ruderlageanzeiger für Schiffe erwähnt. *Sb.*

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[*].

Nr. 259.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist die folgende Form von Elektrizitätszählern zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihr das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System 151, die Form W 4, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom,

hergestellt von der **Comptator G. m. b. H. Mix & Genest-Zähler** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 24. IV. 1928.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

---

[6] D.R.P. angemeldet.
[7] D.R.P. angemeldet.
[*] Reichsministerialblatt 1928, S. 273.

Beschreibung

System 151,

die Form W 4, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Comptator G. m. b. H. Mix & Genest-Zähler in Berlin.

1. Meßbereiche.

Die Zähler der Form W 4 sind zur Messung des Verbrauches in einphasigen Wechselstrom-Zweileiteranlagen bestimmt. Sie können für Stromstärken von 3 ... 15 A, für Spannungen bis 250 V und für Frequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden.

2. Wirkungsweise.

Der Zähler (Abb. 1) ist ein Induktionsmotor, dessen Kurzschlußanker *a* aus Aluminium durch einen Dauermagneten *m* gebremst wird. Das dreizinkige Spannungseisen ist oberhalb, das zweizinkige Stromeisen unterhalb der Aluminiumscheibe angeordnet. Der größte Teil der von der Spannungspule erzeugten Kraftlinien geht durch einen magnetischen Nebenschluß, ohne die Scheibe zu durchsetzen; der wirksame, die Scheibe durchsetzende Teil der Spannungskraftlinien wird durch die an den Zinken des Stromeisens sitzenden Polschuhe zum Spannungseisen zurückgeführt. Der mittlere Zinken des Spannungseisens ist mit seitlichen Polansätzen versehen, die gleichzeitig als Rückschluß für die Stromkraftlinien dienen. Die Phasenverschiebung zwischen den wirksamen Feldern ist nicht regelbar; ihre genaue Abgleichung auf 90° bei induktionsloser Belastung wird vielmehr beim Aufbau des Zählers durch Aufbringen einer Kurzschlußwindung *b* auf den Mittelzinken des Spannungseisens und mehrerer dünner Kurzschlußringe *c* auf die Außenzinken des Spannungseisens herbeigeführt. Durch seitliche Verschiebung der Kurzschlußwindung *b* läßt sich ein kleines Zusatzdrehmoment zum Zwecke der Reibungskompensation einstellen. Zur Verhütung von Leerlauf dient eine an der Ankerachse sitzende eiserne Hemmfahne, die von einem am Spannungseisen sitzenden verbiegbaren Streublech angezogen wird.

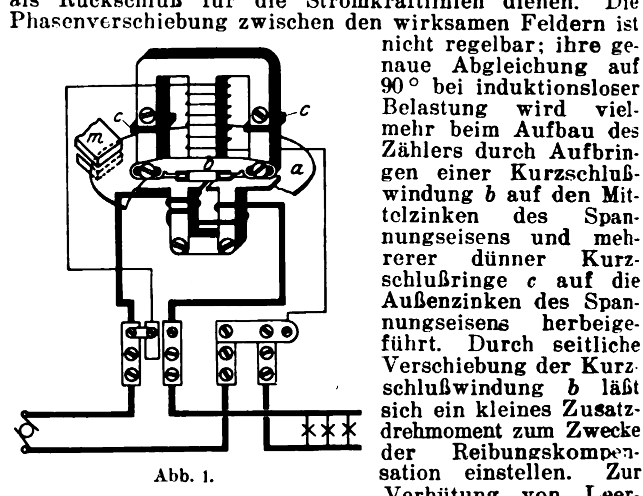


Abb. 1.

3. Schaltung.

Die Schaltung der Zähler ist aus der Abbildung ersichtlich.

4. Eichung.

Nach einhalbstündiger Belastung des Spannungskreises mit der Nennspannung werden der Reihe nach folgende Einstellungen vorgenommen:

a) Einstellen der richtigen Ganggeschwindigkeit bei induktionsfreier Nennbelastung mittels des Bremsmagneten *m*.

b) Erteilen eines schwachen Vorlaufes durch seitliche Verschiebung der Kurzschlußwindung *b*, so daß der Zähler bei induktionsloser Belastung mit 1/20 Nennstrom etwa 2 % zu schnell läuft.

c) Regelung des Streubleches, bis der Zähler einerseits bei 20 % Überspannung im stromlosen Zustand nicht leerläuft, anderseits aber bei einer Stromstärke sicher anläuft, die 0,5 % der Nennstromstärke nicht überschreitet.

5. Eigenschaften.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennbelastung und der Frequenz 50 Hz ein Drehmoment von etwa 4,7 bis 5,0 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,2 ... 0,3 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 18 g, die Drehzahl der Zähler bei Nennlast zu etwa 37 ... 45 U/min ermittelt. Der Eigenverbrauch im Stromkreis belief sich bei 3 A Nennstromstärke auf etwa 0,35 W und bei 15 A Nennstromstärke auf etwa 0,57 W bei der Frequenz 50 Hz. Der Eigenverbrauch im Spannungskreis betrug bei 110 V Nennspannung und der Frequenz 40 Hz etwa 0,54 W und bei 250 V Nennspannung und der Frequenz 50 Hz etwa 0,52 W.



RUNDSCHAU.

Fernmeldetechnik.

Leistungs- und Strahlungsmessungen an Flugzeug- und Bodenstationen. — Bei der Funkabteilung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof wurden systematische Antennenuntersuchungen durchgeführt. Mit dem Verfahren von Pauli wurde die Dämpfung des Antennenkreises bestimmt, ferner die kleinere Dämpfung eines Kreises, der aus den gleichen Abstimmmitteln besteht, statt der Antenne aber einen verlustfreien Kondensator enthält; die Differenz der gefundenen Dämpfungswiderstände ist dann der Strahlungswiderstand der Antenne. Er wurde für Wellen zwischen 450 und 1350 m Länge bestimmt einerseits an einer schirmförmigen Bodenantenne, anderseits an der 70 m langen Schleppantenne eines Flugzeugs in 200 m Höhe. Wenn die Wellenlänge von 450 m auf 1350 m stieg, sank bei der Bodenantenne der Strahlungswiderstand von 0,95 auf 0,098 Ω, bei der Antenne des Flugzeugs von 0,40 auf 0,051 Ω. Außerdem wurden mit dem Gerät von Anders Feldstärkemessungen über 14,3 km angestellt; das Empfangsgerät war dabei in Friedenau aufgestellt, das Flugzeug überflog eine feste Marke in Adlershof in 300 m Höhe; mit größerer Flughöhe nahm die Empfangsfeldstärke ein wenig ab. Aus der gemessenen Empfangsfeldstärke wurde die ausgestrahlte Leistung berechnet und der Strahlungswirkungsgrad; er nahm bei der Antenne der Bodenstation von 0,091 bis auf 0,009, bei der Flugzeugantenne von 0,076 bis auf 0,013 ab, wenn die Wellenlänge von 450 auf 1350 m erhöht wurde.

Die außerordentlich zahlreichen Meßergebnisse bestätigen nur zum Teil die Schlüsse, die vordem aus subjektiven Beobachtungen gezogen worden sind. Als Hauptergebnisse werden die folgenden genannt: „Die übliche Schleppantenne der Flugzeuge hat nicht, wie oft behauptet wird, besonders günstige Strahlungsverhältnisse. Die heute international gebrauchte Flugzeugwelle von 900 m gibt einen relativ schlechten Wirkungsgrad. Die Flughöhe hat in geringen Entfernungen etwa an der Grenze der Nahwirkungszone nur wenig Einfluß auf die durch Strahlung erzeugte elektromagnetische Feldstärke. Die früher veröffentlichte unregelmäßige Sendecharakteristik der Flugzeugschleppantenne ist allgemein nicht gültig. In dem untersuchten Falle ist sie kreisförmig. Die Strahlung einer Flugzeugschleppantenne verändert sich nahezu linear mit ihrer Länge. Feste Antennen mit aerodynamisch brauchbarer Form haben bei langen Wellen eine Strahlung von etwa 10 % der Werte der 70 m langen Schleppantenne." (F. Eisner, H. Faßbender u. G. Kurlbaum, Jahrb. drahtl. Telegr. Bd. 31, S. 109 u. 141.) *Kb.*

Fahrtrichtungsanzeiger für Personenbahnhöfe. — Die Ankündigung der Züge auf Personenbahnhöfen erfolgt in der Regel durch Richtungsschilder, die meist durch Hebelkonstruktionen von Hand betätigt werden. Die Zahl dieser Richtungsschilder ist, wenn die Anordnung nicht ganz unförmig werden und die Schilder nicht allzu schwer beleuchtbar sein sollen, sehr beschränkt. Daher war man gezwungen, sich mit der Angabe der Zugrichtung zu begnügen.

Will man neuzeitlichen Forderungen entsprechen, so muß ein Fahrtrichtungsanzeiger eine fast unbeschränkte Zahl von Ankündigungen ermöglichen, von denen jede nur für einen ganz bestimmten Zug gedacht ist, also dessen Richtung, Charakter, Wagenfolge und Sonderangaben zugleich bringt. Ein solcher Fahrtrichtungsanzeiger muß alle Züge stets an der gleichen Stelle des Bahnsteigs, bei Tag und Nacht gut leserlich, ankündigen und von einer zentralen Befehlstelle aus mehrere, parallel gesteuerte Apparate ohne besondere Aufmerksamkeit oder Aufwand an Personal betätigen.



Abb. 1. AEG-Fahrtrichtungsanzeiger im Hauptbahnhof Dortmund.

Die nach diesen Überlegungen von der AEG geschaffenen Fahrtrichtungsanzeiger (Abb. 1) werden nach dem Prinzip der fernbetätigten Vielfachprojektion betrieben und ermöglichen 44 Ankündigungen in einem Apparat. Jede Ankündigung ist für einen Zug bestimmt und enthält neben der Richtung die Abfahrtzeit und den Charakter des Zuges, die Zwischenstationen und die Wagenfolge. Die neuen Apparate enthalten Diapositive etwa in der Größe 66 × 44 Millimeter, auf denen die Aufschrift zweimal aufgetragen ist. Diese Glasbilder sitzen in Hebeln, die durch Solenoide einzeln bewegt werden können derart, daß jedes Glasbild an der gleichen Stelle der optischen Achse zur Durchleuchtung kommt. Die Solenoide und Hebel sind daher nach Art einer Schreibmaschine angeordnet. Die optische Einrichtung projiziert die Aufschrift auf zwei Glasflächen zu beiden Seiten des Apparates, von 330 × 960 mm, auf denen sie bei hellem Tageslicht bis etwa 50 m, die Hauptaufschrift sogar bis etwa 80 m gut lesbar sind. Die Projektion erfolgt durch eine Speziallampe von 500 W.

Der Geber besteht aus einem Spezialschalter zum vorübergehenden Stromdurchfluß der Solenoide. Die Einstellung der betreffenden Ankündigung erfolgt durch einen Stecker in Steckdosen für je eine Ankündigung. Die Auslösung zum Übergang in die Ruhestellung geschieht durch den gleichen Betätigungsschalter. Jedem Gebevorgang muß zwangläufig der zugehörige Auslösevorgang folgen, so daß immer nur ein Hebel betätigt werden kann. Die Verbindung zwischen Geber und Empfänger erfolgt durch Vielfachkabel geringsten Querschnittes.

Vielfach wird durch Anbringung von Fahrtrichtungsanzeigern dieser Art unmittelbar an Personal gespart werden können, aber auch wo das nicht der Fall sein sollte, werden jedenfalls die Beamten weniger um Auskunft an-



gegangen, die Reisenden werden besser bedient und wissen besser Bescheid. So wird die beschriebene Neuerung zur ruhigeren, schnelleren und sicheren Abwicklung des Verkehrs beitragen (AEG-Mitt. 1928, S. 273). *Ho.*

Elektromaschinenbau.

Theorie der zusätzlichen Eisenverluste in Drehstrom-Asynchronmotoren. — Die zusätzlichen Verluste in Asynchronmotoren beruhen zum größten Teil auf Oberfeldern des Luftspaltfeldes, die an der Luftspaltoberfläche, in den Zahnstegen und im Rücken Hysterese- und Wirbelstromverluste erzeugen. Im Gegensatz zu den Wirbelströmverlusten des Grundfeldes werden die Wirbelstromverluste dieser Oberfelder bei normaler Fabrikation durch schadhafte Stellen in der Blechisolation nicht vergrößert. Da eine rein experimentelle Untersuchung dieser Zusatzverluste schwer durchzuführen ist, beschritt L. Dreyfus den rechnerischen Weg, der jedoch Schritt für Schritt durch das Experiment kontrolliert wurde. Da sich hierbei eine sehr gute Übereinstimmung ergab, können die Ergebnisse der Theorie bereits als sichergestellt betrachtet werden. Es ist unmöglich, auf die sehr umfangreichen Rechnungen hier auch nur andeutungsweise einzugehen. Sie führen zu bestimmten Gesetzmäßigkeiten, die am Ende des Aufsatzes in übersichtlicher, für die praktische Anwendung geeigneter Form zusammengestellt sind. Es zeigt sich, daß die zusätzlichen Oberfeldverluste ungefähr dieselbe Größe besitzen wie die normalen Eisenverluste, welche im Stator durch Ummagnetisierung mit der Netzfrequenz entstehen. Die Aussichten, die zusätzlichen Verluste zu verringern, sind sehr gering, da die meisten hierzu geeigneten konstruktiven Maßnahmen die Maschine verteuern würden. (L. Dreyfus, Arch. El. Bd. 20, H. 1, S. 37.)

Luftkühlanlagen für Generatoren und Transformatoren. — Die in Generatoren und Transformatoren entstehenden Verlustwärmen müssen kontinuierlich abgeführt werden, damit die höchstzulässigen Temperaturen nicht überschritten werden. Bei Luftkühlanlagen benötigt man für eine Verlustleistung von N kW bei 30° Außentemperatur und Δt° Temperaturanstieg in der Maschine eine Kühlluftmenge

$$L = \frac{N \,.\, 860 \,.\, 1{,}11}{0{,}31\, \Delta t}\ m^3/h$$

(860 = 0,24 · 3600 = elektr. Wärmeäquivalent mal Sek./Stunde; $1{,}11 = 1 + \frac{30}{273}$ = relat. Volumenvergrößerung von 0 auf 30°; 0,31 = spez. Wärme bei konst. Druck). Sie vergrößert sich um das Maß der thermischen Ausdehnung in der Maschine im Verhältnis

$$\frac{L_{\text{Austritt}}}{L_{\text{Eintritt}}} = \frac{1 + \frac{30 + \Delta t}{273}}{1 + \frac{30}{273}}.$$

Bei offener Generatorkonstruktion vermischt sich die Abluft in der Höhe h der Fenster usw. über Generatormitte mit Außenluft, wobei sich ihre Temperatur t im Mischungsverhältnis auf t_0 erniedrigt. Die Austrittsgeschwindigkeit rechnet sich mittels der Bernoullischen Gleichung zu

$$v = \sqrt{2\, g\, h\, \frac{t - t_0}{273 + t}}\ \text{Meter/Sek.},$$

wenn man den Widerstand der Ausströmöffnungen vernachlässigt; andernfalls ist sie entsprechend kleiner. Das Verhältnis von Gesamtluftmenge = Generatorabluft + Mischluft zur Ausströmgeschwindigkeit bestimmt den Öffnungsquerschnitt, für dessen konstruktive Ausbildung naheliegende Rücksichten auf Witterungseinflüsse, Windrichtung usw. maßgebend sind. Der Ventilator hat bei der angenommenen Anlage nur die Reibungswiderstände im Generator zu überwinden, so daß sich für eine Widerstandshöhe n (mm Wassersäule) die Ventilatorleistung V ergibt:

$$V = \frac{L\, n}{3600 \,.\, 75\, \eta}\ (\eta = \text{Ventilatorwirkungsgrad}).$$

Bei geschlossener Generatorkonstruktion verläuft die Rechnung entsprechend, nur fallen die Reibungswiderstände im Generator viel größer aus: Sie setzen sich jetzt aus Kanalwiderständen, Bogen, Knien, Gittern und plötzlichen Querschnittserweiterungen zusammen und sind aus bekannten hydrodynamischen Gesetzen zu entnehmen. — Für Transformatoren ergeben sich oft sehr kleine Widerstandshöhen, so daß man dann auf einen Ventilator ganz verzichten und die Luft durch Schornsteinwirkung abführen kann, welche sich wiederum aus der Bernoullischen Gleichung bestimmt,

$$h = \frac{n}{\gamma - \gamma_a}$$

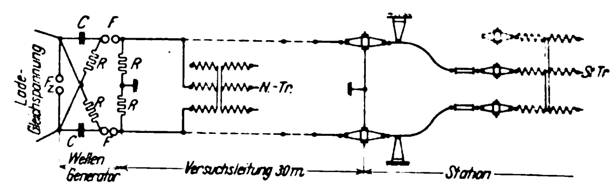
(γ_a = spez. Austrittsgewicht der warmen Luft, γ = spez. Gewicht der kühlen Luft). (M. Hottinger, Bull. SEV Bd. 18, S. 629.) *Oldff.*

Hochspannungstechnik.

Zur Theorie des elektrischen Durchschlags. — P. Böning behandelt den elektrischen Durchschlag auf Grund der Voraussetzung einer bestimmten Konstitution der Isolierstoffe, die ja meist Kolloide mit ausgesprochener Struktur sind, z. B. Kautschuk, Faserstoffe, Asphalte, Harze, Lacke usw. Der wabenartige Aufbau dieser Stoffe wird damit erklärt, daß sie aus zwei Bestandteilen, Zellwänden und Zellinhalt, zusammengesetzt sind. Auch Glas, Porzellan und Kristalle weisen infolge ihrer zahlreichen Hohlräume viele innere Grenzflächen auf, an denen, wie bei den Kolloidkörpern, mit Ionenadsorption zu rechnen ist. Die an den Wänden adsorbierten Ionen nennt der Verfasser „Grenzionen", die freien Ionen „Ergänzungsionen", da letztere zur Neutralisation notwendig sind. Ein angelegtes elektrisches Feld läßt die Ergänzungsionen abwandern; die Grenzionen bleiben und bilden ortsfeste Raumladungen, die eine berechenbare Feldumbildung hervorrufen. Unter der Annahme, daß die Durchschlagfestigkeit eine hauptsächlich von den Adsorptionskräften abhängende Materialkonstante ist, wird eine Durchschlagfunktion für planparallele Elektroden abgeleitet: $U_D = ad - bd^2$, worin a und b Materialkonstanten, d den Elektrodenabstand bedeuten. An Beispielen wird gezeigt, daß die Funktion den Meßergebnissen gerecht wird und eine obere, etwa beim Maximum liegende Gültigkeitsgrenze hat. Schließlich wird noch die Durchschlagfunktion für Kugelelektroden abgeleitet, um nachzuweisen, daß die dargestellte Theorie imstande ist, die bei unsymmetrischen Elektroden vielfach beobachteten Polaritätseffekte richtig zu deuten. — Der experimentelle Nachweis der von der Theorie angenommenen Raumladungen wird in einer weiteren Arbeit erbracht werden. (P. Böning, Arch. El. Bd. 20, H. 1, S. 88.)

Wanderwellenversuche an 15 kV-Transformatoren. — Gelegentlich der Hauptversammlung des Mitteldeutschen Bezirksverbandes der Vereinigung der Elektrizitätswerke in Halle berichtete Harald Müller über eine Reihe von Versuchen, die von der Landelektrizität G. m. b. H. Halle gemeinsam mit der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. im Hermsdorfer Versuchsfeld durchgeführt worden war. Häufige Überschläge an den Transformatoren-Durchführungen der Ortsnetztransformatoren 15 000/380—220 V, damit verbundenes Abschmelzen der Hochspannungsicherungen und infolgedessen Abschaltung der betreffenden Ortschaften war die Veranlassung, die Verhältnisse versuchsmäßig zu klären. Zu den Versuchen war die Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen zugezogen, von der Vorschläge zur Prüfung unterbreitet worden waren.

Zunächst wurde eine Versuchsanlage errichtet, die eine möglichst getreue Wiedergabe der Verhältnisse in den betreffenden Stationen darstellte. An eine Versuchsleitung schloß sich eine Transformatorstation an. Die Leitung stand unter normalfrequenter Spannung von 15 kV und speiste den Stationstransformator (Abb. 2). Außerdem



C	Kondensatoren	R	hohe Ohmsche Widerstände
F_z	Zündfunkenstrecke	*N.-Tr.*	Netztransformator
F	Zwischenfunkenstrecke	*St.-Tr*	Stationstransformator

Abb. 2. Wellengenerators in der Marxschen Verdoppelungsschaltung.

konnten auf die Leitung von einem Wanderwellengenerator aus Sprungwellen geschickt werden. An dieser Anlage konnten die im Betriebe beobachteten Störungen betriebsgetreu dargestellt werden, so daß für die an ihr zu studierenden Abhilfsmaßnahmen der Wirklichkeit entsprechende Vorbedingungen vorhanden waren.



Mit Rücksicht auf die Kostenfrage sollte zunächst versucht werden, durch Einbau von Schutzeinrichtungen die Betriebsicherheit zu erhöhen. Ein von der Studiengesellschaft zur Prüfung vorgeschlagener Grobschutz, der in einem in die Station eingebauten Funkenstreckenableiter mit Sicherungen besteht, entsprach den Erwartungen nicht, weil er unter bestimmten Bedingungen zum Störungserreger werden konnte. Sein Aufbau ließ die Möglichkeit zu, nach Art der Vielfachfunkenstrecken zu wirken, deren Eigenschaft als Überspannungserreger bekannt ist. Ein zweiter von der Landelektrizität erwogener Plan, eine schwache Stelle im Leitungsnetz zu schaffen, scheiterte daran, daß es bestimmte Abstände dieser schwachen Punkte von der Station gab, für die Resonanzerscheinungen[1] eintraten, die ebenfalls Anlaß zu Störungen wurden. Schließlich blieb nur der von der Landelektrizität und auch von der Studiengesellschaft als bester, wenn auch kostspieligster Ausweg angesehene Ersatz der bisherigen älteren Typen von Transformatoren durch neuzeitliche, mit besonders verstärkter Isolation ausgerüstete Umspanner.

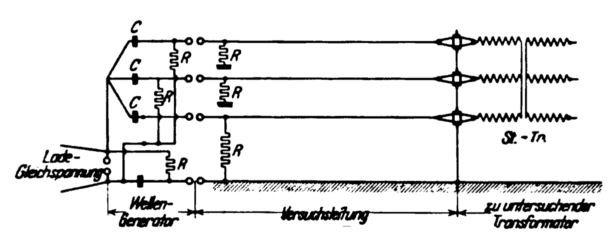


Abb. 3. Versuchsschaltung zur Prüfung von Drehstromtransformatoren mit Überspannungen gleichen Vorzeichens auf allen Phasen (Bezeichnungen wie in Abb. 2).

Zwei der auf Grund der ersten Versuche bestellten Transformatoren wurden später in einer inzwischen vom Vortragenden entwickelten Versuchsanlage (Abb. 3) geprüft, die mit Hilfe eines besonders aufgebauten Wanderwellengenerators die Prüfung von Dreiphasenapparaten mit Wanderwellen gleichen Vorzeichens auf allen Phasen gestattet. Der zu prüfende Apparat — in unserem Falle der unterspannungseitig erregte Transformator — steht dabei unter Betriebspannung. Die neuen Modelle entsprachen den für die Prüfung gestellten Bedingungen, und es ist geplant, mit solchen nach den neuen Gesichtspunkten bemessenen Transformatoren die Ortstationen auszurüsten, um die dauernde Versorgung der Ortschaften auch in den überspannungsreichen Zeiten sicherzustellen. (Har. M ü l l e r, Elektrizitätswirtsch. Bd. 27, S. 371.) *Sb.*

Beleuchtung.

Die elektrische Beleuchtung laufender Bänder. — Ein Aufsatz von H. K u h n behandelt einen Teil der Broschüre desselben Verfassers „Arbeitsleistung und Beleuchtung"[2], die für jeden Betriebsleiter, der sich weiter in das Thema der Psychotechnik einleben will und aus betriebstechnischen Gründen wird er das müssen, sehr zu empfehlen ist. Die benutzte Giesesche Methode der Versuchsreihen ist dadurch charakterisiert, daß sie, um mit dem Verfasser zu reden, „Einkomponentenrechnung" einführt. Dies bedeutet, daß aus den vielen die Arbeitsleistung bestimmenden Faktoren alle bis auf einen konstant gehalten werden, also die bekannte partielle Lösungsmethode angewandt wird. In diesem Falle ist der einzig variable Faktor die Beleuchtung, und zwar wird fast ausschließlich die künstliche elektrische Beleuchtung angewandt. Nach dem Grundsatz, daß niemand so arbeitet, wie er könnte, sondern nur so arbeitet, wie er will, wie Giese es formuliert, wird man von vornherein bei den Versuchen damit rechnen können, daß störende psychologische Momente, soweit dies möglich ist, ausgeschaltet werden. Ferner werden nur Fabrikarbeiter und -Arbeiterinnen beschäftigt. Überhaupt sind die Versuche durch das Entgegenkommen der Firma Robert Bosch, Stuttgart, weitestgehend dem neuzeitlichen Fabrikbetrieb angepaßt. Wichtig ist außerdem, daß der Verfasser nicht nur die Beleuchtungstärke sondern auch die Beleuchtungsgüte berücksichtigt, also die Schattigkeit, die Lichtfarbe, die Lichtverteilung. Die Methoden der Beleuchtung erstrecken sich auf direkte, halbindirekte und indirekte. Ferner sind folgende psycho-physiologische Faktoren berücksichtigt: Adaptation, Akkomodation, Glanz, Kontrast, Blendung, Nachbilder und Reliefwirkung. Hierbei ist auch die Relativität der Blendung nicht vernachlässigt. Da Kuhn die Beleuchtungstärken bei seinen Versuchen ändern muß, hat er durch Gleitwiderstände eine allmähliche Änderung der Beleuchtungstärken vorgesehen, um starke momentane Überbeanspruchung der Netzhaut zu vermeiden. Wenn also bereits größte Vorsicht bei der Planung der Versuche stattgefunden hat, so betrachten wir außerdem als einen Hauptvorteil dieser das schnelle und erzwungene Arbeitstempo, wodurch die Streuung auf ein Minimum reduziert wird und der Beleuchtung eine maßgebende Rolle zuerteilt wird.

Da die Psychotechnik ein Grenzgebiet ist, ist sie auch nicht frei von den Nachteilen, die mit allen Grenzgebieten verknüpft sind. Nur selten wird es Forscher geben, welche zwei oder mehrere Gebiete völlig beherrschen, in diesem Falle die Lichttechnik und die Psychologie. Aus diesem Grunde ist es wohl zu erklären, daß der Verfasser mit dem wohl jetzt allgemein bekannten, für den Praktiker konstruierten Osram-Beleuchtungsmesser nicht nur die Beleuchtungstärken, sondern sogar farbige Beleuchtungen mißt.

Einige interessante Resultate seien aus der Arbeit erwähnt.

1. Die i n d i r e k t e B e l e u c h t u n g eliminiert am meisten Glanz. Sie wird daher als günstigste Beleuchtungsart für Qualität und Quantität der Arbeitsleistung empfohlen, wenn am Arbeitsplatz Glanz auftritt. (Fr. J o d l definiert Glanz in seinem Lehrbuch über Psychologie wie folgt: Als ein selbständiges Element neben der Farbenempfindung tritt das Licht insbesondere in der Erscheinung des Spiegelreflexes auf, wenn es nämlich unter bestimmtem Winkel auf glatte Flächen fällt. Dies ist die Erscheinung, die wir als Glanz bezeichnen. Der Glanz ist von der Farbe unabhängig und nur durch die Beschaffenheit der lichtaufnehmenden Fläche bedingt. Jede Fläche, auch die völlig schwarze, kann neben der Farbe Glanz haben, ja, wenn die Fläche sehr glatt ist und starkes Licht im richtigen Winkel auf sie fällt, kann der Glanz so stark werden, daß wir nur noch eine abgetönte Lichtempfindung, aber keine eigentliche Farbenempfindung mehr haben.)

2. Das S o r t i e r e n a m l a u f e n d e n B a n d. Die Bandgeschwindigkeit wird mit 40 m/min konstant gehalten und damit bewußt nur eine kurze Zeit dem Wahrnehmungs- und Arbeitsprozeß — Sortieren von Schraubenmuttern — zugeteilt. Der Einfallswinkel der Beleuchtung wird einmal mit 90°, das andere Mal mit 30° gewählt. Eine deutliche Verminderung der Fehler, also eine Arbeitsteigerung bei 30° Lichteinfallswinkel, mithin bei langen Schatten, tritt auf. Die Beleuchtungstärken sind allerdings nur bis 80 Lux[1] gesteigert (Sortieren von Nägeln), und der Verfasser meint, daß Beleuchtungstärken von 100 oder 200 Lux wirtschaftlich kaum tragbar seien. Dies ist durchaus abwegig[1]. W. R u f f e r geht in seinen Untersuchungen allerdings für sehr feine Arbeiten bis 10 000 Lux. S. J. D o a n e, der bekannte amerikanische Lichtingenieur, teilte dem Berichterstatter kürzlich mit, daß ihm in Detroit ein laufendes Band der General Motors bekannt sei, welches eine Beleuchtungstärke von 2400 Lux (200 foot-candles) habe. Mit der heutigen Nitralampe kann man ohne weiteres auch als Allgemeinbeleuchtung 200 Lux und mehr erreichen, für Platzbeleuchtung aber Tausende von Lux. Wieviel Lux in einem Fabrikationsprozeß die günstigsten sind, ist eine Wirtschaftlichkeitsfrage, die natürlich hauptsächlich von den Stromkosten abhängt.

Fragt man nach dem augenblicklichen Stande der Fabrikbeleuchtung in den Kulturstaaten, so gilt der Ausspruch von L u c k i e s h: „Es gibt noch keine Fabrik in der Welt, die richtig beleuchtet ist." (H. K u h n, Reichsarb. 1927, Nr. 35.) A. G. A r n o l d.

Chemie.

Die hölzernen Scheidewände in Akkumulatoren. — Um Kurzschluß zwischen benachbarten Platten eines Sammlers zu verhüten, baut man oft dünne Holzplatten ein. Das amtliche Bureau of Standards in Washington hat nun verschiedene Arten von solchen Holzscheidern auf ihre Lebensdauer und ihren elektrischen Widerstand untersucht. In den V. S. Amerika werden diese etwa ½ ... 1 mm dicken Holzblätter entweder rings um den Stamm tangential geschnitten oder quer durch die Jahresringe ausgesägt. Um ihnen den Saft usw. zu entziehen, werden sie entweder mit strömendem Dampfe oder mit Natronlauge behandelt. Die

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1000.
[2] Deutsche Psychologie Bd. 6, H. 1

[1] S. W. R u f f e r, Leistungsteigerung durch Beleuchtungsverstärkung, Licht u. Lampe 1925, H. 4; 1926, H. 15.



von drei Fabrikanten für die Versuche eingelieferten Proben bestanden aus Linden-, Zedern-, Zypressen-, Kirschbaum-, Pappel-, Kiefern- und rotem Sandelholz und waren zum Teil noch nicht gelaugt. Sie waren, wie üblich, mit Verstärkungsrippen versehen. Die noch nicht vorbehandelten Blätter wurden nun nach dem einen Verfahren in einer Dampfkammer 24 h lang mit überhitztem Dampf von etwa Atmosphärendruck behandelt, nach dem anderen Verfahren in halbprozentiger, fast zum Kochen erhitzter Natronlauge gegen 16 h gelaugt und dann mit destilliertem Wasser so lange gewaschen, bis dieses Lakmus nicht mehr bläute. Aufbewahrt wurden die so gereinigten Proben in angesäuertem Wasser.

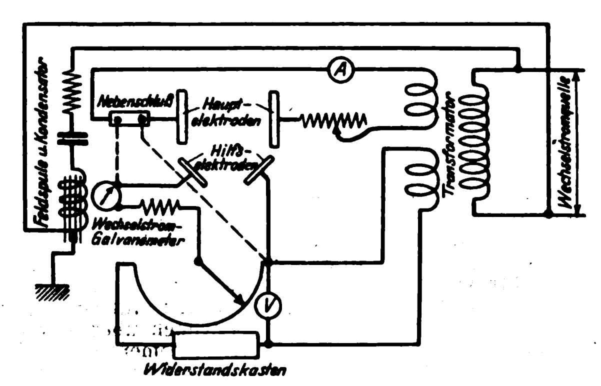


Abb. 4. Schaltung zur Widerstandsmessung.

Die Widerstandsmessungen wurden in einem Trog angestellt. Zum Messen diente Wechselstrom, und zwar wurde die in Abb. 4 gezeichnete Anordnung gewählt. Der Wechselstrom für die zwei Stromkreise wurde von den zwei Sekundärspulen des Transformators mit etwa 10 V und 60 Hz geliefert. Der durch die Zelle gehende Strom wurde auf 5 A gehalten. In den anderen Stromkreis waren ein Meßdraht, ein induktionsfreier Widerstand und als Nullinstrument ein Wechselstromgalvanometer gelegt. Zum Phasenausgleich sind an die Primärspule ein Widerstand von 400 Ω und eine Kapazität von 8 μF angeschaltet. Der Schlitten auf dem Meßdraht wird so lange verschoben, bis das Galvanometer keinen Strom anzeigt. Dann ist das Potentialgefälle zwischen den Hilfselektroden („Potentialelektroden")

$$E = i\,r\,n,$$

worin i der den Gefällsdraht durchfließende Strom, r der Widerstand in Ohm für einen Skalenteil und n deren Anzahl ist. Die Stromstärke i ergibt sich aus der Ablesung des Voltmeters, welches an die bekannten Widerstände des Stöpselkastens und des Meßdrahtes angeschaltet ist. Dann ist der Widerstand der Zelle $R = \frac{E}{J}$, worin J die vom Amperemeter angezeigte Stromstärke ist.

Man kann auch anstatt mit Wechselstrom mit Gleichstrom und einem gewöhnlichen d'Arsonval-Galvanometer messen, indem man die Stromrichtung oft umkehrt, um die Polarisation zu vermindern. Bis auf 1 % genaue Werte erhält man aber nur mit Wechselstrom auf die beschriebene Weise. Diese Genauigkeit genügt durchaus, weil der Widerstand der Scheider innerhalb einer Lieferung von 5 ... 15 % schwankt.

Zuvor müssen die Scheider 2 ... 3 Wochen in Säure liegen, damit ihr Widerstand konstant wird. Es wurde Schwefelsäure von der Dichte 1,280 verwendet. Vor der Widerstandsmessung wurden die Scheider in destilliertem Wasser gespült und dann in frische Säure gesetzt. Messungen in Säure von verschiedener Dichte ergaben, daß der Widerstand der Scheider mit dem Widerstand der Säure parallel läuft. Das gleiche gilt vom Einfluß der Temperatur.

Was die Vorbehandlung anlangt, so ergab Ausziehen mit Natronlauge Scheider von kaum halb so großem Widerstand wie die Behandlung mit Dampf. Rings vom Stamm geschälte Scheider hatten höheren Widerstand als quergesägte (mit Ausnahme von Zypressenholz); bei jenen liegen die Jahresringe ungefähr parallel zur Fläche, bei diesen erscheinen sie als Streifen parallel zu den Rippen des Scheiders.

Zahlentafel 1 gibt einen Auszug aus den Messungen.

Proben von der gleichen Art, aber verschiedener Dicke zeigten, daß der Widerstand proportional der Holzdicke zunimmt.

Zahlentafel 1: Widerstandsmessung.

Holzart	Behandlung	Dicke in den Furchen mm	Mittlere Dicke mm	Widerstand Ω/cm²
Zeder	Dampf	1,0	1,4	1,26
Alaska-Zypresse . . .	„	0,9	1,3	1,04
Zeder	Natronlauge	0,9	1,3	0,76
Alaska-Zypresse . . .	„	0,9	1,3	0,60
Rotes Sandelholz . .	„	0,9	1,3	0,42

Schließlich wurde auch die Zerreißfestigkeit[1] der Scheider gemessen und gefunden, daß durch die Einwirkung der Säure die Festigkeit wesentlich abnahm, wie Zahlentafel 2 zeigt

Zahlentafel 2: Zerreißfestigkeit (in pounds).

Holzart	4 Wochen in			21 Wochen in		
	Wasser	Säure 1,15	Säure 1,30	Wasser	Säure 1,15	Säure 1,30
Zeder	162	113	60	132	67	42
Kiefer	162	93	70	160	80	47
Zypresse	74	47	42	60	40	26
Rotes Sandelholz . .	118	58	32	72	23	15
Kirschbaum	35	37	13	30	15	3

Die Temperatur betrug 17 °; bei 45 ° wurde die Faser viel mehr geschwächt. (C. L. Snyder, Technol. Papers of the Bureau of Standards Nr. 271.) *K. A.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Neue Versuche an Zoelly-Dampfturbinen. — Die Messungen von A. Stodola an einer Zoellyturbine in Wehrden, die im Mai 1927 in der Zeitschrift des VDI veröffentlicht wurden, werden neuerdings bestätigt durch Versuche von D. Dresden im städtischen Kraftwerk in Leiden[2]. Es handelt sich hierbei um eine eingehäusige Turbine für 12 000 kW Leistung bei 3000 U/min. Das Ergebnis der Versuche, die mit großer Sorgfalt durchgeführt wurden, war folgendes:

1.	Belastung	1/1	3/4	1/2
2.	Frischdampfdruck. . . . . ata	20,1	20,1	20,3
3.	Frischdampftemperatur . . °C	382	367,8	356
4.	Druck vor d. 1. Leitrad. . ata	18,45	14,66	9,73
5.	Druck im Abdampfstutzen in Wellenhöhe . . . . ata	0,054	0,0475	0,041
6.	Druck am Kondensatoreintritt „	0,0522	0,0455	0,041
7.	Leistung des Generators . kW	12177	9491	6122
8.	Wirkungsgrad des Generators (gerechnet) . . . . %	95,37	95,08	94,3
9.	Verbrauchte Dampfmenge kg/h	52930	42602	28851
10.	Dampfverbrauch der Turbine allein . . . . kg/kWh	4,15	4,27	4,44
11.	Adiabatisches Wärmegefälle von 2 auf 6 . . . . kcal/kg	250,9	250,8	250,4
12.	Wirkungsgrad der Turbine . %	82,6	80,4	77,3

Zum Vergleich mit anderen Turbinen ist es zweckmäßig, die Versuche auf gleiche Frischdampftemperatur umzurechnen:

13.	Umrechnung auf 350° C [3] %	— 1,0	— 0,6	— 0,3
14.	Wirkungsgrad bei 350° C . %	81,8	79,9	77,15

Die Hauptabmessungen der einzelnen Stufen sind in dem Aufsatz von Dresden bekanntgegeben, und es ist daher möglich, den Stufenwirkungsgrad mit einiger Annäherung nachzurechnen. Die letzte Stufe hat folgende Abmessungen. Teilkreisdurchmesser 1750 mm, Länge der Leitschaufeln 349 mm, Austrittswinkel der Leitschaufel 17°, der Laufschaufel 30°. Hiernach kann man die Geschwindigkeitsdreiecke der letzten Stufe ungefähr richtig aufzeichnen und erhält so den Auslaßverlust der Turbine. Zur Berechnung des Auslaßverlustes ist das Volumen des Dampfes entsprechend dem Vakuum in Wellenhöhe einzusetzen.

	Belastung	1/1	3/4	1/2
15.	Wärmegefälle von 4 auf 5 kcal/kg	246,5	238,7	226,5
16.	Wirkungsgrad (bezogen auf 15) %	84,0	84,5	85,5
17.	Auslaßverlust . . . . kcal/kg	5,5	4,0	2,5
18.	Auslaßverlust . . . . . . %	2,2	1,7	1,1
19.	Innerer Wirkungsgrad bei 120 kW Lagerreibungsverlusten [4] (bezogen auf 15) . . . . %	84,8	85,5	87,3
20.	Innerer Wirkungsgrad ohne Auslaßverlust . . . . %	86,65	86,95	88,25

[1] Proportional der Dicke wächst die Zerreißfestigkeit.
[2] Schweiz. Bauzg. Bd. 91, S. 181.
[3] Zinzen, Der Einfluß der Dampftemperatur auf den Wirkungsgrad von Dampfturbinen, Berlin, Verl. Julius Springer, 1928.
[4] Geschätzt entsprechend den Angaben von Stodola anläßlich der Messungen in Wehrden.

Zur Ermittlung des Stufenwirkungsgrades ist ferner zu berücksichtigen, daß durch die Hochdruckstopfbüchse Dampf entweicht, der in der Turbine nicht mitarbeitet, dieser Anteil betrug

21. Stopfbüchsenverlust	%	0,31	0,14	0,02
22. Wirkungsgrad des Arbeitsdampfes	%	86,95	87,05	88,3

Hieraus ergibt sich der mittlere Stufenwirkungsgrad in überhitztem Dampf, wenn man die rückgenommene Reibungswärme abzieht und den Verlust durch Wasserausfall im Niederdruckteil hinzurechnet. Nimmt man auf Grund von Beobachtungen an anderen Turbinen an, daß das Wasser von etwa x = 0,94 (6% Nässe) ab nicht mehr mitarbeitet[1], so ist:

23. Rückgew. Wärme abzügl. Verlust durch Wasserausfall	%	2,3	2,0	2,4
24. Mittl. Stufenwirkungsgrad	%	84,95	85,3	86,2

Zur Beurteilung dieses Ergebnisses ist das mittlere Verhältnis u/c (Umfangsgeschwindigkeit/Dampfgeschwindigkeit) bei den gemessenen Belastungspunkten festzustellen. Wie man aus den Abmessungen der Turbine ermitteln kann, ist die Summe der Quadrate der Umfangsgeschwindigkeiten $\Sigma u^2 = 605\,000$; bezogen auf das Gefälle 15 ist also

Belastung		1/1	3/4	1/2
25. $\Sigma u^2/h$		2460	2540	2670
Die mittlere Umfangsgeschwindigkeit ist u_m = 246 m/s.				
26. Mittleres Stufengefälle	kcal/kg	25,6	24,7	23,4
27. Mittleres Verhältnis	u/c	0,532	0,541	0,557

Die Versuche zeigen also, daß mit einer Gleichdruckstufe bei u/c = 0,53 ... 0,56 ein Stufenwirkungsgrad von 85 ... 86 % erreichbar ist; dies stimmt sehr gut mit den Versuchen von Stodola überein, der bei u/c = 0,5 etwa 84 % ermittelt hatte.

Weiterhin läßt sich an Hand der Versuche der Verlust durch die Drosselregelung bei Teillasten gut bestimmen.

Belastung		1/1	3/4	1/2
28. Ungedrosseltes Gefälle	kcal/kg	250,9	250,8	250,4
29. Gedrosseltes Gefälle nach Versuch	kcal/kg	248,3	240,4	226,5
30. Gefällverlust durch Drosselregelung	%	1,0	4,15	9,55
31. Gefällverlust gegenüber Volllast	%	0	3,15	8,55
32. Gewinn durch besseren Stufenwirkungsgrad	%	—	0,4	1,5
33. Gewinn durch größere rückgew. Wärme	%	—	0,3	0,75
34. Wirkungsgradverlust durch Drosselregelung	%	—	2,45	6,3

(D. Dresden, Schweiz. Bauzg., Bd. 91, S. 181.) *B.*

Ljungström-Dampfturbinen. — Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Nürnberg, welche schon früher mit der A. B. Ljungströms-Ångturbin ein Abkommen zwecks Ausnutzung der Dampfturbinenpatente dieser Firma getroffen hatte, hat dieses Abkommen kürzlich erneuert. Es soll nunmehr der schon früher begonnene Bau von Ljungström-Turbinen auf Turbinen aller Größen und für alle möglichen Verwendungszwecke ausgedehnt werden, darunter auch insbesondere auf Turbinen für elektrische Kraftwerke. *of.*

Verschiedenes.

Neue Normblätter des DNA. — Bauwesen: DIN 1153 Drahtstifte rund, tiefversenkte Stifte (Wagnerstifte). — 1221 Schachtabdeckungen für Fahrbahn, Schmutzfänger, Kennmaß 500, 600 und 700. — 1222 Schachtabdeckungen für Fahrbahn, runder Rahmen mit glattem Fuß, Kennmaß 510. — 1232 Schachtabdeckungen für Fahrbahn, quadratischer Rahmen, mit glattem Fuß, Kennmaß 510 — 1224 Schachtabdeckungen für Fahrbahn, Deckel für Holzfüllung, Kennmaß 510. — 1991 Grundsätze für die Herstellung und Unterhaltung von Asphaltstraßen, allgemeine Vorschriften. — 1992 Grundsätze für die Herstellung und Unterhaltung von Asphaltstraßen, Sondervorschriften für Stampfasphalt- und Hartgußasphaltstraßen.

Bergbau: DIN BERG 1251 Blatt 1 und 2, Drahtseile für Bergwerksbetrieb, Förderseile. — BERG 2400 Führerstand für Dampffördermaschinen.

Kraftfahrbau: DIN KrW 307 Tachometer und Uhren, Einbaudurchmesser in der Schalttafel.

[1] Vgl. Fußnote 3 auf S. 1196.

Maschinenbau (Schrauben und Muttern): DIN 529 Steinschrauben.

Stoffe (Nichteisenmetalle): DIN 1705 Blatt 1 Bronze und Rotguß, Benennung und Verwendung. — 1705 Blatt 2 Bronze und Rotguß, Gußstücke, Güte und Leistungen.

Textilmaschinen: DIN TEX 4060 Spulen für Bastfaserfeinspinnerei. — TEX 4103 Nadelwalzen für Kammgarnspinnerei.

Geänderte Normblätter. DIN 220 Aufsteckreibahlen mit aufgeschraubten Messern.

Grundnormen: DIN 139 (Dieses Normblatt ist einzuziehen) Siehe DIN 407. — 262 Rundgewinde mit Spitzen- und Flankenspiel für Kupplungsspindeln alter Bauart, Zughaken und Bremszugstangen (2. Ausgabe, geändert). — 405 Rundgewinde (2. Ausgabe, geändert). — 407 (früher DIN 139) Zeichnungen, Sinnbilder für Niete und Schrauben bei Eisenkonstruktionen (geändert).

Bauwesen: DIN 482 Bordschwellen, Bordsteine, Naturstein (3. Ausgabe, geändert).

Rohrleitungen: DIN 2570 Glatte Flansche, gelötet oder geschweißt, für Nenndruck 1 bis 6, Betriebsdrücke: W 1 bis W 6, G 1 bis G 5 (2. Ausgabe, geändert).

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Berlin im Licht. — Am 27. VII. d. J. veranstaltete die „Arbeitsgemeinschaft Berlin im Licht" einen Presseempfang im Neubau des Hauses der Funkindustrie, Berlin, um das Programm der in der Zeit vom 13. X. bis 18. X. geplanten großen Berliner Lichtveranstaltung bekanntzugeben. Abgesehen von der Beleuchtung von Gebäuden, Denkmälern, Brücken usw. sind auch Umzüge, Nachtflugveranstaltungen, Korsofahrten und Lichtbälle vorgesehen. Auf freien Plätzen sollen Lichttürme und Lichtkioske errichtet werden. Ein besonderer Kunstausschuß hat die Aufgabe, alle Veranstaltungen in geschmacklicher Beziehung zu leiten. Für musikalische Darbietungen haben namhafte Künstler Kompositionen zur Verfügung gestellt. Auch ein großer Schaufensterbeleuchtungswettbewerb, an dem sich das Publikum beteiligen soll, wird stattfinden. Die Bedingungen für letzteren, sowie für die Beteiligung am Lichtkorso und für die Aufstellung von Lichtkiosken sollen in der ersten Hälfte des August bekanntgegeben werden.

Ausstellung „Elektrisches Messen", Wien. — Das staatliche Technische Versuchsamt in Wien, Präsident Ing. Dr. Wilhelm Exner, veranstaltet in seinen Räumen eine Ausstellung „Elektrisches Messen". Neuzeitliche elektrische Meßgeräte und ihr Werdegang. Die Vorbereitung liegt einem Komitee aus Vertretern der Wissenschaft, der Industrie, des Gewerbes und des Handels ob. Die Ausstellung wird in erster Linie österreichische Erzeugnisse aufnehmen, aber auch Firmen des Auslandes sollen eingeladen werden. Die Ausstellung umfaßt das Gesamtgebiet der elektrischen Meßtechnik, insbesondere: Physikalische Meßapparate aus dem Gebiete der Elektrizität einschließlich Schulapparate, elektrotechnische Meßinstrumente, Meßapparate der Radio-, Röntgen- und Lichttechnik, elektrische Meßmethoden und Schaltungen. Die Ausstellung wird Anfang November 1928 eröffnet werden und zwei Monate dauern. Firmen, die sich beteiligen wollen, erhalten nähere Auskunft durch das Technische Versuchsamt, Wien, IX., Michelbeuerngasse Nr. 6/8. Der Anmeldetermin schließt am 1. X. d. J. Platzmiete wird nicht berechnet. *of.*

Von der Leipziger Messe. — Während der Herbstmesse (26. VIII. bis 1. X.) bleibt das Haus der Elektrotechnik wie im Vorjahr geschlossen.

Energiewirtschaft.

Die gesetzliche Regelung der Erzeugung, Fortleitung und Verteilung der elektrischen Arbeit in Frankreich. — Die Ausnutzung von Wasserkräften welcher Art immer, einschließlich der Ebbe und Flut, ist in Frankreich an eine vom Staate zu verleihende Konzession gebunden, kraft welcher dem Unternehmer die Verpflichtung zur Stromabgabe zu vorgeschriebenen Höchstpreisen auf eine bestimmte Zeitdauer auferlegt werden kann, auf alle Fälle aber die Überlassung eines Teiles der Erzeugung an die öffentlichen Körperschaften und örtlichen Interessenten vorgeschrieben wird, auch wenn es sich um eine Fabrikunternehmung, z. B. einen elektrochemischen Betrieb oder dgl. handelt. Dem Staate steht ein Rückkaufsrecht, in der Regel nach Ablauf der ersten 25 Jahre, zu, wogegen nach Ablauf der höchstens 75jährigen Konzessionsdauer die Anlage mit Ausnahme der Generatoren un-

entgeltlich heimfällt. Die Elektrizitätserzeugung in Wärmekraftanlagen ist an keinerlei Konzession gebunden.

Vollkommen getrennt von der Produktion ist die Fortleitung und Verteilung geregelt, welche beide an eine besondere Konzession gebunden sind, die, falls nur das Gebiet einer Gemeinde in Frage kommt, von dieser allein, sonst aber vom Staate verliehen wird. Wenn mehrere Gemeinden sich zu einer Interessengemeinschaft vereinigen, können sie für ihr Gebiet die Konzession ohne staatliche Dazwischenkunft ebenfalls verleihen. Die Konzession gewährt zwar kein Ausschließlichkeitsrecht, doch darf keine für dasselbe Gebiet später erteilte Konzession günstigere Bedingungen enthalten. Nur ein Ausschließlichkeitsrecht zur Benutzung öffentlichen Gutes für die Errichtung von der Stromabgabe für Lichtzwecke dienenden Leitungen ist für eine bestimmte Zeitdauer zulässig. Die Bestimmungen der Konzession sind jenen, die in den vom Staate vorgeschriebenen Normalverträgen vorgesehen sind, anzupassen. Es bestehen drei Formen für derartige Konzessionen, u. zw. eine für die Verteilung innerhalb eines bestimmten Gebietes, welche den Inhaber zur Stromabgabe an jedermann zu vorgeschriebenen Höchstpreisen verpflichtet und unter Vorbehalt der jederzeitigen Ablösung auf höchstens 40 Jahre verliehen wird; sodann die Konzession für die Belieferung der Unternehmungen zur öffentlichen Stromversorgung eines bestimmten Gebietes mit der Verpflichtung, diese Unternehmungen zu bestimmten Preisen, gegebenenfalls auch mit einer vorgeschriebenen Spannung und Höchstleistung zu versorgen; sie kann auf höchstens 50 Jahre, mit Rückkaufsrecht vom 25. Jahre ab erteilt werden; endlich eine Konzession lediglich für die Fortleitung der Elektrizität, gemäß welcher der Beliehene verpflichtet wird, mittels seiner Leitungen den Stromtransport für bestimmte Verbraucher gegen entsprechende Entschädigung durchzuführen. Die Konzessionsdauer kann in diesem Falle bis zu 75 Jahren mit nach den ersten 25 Jahren einsetzendem Rückkaufsrecht betragen. Die erste Konzessionsart wird je nach dem Kreise der Interessenten von den Gemeinden, der Vereinigung solcher oder vom Staate verliehen, die beiden letzteren nur von diesem; der unentgeltliche Heimfall mit Ablauf der Konzessionsdauer wird stets vorgeschrieben.

Eine im Jahre 1922 vorgenommene Ergänzung der einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen räumt dem Staate das Recht ein, die Interessenten zur Bildung einer Zwangsgemeinschaft zwecks Errichtung und Betrieb von Hochspannungsleitungen für den gegenseitigen Energieaustausch unter seiner Führung und gegebenenfalls auch zu finanzieller Beteiligung zu verhalten, sofern dies die Verbesserung der Ausnutzung der Kraftquellen geboten erscheinen läßt. Im Falle der Weigerung einzelner Unternehmungen ist der Staat berechtigt, an deren Stelle zu treten und, wenn die Konzessionsbestimmungen dies zulassen, deren Anlagen abzulösen, sonst aber diese zu enteignen. Seither wird auch bei der Neuverleihung von Konzessionen für einen derartigen Fall das jederzeitige Ablösungsrecht vorgesehen. Die Vorteile der durch derartige Maßnahmen verbilligten Energiebeschaffung kommen auch den Abnehmern zugute, da die Konzessionsbedingungen die Möglichkeit einer Tarifrevision in solchen Fällen vorsehen.

Der Staat selbst ist als Unternehmer nur für die die ehemaligen Kriegsgebiete von Nordosten durchziehende 120 kV-Leitung Vincey—Mohon und verschiedene kleinere Leitungsanlagen niedrigerer Spannung und geringerer Bedeutung aufgetreten, wobei aber der finanzielle Erfolg bis jetzt wenig versprechend geblieben ist, da es trotz wiederholter Erhöhungen des Transporttarifes noch nicht gelang, die Kosten für die Verzinsung und Abschreibung herauszuwirtschaften. Auch zur Anwendung des obenerwähnten Rechtes zwangsweiser Ablösung bzw. Enteignung ist es bis jetzt nicht gekommen. Dagegen hat sich der mittelbare Einfluß des Staates als sehr förderlich erwiesen und erst dieser die notwendigen Voraussetzungen für den großzügigen Zusammenschluß der Stromerzeugungsanlagen geschaffen. Schon im letzten Kriegsjahre wurden für sämtliche neuen Anlagen die einheitliche Periodenzahl von 50 Hz und die Wahl bestimmter Normalspannungen vorgeschrieben, was in der Folge dazu führte, daß auch die schon bestehenden Anlagen sich allmählich diesen Normen anpaßten und derzeit nur noch kleine, in sich abgeschlossene Gebiete, die hiervon eine Ausnahme bilden, vorhanden sind. Ein weiterer bedeutsamer Schritt war die Verfügung, wonach die Elektrisierung der Bahnen mit Gleichstrom zu erfolgen hat, welcher in an Drehstromkraftübertragungsleitungen angeschlossenen Umformeranlagen erzeugt wird, wobei die Leitungen gleichzeitig auch allgemeinen Kraftübertragungszwecken zu dienen haben und dementsprechend reichlich zu bemessen sind. Der unter Befolgung dieser Vorschrift von der Cie. des Chemins de fer du Midi am Nordabhang der Pyrenäen errichteten 150 kV-Leitung Bordeaux—Toulouse haben die in diesem Gebiet während des Krieges mit großen Kosten erbauten und elektrochemische Fabriken speisenden Wasserkraftanlagen ihre Rettung vom Ruin zu verdanken, da sie ihnen nunmehr ermöglicht, ihre Produktion, welche zufolge bedeutender Einschränkung der Fabrikation keinen lokalen Absatz mehr fand, in entfernten Gebieten abzusetzen und durch den Zusammenschluß mit den anderen Werken und Ausnutzung der in einzelnen dieser vorhandenen Speicherungsmöglichkeiten auch vorteilhaft zu gestalten[1]. Ein anderes derartiges Beispiel bietet die 150 kV-Leitung Eguzon—Paris der Paris—Orleans-Bahn. Es besteht auch schon eine Reihe von derartigen rein privaten Gemeinschaften der Stromerzeuger und Stromverteiler in allen Teilen des Landes, so daß das durch das erwähnte Gesetz angestrebte Ziel, auf diese Weise den die Stromerzeugung und -fortleitung verbilligenden und eine möglichst restlose Verwertung der natürlichen Energiequellen ermöglichenden Zusammenschluß aller Interessenten zu fördern, in absehbarer Zeit erreicht werden dürfte. Jedenfalls erscheint es besonders bemerkenswert, daß, wie die bezüglichen Mitteilungen zeigen, man nunmehr auch in dem streng zentralistisch regierten Frankreich, wo die Stromerzeugungsindustrie bislang unter starker staatlicher Bevormundung stand, zur Erkenntnis gelangt ist, daß dem Staate auf diesem Gebiete nur eine leitende, die Entwicklung in gesunde Bahnen lenkende Tätigkeit zukommt, alles andere aber besser der privaten Initiative überlassen werden mag. (Rev. Gén. de L'El. Bd. 23, S. 97.) *Bp.*

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[2]. — Wegen der Besserung des Beschäftigungsgrades der angeschlossenen Industrie und zunehmender Verwendung der Elektrizität im Haushalt ist der Stromabsatz bei der Elektricitätswerke-Betriebs-A. G., Riesa, 1927 weiter gestiegen; die Nachfrage konnte infolge Strombezugs vom „Thüringenwerk" bzw. vom Elektrizitätsverband Gröba ohne weiteres befriedigt werden. Bezüglich der Übernahme des Elektrizitätswerks Riesa durch die Stadt schweben mit letzterer Verhandlungen. In diesem Werk sowie in Schmölln und Gößnitz zusammen hat sich der Anschlußwert von 6873 auf 7498 und die Stromabgabe von 2,929 auf 3,903 Mill. kWh, also um rd. 33 % erhöht. Als Betriebseinnahme werden 882 829 RM (765 537 i. V.) und als Reingewinn 106 874 RM (100 720 i. V.) ausgewiesen. Die Dividende betrug 10 % auf 1 Mill. RM Aktienkapital (9 % i. V.).

Die Neckarwerke A. G., Eßlingen, haben 1927 durch einen für die Großabnehmer günstigen Tarif, der die erfolgreiche Konkurrenz mit eigenen Erzeugungsanlagen in Fabriken ermöglicht, sowie durch intensive Werbetätigkeit für Apparate aller Art ihre Erzeugung nebst Strombezug auf 102,805 Mill. kWh (74,382 i. V.) und die nutzbare Abgabe auf 80,579 Mill. kWh (56,290 i. V.) steigern können. Die höchste Tageslieferung betrug 434 030 kWh (359 479 i. V.) und die höchste Momentbelastung 33 500 kW (27 960 i. V.). Der gesamte Anschlußwert erreichte 110 985 kW (98 370 i. V.) und der der Enzgauwerke G. m. b. H. 24 693 kW (22 559 i. V.). Mit der Bayernwerk A. G. wurde ein bis 1931 laufender Ergänzungsvertrag für erhöhten Strombezug abgeschlossen, und ein Vertrag mit dem Städt. Elektrizitäts-Werk Stuttgart gibt der Berichterstatterin das Recht, von diesem bis zu 6250 kVA zu entnehmen. Der die 1640 kVA-Wasserkraft in Besigheim betreffende Pachtvertrag ist um 10 Jahre verlängert worden. Voraussichtlich vom Oktober 1928 an wird die Gesellschaft außerdem von der Badischen Landeselektrizitätsversorgung A. G. (Badenwerk) 7500 kVA über eine in Bau befindliche 100 kV-Leitung der Württ. Landes-Elektrizitäts-A. G. beziehen und ferner Ende d. J. auf Grund eines 30jährigen Pachtvertrags mit der Neckar A. G. den gesamten im Kraftwerk der Staustufe Obereßlingen anfallenden Strom (etwa 1500 kVA) aufnehmen. Der Betriebsgewinn betrug 5 626 747 RM (Einnahmen i. V. 8 339 079 RM), der Überschuß 1 649 570 RM (1 630 799 i. V.) und die Dividende wieder 9 % auf 15 Mill. RM Aktienkapital.

Das von den der Allgemeinen Lokalbahn- und Kraftwerke-A. G., Berlin, gehörenden Unternehmungen 1927 erzielte Erträgnis gestattete der Berichterstatterin die Ausschüttung von wiederum 12 % Dividende auf 15 Mill. RM Stammaktienkapital. Der Ertrag aus Anlagen und Beteiligungen ist auf 3 832 322 RM (3 699 638 i. V.) und der Reingewinn auf 2 104 516 RM (2 103 955 i. V.) angewachsen.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 999.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 1130.



GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Die internationale Registrierung deutscher Warenzeichen. — Wie hier schon berichtet wurde[1], ist am 1. VI. 1928 das Madrider Abkommen, betr. die internationale Registrierung von Fabrik- und Handelsmarken, in der Haager Fassung vom 6. XI. 1925 zwischen Deutschland, Österreich, Spanien, Italien, den Niederlanden und der Schweiz in Kraft getreten. Dadurch ergibt sich für diese Länder gegenüber der bisherigen Rechtslage eine Reihe von Änderungen, die in einem vom Reichspatentamt herausgegebenen Merkblatt zusammengestellt sind, und von denen folgende als wichtigste erwähnt seien.

In Zukunft wird für die internationale Warenzeicheneintragung eine Prioritätsfrist von 6 Monaten, vom Tage der Anmeldung im Heimatlande ab gerechnet, gewährt. Diese kann auch dann in Anspruch genommen werden, wenn die Heimatsanmeldung bei Ablauf der Prioritätsfrist noch nicht zur Eintragung geführt hat. Allerdings ist die internationale Eintragung erst nach erfolgter Eintragung im Heimatlande möglich.

Demzufolge ist es jetzt gestattet, sowohl die an das Reich wie die an das internationale Amt zu zahlenden Gebühren erst dann zu entrichten, wenn das Zeichen im Heimatlande in die Zeichenrolle eingetragen worden ist. Während die Reichsgebühr von 50 RM verblieben ist, hat man die internationale Abgabe auf 150 schw. Fr und bei gleichzeitiger Registrierung mehrerer Zeichen desselben Inhabers auf 100 schw. Fr für jedes weitere Zeichen erhöht. Anderseits ist aber die Erleichterung getroffen worden, daß diese für 20 Jahre Schutz gewährende Gebühr auch in zwei Raten gezahlt werden kann, u. zw. ist dann vor der Registrierung eine Abgabe von 100 schw. Fr für die erste Marke und von je 75 schw. Fr für alle anderen gleichzeitig hinterlegten Marken zu entrichten, während die zweite nach zehn Jahren zu leistende Ergänzungsabgabe sich auf 75 schw. Fr für die erste und auf je 50 schw. Fr für die gleichzeitig hinterlegten weiteren Marken beläuft. Der Zeicheninhaber kann also nach Belieben die in der Gesamtsumme etwas kleinere einmalige Gebühr für 20 Jahre zahlen und außer der Ermäßigung die Annehmlichkeit genießen, sich um die rechtzeitige Erneuerung erst nach 20 Jahren kümmern zu brauchen. Im zweiten Fall ist zwar die Zahlung theoretisch etwas höher — unter Berücksichtigung der heutigen deutschen Zinssätze ungefähr gleich hoch —, sie kann aber in zwei bequemen Raten erfolgen, während als Nachteil die rechtzeitige Beachtung des Erneuerungstermins nach 10 Jahren erforderlich ist, bei dessen Nichteinhaltung das Zeichen verfällt.

Wenn das Warenverzeichnis mehr als 100 Worte enthält, wird außerdem noch ein Zuschlag für die Druckkosten vom Internationalen Bureau erhoben. Für Übertragungen des Zeichens, Namensänderungen, Berichtigungen, Beschränkungen des Warenverzeichnisses und Verzichte auf den Schutz für einzelne Länder ist eine Gebühr von 30 schw. Fr für jede einzelne Marke und von 10 schw. Fr für jede weitere, in derselben Anzeige desselben Eigentümers enthaltene zu entrichten.

Zur vollen Auswirkung wird der Vertrag erst dann kommen, wenn auch die anderen dem Madrider Abkommen angehörigen Staaten die Änderungen durch das Haager Abkommen ratifiziert haben werden.

Die internationale Hinterlegung gewerblicher Muster und Modelle (Geschmacksmuster). — Infolge des am 1. VI. 1928 in Kraft gesetzten Vertrages über das Haager Abkommen vom 6. XI. 1925 gelten zunächst zwischen Deutschland, Spanien, den Niederlanden und der Schweiz die Bestimmungen über internationale Hinterlegung gewerblicher Muster oder Modelle. Es handelt sich in diesem Fall um ein völlig neues Gesetz, durch das, ähnlich wie bei dem Abkommen über internationale Hinterlegung von Warenzeichen, durch Eintragung bei dem internationalen Bureau in Bern ein Schutz für alle angeschlossenen Länder geschaffen wird. Aber auch hier wird der Schutz im eigenen Lande durch die internationale Hinterlegung nicht erworben, vielmehr ist dort ein besonderer Schutz nach den Landesgesetzen zu erwirken, so daß die internationale Hinterlegung z. Z. nur Schutz in drei Ländern schafft.

Die Bestimmungen weichen insofern von denen über Warenzeichen ab, als die Erwirkung nicht durch eine deutsche Behörde erfolgt, sondern vielmehr ausschließlich und unmittelbar durch das Internationale Bureau in Bern. Deutsche Behörden übernehmen auch nicht die Vermittlung zwischen dem Hinterleger und diesem Bureau. Zur Hinterlegung berechtigt sind Personen, die Angehörige eines der das Abkommen schließenden Staates sind oder in ihm eine Niederlassung oder ihren Wohnsitz haben.

Die Hinterlegung ist nur für Formschöpfungen bestimmt, die auf das Auge wirken sollen, nicht aber für Werke, die sich durch ihre technische Wirkungsweise kennzeichnen, so daß also nach deutschen Begriffen nur Geschmacksmuster und nicht Gebrauchsmuster für die Hinterlegung in Frage kommen.

Die Formalitäten für die Hinterlegung sind sehr detailliert, so daß auf die einschlägigen Veröffentlichungen hingewiesen werden muß. Besonders ist zu erwähnen, daß der Antrag in französischer Sprache abgefaßt sein und genau angeben muß, für welche Erzeugnisse das Muster in Frage kommt. Die Gebühr beläuft sich für ein einzelnes Muster oder Modell auf 5 schw. Fr für die ersten 5 Schutzjahre bzw. bei Hinterlegung mehrerer in einem Umschlag vereinigter Muster auf 10 schw. Fr für die gleiche Zeit. Spätestens drei Monate vor Ablauf des ersten Zeitabschnittes muß ein Verlängerungsantrag gestellt werden, durch den das Muster auf den zweiten Abschnitt von 10 Jahren verlängert werden kann. Die Gebühr hierfür beträgt für ein einzelnes Muster 10 schw. Fr, bei Hinterlegung mehrerer Muster in einem Umschlag 50 schw. Fr.

Die Muster können im Original oder in einer ausreichenden photographischen oder zeichnerischen Wiedergabe hinterlegt werden. Es wird empfohlen, eine genügende Anzahl von Photographien beizufügen, die für Veröffentlichungen und Registerauszüge dienen sollen. Die Hinterlegung kann für die ersten 5 Jahre offen oder versiegelt erfolgen. Während des zweiten 10jährigen Zeitabschnittes müssen die Muster offen liegen. Während der ersten 5 Schutzjahre können versiegelte Hinterlegungsstücke geöffnet werden, wenn es vom Hinterleger oder einem zuständigen Gericht verlangt wird, wofür eine Gebühr zu entrichten ist. Die Muster oder Modelle werden nur öffentlichen Behörden (Gerichten) ausgehändigt und wenn vorher versiegelt, nach Rückgabe wieder eingehüllt und versiegelt.

Für Übertragungen, Verzichte und sonstige Mitteilungen, ferner für Auszüge aus dem Register, Nachforschungen und Auskünfte werden Gebühren erhoben.

Der augenblickliche Zustand befriedigt noch wenig, da die Anmeldung eines Deutschen ja nur für die anderen drei angeschlossenen Länder ein Schutzrecht schafft.

Verlängerung der Patentdauer in Schweden. — Durch eine am 12. V. 1928 in Kraft getretene Gesetzesänderung wird die Dauer der schwedischen Patente nunmehr auf 17 Jahre vom Tage der Anmeldung ab verlängert. Diese Abänderung der Patentdauer gilt auch für alle schon erteilten Patente, welche beim Inkrafttreten dieses Gesetzes noch bestanden.

Registrierung von Warenzeichen in Nanking. — Die Nanking-Regierung hat ein eigenes Registrierungsbureau für Warenzeichen errichtet und erkennt das Pekinger Warenzeichengesetz innerhalb ihres Bereichs nicht an. Sie hat das früher in Kanton für die Provinz Kwangtung besonders bestehende Warenzeichenamt in sich aufgenommen. Diejenigen Warenzeichen, die vor dem 1. V. 1927 in Peking endgültig eingetragen worden sind, werden von dem Nankinger Amt ohne weitere Prüfung gegen Vorlegung der Pekinger Eintragungsurkunde registriert, und zwar zu ermäßigten Gebühren, während die nach dem 1. V. 1927 in Peking endgültig eingetragenen sowie sonstige Warenzeichen eine annähernd dreifache Gebühr zu entrichten haben. Inhaltlich entspricht das Nankinger Warenzeichengesetz dem Pekinger in allen wesentlichen Punkten.

Dieser Schritt der Nanking-Regierung dürfte weniger aus Prestige-, als aus finanziellen Gründen erfolgt sein, denn von verschiedenen Seiten sind leider erfolglose Versuche gemacht worden, die Nanking-Regierung zur Anerkennung der Pekinger Eintragungen ohne weitere Gebühr zu veranlassen. Das gleiche Ergebnis hatten Schritte, die eine Herabsetzung der Gebühren auf die Höhe der Pekinger bezweckten. Es ist damit zu rechnen, daß die der Nanking-Regierung unterstehenden chinesischen Gerichte sich nach den Verordnungen ihrer Regierung richten werden.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1021.



BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Uhrenferneinstellung durch drahtlose Zeitzeichen.

In dem in der ETZ 1928, S. 614 veröffentlichten Aufsatz schneidet Oberingenieur WILIGUT unter anderem auch die Patentfrage an. Hierzu sei bemerkt, daß LAVET kürzlich die ganze Patentlage sehr eingehend in einem ausführlichen Memorandum in der Rev. Gén. d. l'El. vom 25. II. 1928 behandelt hat, auf das hier nur hingewiesen sei, da es anscheinend WILIGUT bei der Abfassung seines Referats noch nicht vorgelegen hat. Jedenfalls ist das grundsätzliche Patent der Firma Hatot (franz. Patent 583 331) bereits vom 26. IX. 1923 datiert, während die von WILIGUT angezogenen Patente teilweise um Jahre später liegen. Offenbar ist LAVET nicht eher mit seinem System an die Öffentlichkeit getreten, bevor er durch langjährige Versuche eine gewisse Erprobung festgestellt hat.

Ferner schreibt WILIGUT am Ende der Ausführungen über das Pendelrelais: „Außerdem muß das Pendel *K* den Regelkontakt noch vor Schluß des Zeitzeichens betätigen, da es sonst vorkommen kann, daß nach Aussetzen der rhythmischen Schwingungen das Pendel nicht genügend große Amplitude besitzt, um den Kontakt zu schließen. Störungen verschiedener Art können hierzu die Ursache sein..." usw. Hierzu ist zu bemerken, daß die Einrichtung so getroffen ist, daß das Pendelrelais den Regelkontakt während des einige Sekunden dauernden rhythmischen Zeitrelais nicht nur einmal, sondern mehrere Male betätigt. Die Regelungseinrichtung, die mit Kurvenscheiben arbeitet, ist so angeordnet, daß der Einfluß der Korrektureinrichtung dann aufhört, wenn das Signal beendet ist, also der Kontakt nicht mehr geschlossen wird, worauf die Uhr, richtig gestellt, unter dem alleinigen Einfluß des Werkes weitergeht. Nach den Angaben von LAVET beträgt die dabei erreichte Regelgenauigkeit ± 1 s, was für den Hausgebrauch von Uhren vollauf genügen dürfte. Die Anordnung, daß das Pendel sich mehrmals bis zu seiner vollen Amplitude aufschaukelt, um dann wieder durch den Kontaktschluß jedesmal etwas gebremst zu werden, erhöht natürlich insofern die Betriebssicherheit, als auch bei Verstümmelung des Signales, bei schwachem Empfang usw. auf eine mindestens ein-, im allgemeinen mehrmalige Kontaktgabe sicher gerechnet werden darf.

Sicher können gelegentlich die von WILIGUT angeführten Störungen während der genauen Zeitübermittlung, die aber im allgemeinen wohl selten gerade in dieser Periode vorkommen dürften, zu einem Nichtregeln der Uhr führen, wie es ja wohl auch überhaupt keine Uhrenstellvorrichtung, auch nicht die minutliche Fortschaltung von Nebenuhren, geben dürfte, die absolut störungsfrei arbeitet. Um die praktischen Verhältnisse zu treffen, muß man bedenken, daß die hier vor allem zur Korrektur vorgeschlagenen Einzeluhren mit elektrischem Pendelbetrieb, solange wenigstens die Spannung der Elemente noch nicht zu sehr nachgelassen hat, einen verhältnismäßig sehr genauen Gang haben, daß aber anderseits auch ohne weiteres durchaus die Möglichkeit besteht, mehrmals täglich während verschiedener Pausen der Rundfunkkonzerte die rhythmischen Zeitsignale zu senden, wie ja auch heute die mündliche Zeitangabe mehrmals erfolgt. Sollten also Versager der Korrektur eintreten, so dürften diese bald wieder ausgeglichen werden. Im übrigen betont ja WILIGUT selbst, daß das Lavetsche System Störungen weit weniger unterworfen ist als frühere Anordnungen. Nach vorliegenden Mitteilungen soll das Mikrophon-Pendelrelais auf 1 % genau abstimmbar sein, so daß also ein um 1 % oder mehr verschiedenes Zeichen ohne Einfluß auf das Relais bleibt. Selbst wenn in einer Zeit, in der keine Regelung erfolgen soll, ein unbeabsichtigter Kontaktschluß des Pendelrelais eintritt, so tritt trotzdem keine Zeigerkorrektur ein, infolge der besonderen Anordnung der Kurvenscheiben. (Eine ausführliche Beschreibung dieser Einrichtungen befindet sich übrigens in einem Referat des Unterzeichneten in der Deutschen Uhrmacher-Zeitung Nr. 10 vom 3. III. 1928.) Betreffs der Betriebssicherheit wird man also die Ergebnisse langjähriger Versuche und der Praxis abwarten müssen, ehe ein endgültiges Urteil gefällt werden kann.

Im übrigen kann man über die Größe der Vorteile einer selbsttätigen Regelung gegenüber dem persönlichen Abhören und manuellen Einstellen einer Uhr anderer Meinung sein als Oberingenieur WILIGUT, da die Vorteile jeder automatischen Tätigkeit sehr stark von dem subjektiven Gefühl des einzelnen abhängen. Es kommt hier wohl im wesentlichen darauf an, dem Publikum den Vorteil genauer selbsttätig geregelter Zeit zu veranschaulichen, übrigens eine Aufgabe, die ja jedem Lieferanten elektrischer Uhren irgendeines Systems ziemliche Propagandakosten und Schwierigkeiten macht. Es sei hier nur darauf hingewiesen, daß eine solche selbsttätige Einstellung natürlich besonders wünschenswert für elektrische Einzeluhren sein wird; denn hier ist ja schon dem Uhrenbesitzer die Arbeit des regelmäßigen Uhrenaufziehens abgenommen, was bekanntlich leicht dazu führt, auch die regelmäßigen Korrekturen kleinerer oder größerer Zeitabweichungen zu vergessen.

Schließlich erscheint mir die wirtschaftliche Seite der ganzen Frage doch ernster begründet zu sein, als Oberingenieur WILIGUT sie darstellt. Ich glaube kaum, daß daher der angezogene Vergleich eines Konkurrenzkampfes von drahtloser oder leitungsbetriebener Telegraphie sehr zutreffend ist; auch LAVET wird wohl kaum jemals daran denken, die elektrischen Zentraluhrenanlagen mit Leitungsbetrieb überflüssig machen zu wollen, da diese für manche Zwecke einfach unersetzlich sein dürften. Aber dem Eingeweihten dürfte auch bekannt sein, wie große wirtschaftliche Schwierigkeiten für die Einführung der elektrischen Uhren im Privatpublikum und auch sonst im größeren Umfange bisher die hohen, gerade durch das Leitungsnetz bedingten Anlage- und Wartekosten darstellen. Anderseits wird niemand bestreiten können, daß der Lavetsche Vorschlag, wegen der einfachen und robusten Bauart des Pendelrelais, das wohl ohne große Kosten herzustellen sein dürfte, sowie wegen des Fortfallens einer eigenen Empfangsanlage und einer besonderen Einstelltätigkeit starke wirtschaftliche Vorteile mit sich bringt, so daß man wohl nicht von vornherein das System als unrentabel bezeichnen kann. Solange jedoch nicht zahlenmäßige, kontrollierbare Unterlagen vorliegen, dürfte es überhaupt unmöglich sein, in dieser Richtung bereits ein Urteil abzugeben.

Bedenklich erscheint mir an dem neuen System die Notwendigkeit, zwei weitere Elemente zu haben, so daß mit dem Element der Ato-Uhr allein drei Elemente für den Uhrenbetrieb vorzusehen und zu warten sind. Falls es sich um Röhrenbetrieb handelt, wo ja sowieso Elemente zu warten sind, wird man diesen Übelstand nicht allzu hoch einschätzen dürfen. Anders vielleicht beim Detektorempfang, bei dem auch zu überlegen sein wird, ob durch den parallel geschalteten Widerstand des Mikrophonrelais keine Beeinträchtigung des Empfanges eintreten kann, wenn das Mikrophonrelais dauernd am Empfänger liegen soll.

Wie WILIGUT sehr richtig anführt, ist die Regelung der Uhr insofern immer subjektiv, als sie nur dann erfolgt, wenn der Rundfunkapparat auf Empfang einer das Zeitzeichen sendenden Station eingestellt ist. Notwendig wäre zweifellos bei einer eventuellen Durchführung des Vorschlages, daß die verschiedenen Rundfunksender möglichst die gleichen Zeitzeichen senden; in diesem Falle wäre es möglich, auch bei Einstellen des Apparates auf andere Sender das Mikrophonrelais arbeiten zu lassen. Ein dabei von WILIGUT nicht erwähnter organisatorischer Vorzug des Systems ist der, daß die Rundfunkgesellschaften bei der Zeitzeichengebung nicht starr an eine ganz bestimmte Zeit gebunden sind, was natürlich die Abwicklung des Programmes stören würde, sondern daß die Zeitzeichengebung zu beliebigen, jeweils um eine Viertelstunde verschiedenen Zeiten erfolgen kann. Je genauer der Gang der Uhren an sich ist, desto geringer kann die Zahl der Regelungen und desto kleiner kann die Korrekturperiode gewählt werden.

Berlin-Lichtenrade, 24. IV. 28. Dipl.-Ing. J. Baltzer.

Erwiderung:

Zu der Bemerkung von J. BALTZER habe ich zu bemerken, daß der ETZ-Aufsatz bereits längere Zeit vor dem Erscheinen des Berichtes in der Deutschen Uhrmacher-Zeitung druckfertig vorlag. Aus diesem Grunde war eine Erwähnung des letztgenannten Aufsatzes in der ETZ nicht möglich. Daß die Behandlung des Systems „Lavet" in der ETZ wesentlich kürzer erfolgte, als in der Deutschen Uhrmacher-Zeitung durch BALTZER, ist damit zu erklären, daß in der ETZ eine allgemeine kurze Übersicht über die verschiedenen neuen Versuche gebracht wurde; der Aufsatz in der DUZ behandelt dagegen ausschließlich das System „Lavet". Die Behandlung der Patentpriorität kann meiner Ansicht zurückgestellt werden, da sie mit der kritischen Gegenüberstellung der Wirkungsweise von drahtlosen Zeitregelungen im allgemeinen zu derjenigen von Regelungen auf besonderen Leitungen nichts zu tun hat.

Bezüglich der Arbeitsweise der Regelung selbst bemerke ich, daß es auch bei mehrmaliger Betätigung des Regelkontaktes durch das Pendelrelais nicht ausgeschlossen ist, daß die angegebenen Störungen verschiedener



Art jedesmal die Regelung verhindern. Über die Vor- oder Nachteile einer selbsttätigen Regelung gegenüber dem persönlichen Abhören und Einstellen einer Uhr von Hand werden die Meinungen sicher sehr verschieden sein, doch bin ich der Ansicht, daß, solange die vielen Störungsmöglichkeiten, die heute noch bei drahtlosem Verkehr vorhanden sind, nicht beseitigt werden können, eine drahtlose automatische Zeitregelung nicht zu empfehlen sein dürfte. Welchen Wert das erwähnte System in der Praxis haben wird, muß, wie BALTZER selbst zugibt, die Erfahrung lehren; in der Voraussage werden die Meinungen immer stark verschieden ausfallen. Meine eigene Anschauung stützt sich jedenfalls auf Versuche und Erfahrungen der letzten Jahre mit ganz ähnlichen Einrichtungen. Sollte sich das System in Deutschland jemals einführen, so wird es vermutlich notwendig werden, die Zeitzeichengabe ähnlich wie beim Senden des Nauener Zeitzeichens zu zentralisieren. Die Sendung durch Bezirksender erscheint mir nur dann genügend einheitlich und genau gewährleistet, wenn eine Übernahme auch derartiger Zeitzeichen von einem Landessender möglich gemacht wird.

Berlin-Siemenstadt, 2. V. 28.

J. Wiligut.

Was kostet der aus Wind erzeugte Strom?

In dem Aufsatz des Herrn K. BILAU (ETZ 1928, S. 819) findet man leider keine bzw. nur sehr unvollständige Angaben in bezug auf die Anschaffungskosten der von ihm beschriebenen, bis 10 kW Leistung abgebenden „Repelleranlagen", auch fehlen nähere Angaben über die entstehenden Jahreskosten für Instandhaltung, Wartung usw. der Anlage, deren Kenntnis aber erforderlich ist, wenn man sich ein einigermaßen klares Bild über die Kostenfrage solcher Anlagen machen will. Vielleicht ist es Herrn BILAU möglich, hierüber noch genauere Aufschlüsse zu geben.

Weiterhin ist hervorzuheben, daß die angegebenen, für verschiedene Gegenden Deutschlands errechneten Preise je 1 PSh, wie aus dem Aufsatz ersichtlich, nur unter der Annahme vollkommener Ausnutzung der anfallenden Windenergie, also ohne Berücksichtigung des Ausnutzungsfaktors, d. h. des Verhältnisses von anfallender Gesamtenergie zu auftretendem Gesamtbedarf, gelten. Dieser Ausnutzungsfaktor wird aber bei den meisten Stromverbrauchern, da sich ihre Hauptbedarfszeiten den Windverhältnissen nicht anpassen lassen, sehr niedrig sein, und es werden deshalb die Gestehungskosten je nutzbare Wind-kWh das Vielfache der angegebenen Werte betragen. Stellt man zum Ausgleich eine teuere Batterie auf, durch die im übrigen der vollkommene Ausgleich zwischen Erzeugung und Bedarf mit Sicherheit auch kaum ermöglicht werden würde, so erhöhen sich die angegebenen Stromkosten ebenfalls ganz wesentlich. Bei Berücksichtigung dieser Tatsachen wird die Wirtschaftlichkeit der Windkraftanlagen in Frage gestellt sein, sobald die Anschlußmöglichkeit an die Leitungen eines bestehenden Dampf- oder Wasserkraftwerkes gegeben ist, das nicht allein den benötigten Strom meist billiger als die Windkraftanlage, sondern auch zu jeder vom Abnehmer gewünschten Zeit betriebsicher zu liefern vermag. Wo Überlandnetze bestehen bzw. der Anschluß an diese möglich ist, wäre es demnach eine gerade für uns in Deutschland unzulässige Kapitalvergeudung, wollte man für teuere und immerhin unsichere Windkraftanlagen Kapital festlegen. Wo der Anschluß an ein Elektrizitätswerk nicht oder nur unter Aufwendung besonders hoher Kosten möglich ist, kann dagegen die Wirtschaftlichkeit der Windkraftanlagen durchaus gegeben sein.

Eine Ergänzung des Aufsatzes in bezug auf vorstehende Fragen wäre wohl wünschenswert.

Dresden-A., 7. VI. 1928. Fr. Werner.

Erwiderung.

Die englische Ventimotoranlage von 9 m Dmr. kostete 400 £. Die Kostenberechnung erfolgte bei allen neun in Oxford geprüften Anlagen nach genau denselben Grundsätzen, die bereits bei der ersten Prüfung (1903 in London) festgestellt wurden. Hierbei angenommene Reparatur- und Instandhaltungskosten von 1% dürften m. E. wegen der Windschäden an Windmotoren alter Art selten ausreichen. Die Vermeidung von Sturmschäden war einer meiner leitenden Konstruktionsgedanken, der durch Bau tragdeckähnlicher Formen durchgeführt wurde. Der Ventimotor hielt vor Zeugen einen Orkan von 50 m/s mit noch höheren Spitzen im Frühjahr 1925 aus; ein Abdrehen aus dem Winde war dabei nicht vorgesehen, da Tragdecks bequem für noch größere Druckaufnahmen konstruiert werden können, zumal man im Gewicht nur wenig beschränkt ist. Nach Füllung der Schmiereinrichtungen wurde der Ventimotor ein volles Jahr sich selbst überlassen. Die Beamten des Prüffeldes lösten lediglich die Bremse, sobald auch die anderen Windmotoren anliefen (bei 8 m/h). Instandhaltungskosten oder Bedienungskosten erforderte der Ventimotor in dem ganzen Prüfungsjahr nicht, während die Windmotoren doch gewisse Aufsicht benötigen, besonders auch wegen ihrer nicht sicher arbeitenden elektrischen Einrichtungen. Erst die Verwendung des Charletprinzips ermöglicht ein völlig automatisches Parallelarbeiten auf das Netz mit stets gleichbleibender Spannung für direkte Lieferung von Lichtstrom und auf die Batterie mit etwas höherer Ladespannung. Die kleine Batterie arbeitet dabei nicht als Puffer, sondern wird äußerst schonend aufgeladen. Das Charletprinzip ist jedem nur möglichen Betriebszustand gerecht geworden[1]. Die Anlagen wurden mit 6,67 % entsprechend einer nach Oxforder Ansicht bestimmt zu kurzen 15jährigen Lebensdauer amortisiert. Diese vorsichtige Rechnung ist nur gutzuheißen; anderseits ist es bekannt, daß Windmühlen oft in unveränderter Form vom Großvater her stammen, was bei so ausgesprochen langsam laufenden Maschinen kein Wunder nimmt. Es soll hier nicht verschwiegen werden, daß die als Flügelhaut verwendeten Sperrholzplatten (Blechbau ist mir erst jetzt gelungen) sich mangels jeder Pflege nach drei Jahren allmählich aufzulösen beginnen.

Wie in der ETZ 1928, S. 821 berichtet, wählen die Engländer den durch Erfahrung in landwirtschaftlichen Betrieben festgestellten Ausnutzungsfaktor von 0,75. Ich habe jedoch jedem Rechner die Wahl eines nach seiner Ansicht angemessenen Faktors überlassen müssen, da dieser Faktor von unkalkulierbaren Gefühlswerten, nämlich vom Dispositionstalent des Besitzers abhängt. Bisher steht jeder auf Bezug fremden Stromes angewiesene auf dem m. E. richtigen Standpunkt, daß überall an Strom gespart werden muß, um die Stromrechnung erträglich zu halten. Gerade umgekehrt ist das beim Windmotor. Je mehr Strom verbraucht wird, um so billiger wird er, weil die Kapitalzinsen doch immer dieselben bleiben, während die Betriebskosten sich durch möglichste Ausnutzung nicht erhöhen. Da heißt es also, sich grundlegend umstellen, überall Strom verwenden vom Warmwasserspeicher bis zu den vielfältigen Kleinstromverbrauchern, ja bis zum Zigarrenanzünder herunter. Das Überschreiten eines Ausnutzungsfaktors von 0,75 ist bei einiger Aufmerksamkeit und gutem Willen wohl möglich.

Für Betriebe, die keine Intermittenz vertragen, bleibt Wind selbstverständlich ausgeschlossen. Der Landwirt kann sich aber weitgehend anpassen. Der Rundfunk gibt ihm eine ziemlich sichere Windprognose so rechtzeitig, daß er nicht für einen windschwachen Tag Dreschen anzusetzen braucht. 80 % aller Flauten bleiben bei uns unter einer Dauer von 36 h. Zu Zeiten des Hauptkraftbedarfs herrschen zufällig auch sichere Winde. Im windschwachen Juli wird kaum Licht oder Kraft für Hofarbeit gebraucht. Eine kleine Lichtbatterie genügt vollauf.

Die Oxforder Wirtschaftlichkeitsprüfung wirft alle bisherigen Anschauungen über den Haufen. Man muß sich hüten, durch kritisierendes Vorurteil das junge Kind der Technik totzuschlagen, wie es einst dem Automobil ging, das erst lebensfähig wurde, nachdem es in Frankreich einen gastlichen Boden gefunden hatte. Schon ist das Ausland durch die Oxforder amtlichen Berichte wesentlich hellhöriger geworden. Ohne großzügige Hilfe kann ich allein kaum die Sache technisch und finanziell bewältigen. Es melden sich Südfrankreich, Polen, Argentinien, Südafrika, Kreta, Ceylon und die Azoren, u. zw. völlig ungerufen und vor jeder Reklameanpreisung. Für die Windelektrizität bieten sich im In- und Ausland große Chancen, der Auswanderung der Idee müßte unbedingt vorgebaut werden.

Die Strompreise des ersten auf Wirtschaftlichkeit geprüften Ventimotors gab ich bekannt. Selbstverständlich wird die Erfahrung noch weitere Verbilligungen mit sich bringen; bisher handelte es sich doch nur um einen gut verlaufenen Fühlversuch.

Seit über acht Jahren versuche ich, die tatsächlichen Überlandstrompreise zu ermitteln. Wenig brauchbare Angaben sind herausgekommen, weil immer nur der Kilowattstundenpreis genannt wird. Was nutzt aber dessen Angabe, wenn der Anschlußnehmer die den Strom verteuernden Nebenkosten, wie Anschlußgebühr, Zählermiete, Unterhaltung oder gar Installierung von Transformator und Stichleitung usw. nicht richtig zu berechnen weiß. Für

[1] S. Bilau, Die Windkraft. Verlag Parey, Berlin 1926, S. 140.

Überlassung geeigneter Preisangaben wäre ich ungemein dankbar. Selbst der nur bedingt verwendbare Nachtstrom von 7 ... 9 Pf/kWh wird durch die Nebenkosten erheblich teurer als Ventimotorstrom.

Ich bin hinsichtlich der Überlandversorgung nicht der Ansicht des Herrn Fragestellers. Selbstverständlich ist Überlandstrom für Städte und Industriegebiete meist das allein Mögliche, daneben aber bleibt viel Raum für Windelektrizität. Wenn dies nicht meine innere Überzeugung wäre, die sich mit erweiterter Kenntnis immer noch vertieft, so würde ich bestimmt nicht mit zäher Energie an der Durchführung meiner Gedanken weiterarbeiten.

Berlin, 12. VI. 1928. K. Bilau.

LITERATUR.

Besprechungen.

Sechs Rechentafeln (Nomogramme) für elektrische Apparate. Wärme- u. Widerstandsberechn. f. Heizkörper, Glühlampen, Widerstände aller Art. Von Ziv.-Ing. H. Manger. NBW-Verlag, Geislingen-St./Württbg. 1927. Preis einschl. Ableselineal 7,50 RM.

Sechs Fluchtlinientafeln mit parallelen, logarithmisch geteilten Trägern.

Tafel ET 4. Formel: $\Omega/\mathrm{m} = \frac{4\,\varrho}{\pi\,d^2}$. [Bei 15°].

Die Tafel entspricht den in der ETZ 1921, S. 1116, und 1922, S. 777, besprochenen Nomogrammen zur Widerstandsbestimmung.

Tafel ET 5. Widerstandskorrektion

$$\Delta\,\Omega = \alpha\,\Omega_{15}\,(t - 15). \quad [t \text{ Temperatur in °C.}]$$

Tafel mit Zapfenlinie. Koppelung $\alpha \rightarrow (t - 15) \rightarrow$ Zapfenpunkt $\rightarrow \Omega_{15} \rightarrow \Delta\,\Omega$. Es darf bemerkt werden, daß in manchen Fällen die Koppelung $\alpha \rightarrow \Omega_{15}$ und $(t - 15) \rightarrow \Delta\Omega$ vorteilhafter erscheint. Bei einer Neuauflage wäre vielleicht auch die Bezifferung unmittelbar nach t ratsam.

Tafel ET 2. Die Beziehungen

$$i = \frac{\text{Watt}}{e} \text{ Amp. und } w = \frac{e}{i} \text{ Ohm.}$$

werden in einer Vierleitertafel mit einer Ablesung dargestellt. Es ist eine Tafel für $\Omega/\mathrm{m} = \Omega_{tot}$ m angefügt.

Tafel ET 1. $$\frac{Q = 0{,}239\,e\,i\,t \text{ (Hier } t \text{ Zeit in Minuten)}}{Q = x\,°\mathrm{C}. \qquad [x \text{ g Wasser}]}$$

(Das eingezeichnete Beispiel stimmt hier mit den angeführten Zahlenwerten nicht überein.) Der Wirkungsgrad wird in dieser Tafel noch nicht berücksichtigt.

Tafel ET 6. $$Q\,\mathrm{h} = F\,C\left(\frac{T}{100}\right)^4.$$

Koppelung C [nach Materialien beziffert] $\rightarrow T_{abs} \rightarrow$ Zapfenpunkt $\rightarrow F \rightarrow Q_h$. Auch hier erscheint eine Verzifferung nach Celsiustemperaturen empfehlenswert.

Tafel ET 3. a) $x_{\text{Wasserwert}} = c_{\text{spez.Wärme}}\; g_{\text{Gewicht}}$

b) $_{\text{Watt}} = \text{HK}_{\text{Watt}}\ \text{Hk}$

Bezifferung nach Lampentypen.

Die Tafeln können einzeln benutzt werden, dienen aber wohl in erster Linie im Zusammenhang untereinander für fortlaufende Berechnungen elektrischer Apparate. Ein in knapper und daher besonders brauchbarer Form gehaltenes Erläuterungsblatt führt zwei Beispiele durch: 1. Heizelement für einen Aluminiumkörper gegebener Maße, der bei vorgelegter Betriebsart (Spannung und Material des Heizkörpers) in gegebener Zeit eine gegebene Temperatur erreichen soll. — 2. Aus dem Kaltwiderstand eines Motorankers sowie dem Betriebswiderstand wird die Temperaturzunahme ermittelt. Gerade für das letzte Beispiel sind bereits graphische Hilfsmittel diskutiert worden, vergl. z. B. Wolfsches Exponentialpapier (AEG) sowie Gleitkurventafel, ETZ 1924, S. 1435, welche in einfacher Weise den zeitlichen Ablauf der Erwärmungsfunktion berücksichtigen; Hilfsmittel dieser Art können in praxi gegebenenfalls herangezogen werden.

In ihrer technischen Ausführung zeigen die Nomogramme die bekannte Übersichtlichkeit der NBW-Tafeln. Die eingezeichneten Ableschilfen erscheinen sehr brauchbar. Referent erlaubt sich zu bemerken, daß eine Verkürzung der Teilungsstriche und Betonung der „glatten" Hauptwerte in Teilung und Beschriftung die Übersichtlichkeit erfahrungsgemäß noch weiter erhöht. Zwischen 5 und 10 sind auf kurzen logarithmischen Leitern Zahlenwerte kaum nötig, die Beschriftung von 6 und 8 wirkt aber bei Unterdrückung von 7 und 9 irreführend.

Im ganzen ist die Herausgabe gebrauchsfertiger Nomogramme für grundlegende Formeln gewiß sehr zu begrüßen, und es darf diesen Tafeln eine weite Verbreitung gewünscht werden. Schwerdt.

Lehrbuch der Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten. Von K. Hegner. (Schriften d. Arbeitsgemeinsch. Dt. Betriebsingenieure, Bd. 2.) 1. Bd. Systematische Einführung. 2., verb. Aufl. mit 107 Bildern, XII u. 188 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 15 RM.

Die Herausgabe des bekannten Lehrbuches der Vorkalkulation in 2. Auflage, bereits nach wenigen Jahren, spricht für seine hohe Einschätzung und große Verbreitung in den Fachkreisen. Das Buch hält auch in dieser Auflage das, was man sich von ihm versprochen hat.

Hegners Buch hat unter allen gleichartigen Werken der letzten Jahre neben den bekannten „Refa-Mappen" des Reichsausschusses für Arbeitszeit-Ermittlung (Refa) wohl mit den erheblichsten Einfluß auf die grundsätzliche Weiterentwicklung der neuzeitlichen Kalkulationsmethoden gehabt. Für viele Betriebsleute war es in Akkordfragen ein gern benutzter Leitfaden und wird es in seiner 2. Auflage auch weiter bleiben. Die meisten Beispiele tragen den Fortschritten der neuzeitlichen Fertigung durch erhöhte Zerspanungsleistung der Schnellstahl-Werkzeuge Rechnung. Eine wichtige grundsätzliche Änderung der 2. Auflage bedeutet z. B. die Fortlassung des früheren Zuschlages für Mehrverdienst — tm — aus allen Kalkulationsrechnungen. War dieser Zuschlag schon in der 1. Auflage mit tariflichen Abmachungen örtlicher Natur nur schwach zu begründen, so kann er heute nur noch als ein überwundener Standpunkt im Rahmen des Zeitakkordes angesehen werden. Deshalb hat ihn Hegner auch auf der ganzen Linie fortgelassen. Als abänderungsbedürftig wird es in der neuen Auflage empfunden, daß (S. 2) bei einem Beispiel für Offertkalkulation Rohstoffe und Arbeitszeitwerte als Milliarden-Geldwerte eingesetzt sind.

In der Stoffgliederung und im grundsätzlichen Aufbau des Kalkulationschemas sind wesentliche Änderungen nicht eingetreten. Man kann es wohl als gutes Zeichen ansehen, wenn ein Lehrbuch der Vorkalkulation trotz der schnellen Entwicklung dieses Sondergebietes noch nach drei Jahren mit den gleichen Beispielen in die 2. Auflage übernommen werden konnte. Die in Hegners Buch in reicher Fülle niedergelegten wertvollen Betriebserfahrungen, sein bedeutender Gedankenreichtum werden auch die 2. Auflage zum unentbehrlichen Rüstzeug jedes Betriebsmannes machen. Druck, Papier und Einband sprechen durch ihre erstklassige Ausführung für den Verlag. Drescher.

Dauerversuche zur Bestimmung der Festigkeitseigenschaften, Beziehungen zwischen Baustoffdämpfung und Verformungsgeschwindigkeit. Von E. Becker und O. Föppl. Forschungsarbeiten a. d. Geb. d. Ingenieurwesens, herausg. v. VDI, H. 304. Mit 39 Abb., 12 Zahlentafeln u. 28 S. in 4°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geh. 4,50 RM.

Der erste, allgemeine Teil behandelt einige ausgezeichnete technologische Fragen und Erscheinungen. Es wird versucht, den Wirkungsbereich der statischen Festigkeitsprüfung zu begrenzen, wobei auf die versuchstechnischen Vorteile des Verdrehungsversuches besonders hingewiesen wird. Die Vorteile des Verdrehungsversuches werden auch in bezug auf Dauerversuche weiter hervorgehoben und anderweitige Ansichten, daß der Dauerverdrehungsversuch Schwingungsfestigkeiten ermitteln läßt, welche faserige Werkstoffe in mancher Beziehung leicht mißwerten lassen, bekämpft. Nach kurzem Hinweis auf die Wichtigkeit der Stabform wird der Einfluß von Fehlerstellen bei Schwingungsversuchen, ferner der von Oberflächenfehlern erörtert. (Diese letztere sehr wichtige Frage wird im Festigkeitslaboratorium der T. H. Braunschweig besonders verfolgt und das Ergebnis der Fachwelt demnächst in Form einer Dissertation mitgeteilt.) Den Abschluß dieses Teiles

bilden Ergebnisse über parallele Dauerversuche bei Biege- und Verdrehungsschwingungen, und zwar an verschiedenen Stahlguß-, Schweißeisen-, Flußeisen-, Stahl- und Duraluminlegierungen. An Hand dieser Versuchsreihe gewinnt man jedoch keine Auskunft, ob eine Anstrengungstheorie in bezug auf den Dauerbruch durch die größte Dehnung oder durch die größte Schubspannung besser beschrieben wird.

Der zweite Teil, der Hauptabschnitt der Arbeit, befaßt sich mit der Abhängigkeit der Baustoffdämpfung von der Verformungsgeschwindigkeit. Die bekannte Drehschwingungsmaschine nach Föppl-Busemann wurde für Versuche mit veränderlicher Schwingungszahl von 33⅓ bis 45 Hz eingerichtet. Die Eichung und zugleich die erste Dämpfungsmessung der Stäbe (der eine aus Stahl, der andere aus Kupfer) erfolgte bei statischer Belastung. Die Dämpfungseigenschaften, d. h. die absolute und relative mechanische Hysteresisarbeit wurden nur in Laststufen untersucht, die noch sicher unterhalb der Dauerfestigkeit lagen. Im Schwingungsversuch wurden zur Dämpfungsmessung zwei Wege eingeschlagen. Die Messung erfolgte das eine Mal im Beharrungszustand aus der abgeleiteten Wärmemenge, das andere Mal aus der anfänglichen Erwärmungsgeschwindigkeit beim Anlaufen mit kaltem Stab. Mit außergewöhnlicher Sorgfalt untersuchen die Verfasser die Fehlermöglichkeiten und weisen bei Berücksichtigung der Fehlergrenzen in Übereinstimmung mit anderen Forschern nach, daß die Dämpfung der Baustoffe bei Beanspruchung unterhalb der Dauerfestigkeit in dem betrachteten Bereich der Verformungsgeschwindigkeit von dieser unabhängig ist. F. László.

Handbuch der Physik. Herausg. v. H. Geiger u. K. Scheel. Bd. 8: Akustik. Bearb. v. mehr. Fachgen., redig. v. F. Trendelenburg. Mit 252 Textabb., IX u. 712 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 58,50 RM, geb. 60,90 RM.

Der von F. Trendelenburg redigierte Band „Akustik" stellt in 16 Kapiteln das gesamte Gebiet der modernen Akustik dar. Kap. 1 ... 4 enthalten zunächst die allgemeine Theorie der Schwingungen und deren Ausbreitung in räumlichen Medien. Kap. 5 ... 7 umfassen die Schallerzeugung mit mechanischen, elektrischen und thermischen Hilfsmitteln. Kap. 8 behandelt die speziellen Eigenschaften und Klänge der Musikinstrumente. Dann folgen 3 Kapitel, in denen die Tonsysteme, die Physik der Sprachlaute und des Gehöres wiedergegeben sind. Kapitel 12 u. 13 behandeln die Schallempfänger und die akustischen Meßmethoden, die Kapitel 14 ... 16 Schallgeschwindigkeit, Schallausbreitung und Raumakustik. Diese Inhaltswiedergabe zeigt am besten die Vielseitigkeit des Werkes, das überall bis zu den neuesten allgemeinen und speziellen Ergebnissen führt. Gelegentliche Überkreuzungen des Stoffgebietes sind keineswegs störend, sondern sie bringen, da die einzelnen Kapitel von Spezialkennern der Teilgebiete bearbeitet sind, einerseits eine Ergänzung des Tatsachenmaterials, anderseits zeigen sie die neuzeitlichen akustischen Probleme in verschiedener Beleuchtung; auch erleichtert ein gutes Stichwortverzeichnis dem Leser das Auffinden aller Zusammenhänge. Der Techniker und Ingenieur, dem in seinem Arbeitsgebiet akustische Probleme begegnen, findet in diesem Werke nicht nur die bewährte übersichtliche Darstellung der deutschen Handbücher, ergänzt durch reiche Literaturhinweise, sondern er wird besonders begrüßen, daß gerade die neuesten Teilgebiete wie Elektroakustik, Raumakustik, technische Meßmethoden eine ausführliche kritische Darstellung erfahren. Druck und Figurenmaterial sind sorgfältigst gewählt und erhöhen die Brauchbarkeit des Buches als Studien- und Nachschlagewerk. P. Cermak, Gießen.

Neue Zeitschriften.

Carlswerk-Rundschau. Herausg. v. d. Felten & Guilleaume Carlswerk-Aktien-Gesellschaft. Köln-Mülheim. Jahrg. 1, Heft 1.

[H. 1 dieser in zwangloser Folge erscheinenden Hauszeitschrift bringt auf 32 Seiten Aufsätze und Mitteilungen aus dem Arbeitsgebiet der Herausgeberin. U. a. berichtet G. Berling über die Entwicklung der Hohlseilstrecken, besonders auch deren Montage, Spannaus u. Grabendörfer schildern eine 50 kV-Kabelverlegung in Holland und B. Boos behandelt die Besonderheiten eines Besprechungskabels für den Langenberger Sender. Zahlreiche Abbildungen und guter Druck erleichtern Verständnis und Lektüre.]

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Bilanzen der deutschen Elektroaktiengesellschaften. — In Wirtsch. u. Stat., Bd. 8, 1928, S. 220, werden die Ergebnisse der amtlichen Bilanzstatistik der deutschen Aktiengesellschaften nach den Abschlüssen zwischen dem 1. VII. 1926 und 30. IV. 1927 mitgeteilt[1]. Die Werte der Elektroaktiengesellschaften, deren Aktien an deutschen Börsen zugelassen sind oder deren Nominalkapital andernfalls mindestens 1 Mill. RM beträgt, waren folgende:

Die Bilanzen der deutschen Elektroaktiengesellschaften 1926/27 (in Mill. RM).

	Elektroindustrie	Elektrizitätswerke
1. Anzahl der Gesellschaften	49	118
2. Nominalkapital abzgl. ausstehender Einzahlungen	573	1 264
3. Dividendenberechtigtes Aktienkapital	553	1 131
4. Echte Reserven	84	112
5. Bilanzmäßiges Eigenkapital (3, 4)	637	1 243
6. Schuldverschreibungen und Hypotheken	158	671
7. Sonstige Schulden	465	674
8. Fremdkapital	623	1 345
9. Jahresreingewinn[2]	41	92
10. Jahresreinverlust[2]	5	—
11. Jahresreingewinn in % des Eigenkapitals	6,45	7,39
12. Jahresreinverlust „ % „ „ „	0,77	—
13. Dividendensumme	37	79
14. Dividendensumme in % von 3	6,62	6,98

Das Gesamtvermögen der Aktiengesellschaften der Elektroindustrie bezifferte sich auf 1324 Mill. RM und bestand aus 305 Mill. RM Anlagen, 296 Mill. RM Vorräten, 272 Mill. RM Beteiligungen nebst Effekten und 451 Mill. RM flüssigen Mitteln. Die Elektrizitätswerke verfügten über 2764 Mill. RM Vermögen, das sich folgendermaßen verteilt: Anlagen 1952, Vorräte 63, Beteiligungen und Effekten 198, flüssige Mittel 551 Mill. RM. In Prozenten entfielen also bei der Elektroindustrie 23,1 % auf Anlagen und 34,0 % auf flüssige Mittel, bei den Elektrizitätswerken hingegen 70,6 % bzw. 19,9 %. Die Abschreibungen, einschließlich Zuweisung zum Erneuerungsfonds, betragen bei den Unternehmungen der Elektroindustrie 21 Mill. RM, d. s. 6,89 % des Anlagevermögens, bei den Elektrizitätswerken 103 Mill. RM bzw. 5,28 %. Die Quote der letzteren erscheint deshalb niedriger, weil die umfangreichen, während des letzten Jahres entstandenen Neuanlagen nur für den Zeitabschnitt, in dem sie in Betrieb waren, abgeschrieben werden konnten. Die gesamten arbeitenden Mittel gliedern sich bei der Elektroindustrie in 50,5 % bilanzmäßiges Eigenkapital und 49,5 % Fremdkapital, bei den Elektrizitätswerken in 47,8 % Eigenkapital und 52,2 % Fremdkapital. Obige Aufstellung zeigt, daß die langfristige Verschuldung (Obligations- und Hypothekenschulden) am Fremdkapital bei den Elektrizitätswerken mit 50 % beteiligt war, ein Umstand, der sich durch den raschen Ausbau der Stromerzeugungs- und Verteilungsanlagen und die hierdurch veranlaßte Kreditaufnahme erklärt. Bei den Gesellschaften der Elektroindustrie dagegen beträgt der Anteil der kurzfristigen Verschuldung (465 Mill. RM) am gesamten Fremdkapital 75 % und hat sich gegenüber dem Vorjahr (364 Mill. RM) beträchtlich erhöht. Bilanzmäßiges Eigenkapital und langfristige Verschuldung sind gegenüber dem Vorjahr von 709 auf 794 Mill. RM gestiegen. Deren Vermehrung ist also weniger für Fundierung der kurzfristigen Schulden als zur Erhöhung des Anlage- und Betriebsvermögens verwandt worden.

Die 49 untersuchten Aktiengesellschaften der Elektroindustrie hatten ein bilanzmäßiges Eigenkapital von 636,2 Mill. RM (610,1 i. V.). Von ihnen erzielten 38 (42) mit insgesamt 576,6 Mill. RM Eigenkapital (596,3) einen Jahresreingewinn von 41,04 (36,29) Mill. RM, d. s. 6,45 % (5,95 %); 11 Gesellschaften (7) erlitten Verluste von 4,9 (3,1) Mill. RM oder 0,77 % (0,50 %) ihres 68,6 Mill. RM ausmachenden Eigenkapitals (13,8). Der Saldo aus Jahresreingewinn und Verlust beträgt 36,1 Mill. RM bzw. 5,68 % des Eigenkapitals gegen 5,44 % in 1925/26. Die Dividende von 6,62 % ist höher als die Durchschnittsdividende der gesamten verarbeitenden Industrie, die nur 5,76 % erreichte, gegenüber dem Vorjahr jedoch etwas niedriger. Dr. C. A.

Die Betriebe der deutschen Elektroindustrie, Feinmechanik und Optik. — Wie eine Übersicht des Statistischen Reichsamtes über die volkswirtschaftlich so überaus bedeu-

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 33.
[2] Ausgewiesener Gewinn bzw. Verlust ausschl. des etwaigen Gewinn- bzw. Verlustvortrags und vor Abzug des etwaigen Verlust- bzw. Gewinnvortrags.



tende Gruppe der deutschen Eisen, Stahl und Metall verarbeitenden Industrien nach der gewerblichen Betriebszählung 1925*[1] wiederum beweist, hat die Elektroindustrie, einschl. der Feinmechanik und Optik, in den letzten Jahrzehnten einen außerordentlichen Aufschwung genommen. Sie, der Maschinen- und Fahrzeugbau sind nach den Worten des Reichsamtes die wichtigsten Sammelpunkte der neu in das Erwerbsleben eintretenden oder von älteren Industriezweigen abgestoßenen Arbeitskräfte geworden. Die Größe der statistisch mit denen der Feinmechanik und Optik verknüpften elektrotechnischen Betriebe geht aus nachstehender Zusammenstellung hervor:

Betriebsgröße	Betriebe	Beschäftigte	Motorische Leistung PS
bis 5 Personen	37 126	69 383	9 312
6 „ 50 „	8 137	113 149	31 641
51 „ 200 „	851	81 578	34 745
201 „ 1000 „	254	98 432	69 563
über 1000 „	74	235 740	310 629

Über die Entwicklung der genannten Gewerbegruppe seit 1875 geben weiter folgende Zahlen Auskunft, bei deren Beurteilung der hohe Anteil der Elektroindustrie berücksichtigt werden muß. Die Zunahme beträgt bei den Betrieben 28 735, beim Personal rd. 0,6 Mill. und bei der motorischen Leistung nahezu 0,5 Mill. PS:

Elektroindustrie, Feinmechanik, Optik	1875	1895	1925
Zahl der Betriebe	17 707	28 747	46 442
„ „ Beschäftigten	36 487	91 570	598 282
Motorische Leistung PS	862	15 044	455 890

Das deutsche elektrotechnische Installationshandwerk, zu dem die Statistik auch die Bureaus der Elektroindustrie rechnet, umfaßte 1895 erst 389 Betriebe mit 5718 Beschäftigten, deren Zahl 1925 auf 17 035 mit 100 822 beschäftigten Personen angewachsen war. Was schließlich die Standorte der Elektroindustrie, einschl. der Feinmechanik und Optik, betrifft, so entfielen im genannten Zählungsjahr auf Preußen 374 412 Beschäftigte und davon wieder auf Berlin 199 724, auf die Rheinprovinz 56 737, sodann auf Württemberg 52 975, Bayern 51 093, Sachsen 47 428, Baden 25 817 und auf Thüringen 23 625.

Die norwegische Elektroeinfuhr. — El. Review[2] berichtet über die Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse nach Norwegen im Jahr 1926. Diese zeigt bei allen in der folgenden Übersicht angeführten Waren eine wertliche Abnahme gegen 1925, und zwar zum Teil in recht beträchtlichem Maße, z. B. bei Generatoren und Transformatoren, Lampen und Leitungsmaterial. Letzteres sowie Schalter usw. für Wohnungen hat Norwegen hauptsächlich aus Deutschland bezogen, das nächst Schweden auch erheblich am Import von Maschinen und Apparaten beteiligt war, wie sie im Königreich selbst hergestellt werden.

Erzeugnisse	1926	1925	Änderung g. V.
	1000 Kr		
Generatoren, Transformatoren und Drehumformer	1022	3370	— 2348
Akkumulatoren nebst Teilen ...	636	789	— 153
Batterien nebst Teilen	561	894	— 333
Schaltvorrichtungen, Sicherungen usw.	452	665	— 213
Andere Maschinen und Apparate:			
wie sie nicht in Norwegen hergestellt werden	1308	2029	— 721
wie sie auch in Norwegen hergestellt werden	1250	1352	— 102
Kohlenbürsten	86	115	— 29
Lampen	1861	3259	— 1398
Apparate, auch für Telegraphie und Telephonie	1529	2493	— 964
Elektrizitätszähler	172	337	— 165
Isolierte Drähte und Kabel	1962	4730	— 2768

Vorgänge im Ausland. — Die American Brown Boveri Electric Corporation wird ihre Beteiligung an der Moloney Electric Co., St. Louis (Transformatorenbau), sowie den Schiffbaubetrieb in Camden, u. zw. letzteren an den Direktor L. R. Wilder, verkaufen, um ihre Obligationschuld von etwas über 5 Mill. $ einzulösen, die Bankdarlehen zurückzuzahlen und das Vorzugsaktienkapital um 1 Mill. $ zu verringern. — Am 1. VII. hat die General Electric Co. den Preis ihrer Mazda-Lampen um durchschnittlich 14 % verringert, und zwar den der 25- und 40 W-Lampen von 23 auf 20 cts, der 50- und 60 W-Lampen von 25 auf 22 cts und den Preis der 100 W-Lampen von 40 auf 35 cts. Diese Typen machen ungefähr 82 % des gesamten Verbrauchs der V. S. Amerika an großen Lampen aus, und ihr Preis beträgt nunmehr nur noch etwa 45 % des Durchschnittsatzes von 1914. Beachtlich ist, wie El. World bemerkt, daß diese Reduktion in einer Zeit vorgenommen wird, wo die Rohmaterialkosten steigen und der Durchschnittslohn des in der Lampenfabrikation beschäftigten Arbeiters sich mehr als verdoppelt hat. Wie man uns weiter mitteilt, hat auch die Westinghouse-Lamp Co. ab 1. VII. infolge verbesserter Fabrikation die Preise der Mazda-Lampen von 15, 25 und 40 W auf 20 cts ermäßigt.

Aus der Geschäftswelt. — Das Technische Bureau Berlin der Siemens-Schuckertwerke A. G. hat zur Unterstützung seiner Kundschaft beim Ankauf der Protos-Erzeugnisse in der Turmstr. 41 und Müllerstr. 179 a Vorführungsräume eingerichtet, in denen die genannten Fabrikate weitestgehend im praktischen Betrieb gezeigt werden. — Zwecks Herstellung und Verkaufs von Elektromotoren ist in Frankfurt a. M. mit 50 000 RM Stammkapital die Elektromotorenbau G. m. b. H. gegründet worden. — Gegenstand der in Düsseldorf mit 40 000 RM Stammkapital eingetragenen Elektrizitäts-Bauunternehmungen A. Rienecker G. m. b. H. ist der Bau elektrischer Anlagen. — Aus München wird die Errichtung der Elektro-physikalischen Gesellschaft m. b. H. gemeldet, die sich mit der Bearbeitung elektrophysikalischer Aufgaben und der praktischen Verwertung der erzielten Ergebnisse befaßt. Ihr Stammkapital beträgt 0,2 Mill. RM. — Für die Erzeugung, den Bezug und Verkauf von Energiemitteln aller Art, Beförderung von Personen und Gütern sowie zum Betrieb, Ausbau und zur Errichtung hierzu erforderlicher Anlagen nach wirtschaftlichen Grundsätzen wurde in Gera die Kraftwerk und Straßenbahn Gera A. G. mit 8,5 Mill. RM eingetragen. Sie führte bisher die Firma Gasversorgung Westsachsen A. G., Dresden. — Die mit 0,15 Mill. RM in Hamburg gegründete Wilhelm Carstens G. m. b. H. bezweckt die Herstellung und den Vertrieb chemischer und elektrotechnischer Erzeugnisse, wie Isoliermaterialien, Lacke, Glimmer usw. — Gegenstand der in Berlin mit 20 000 RM Stammkapital eingetragenen Hermann Römmler & Co. G. m. b. H. ist der Vertrieb von Isoliermaterialien aller Art.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 231: Wer ist Hersteller von Pappscheren zum Schneiden von Isoliermaterial, Preßspan, Glimmer und dgl.?

Frage 232: Wer stellt die Mehrfach-Sicherungstöpsel mit der Bezeichnung „Parnox" und Sicherungstöpsel für zehnmaligen Gebrauch für 6, 10 und 15 A her?

Frage 233: Wer fertigt 0,5 mm-Dynamobleche in endlosen Bändern von 70, 90, 105 und 130 mm Breite an?

Frage 234: Welche Firma baut mit Steckdose kombinierte Porzellanschalter für Backofen-Lampen?

Frage 235: Welche Firma baut den „Estro"-Umformer zum Laden von Akkumulatoren?

Frage 236: Wer stellt die Nickel-Eisen-Legierung Mumetall und ähnliche Legierungen her?

Frage 237: Wer stellt Vorrichtungen her, um Glühlampen-Diebstahl zu verhindern?

Berichtigung.

In der „Bekanntmachung über Isolierpreßmassen" des Staatlichen Materialprüfungsamtes, ETZ 1928, S. 1096, sind infolge von Druckfehlern folgende Richtigstellungen notwendig: In Reihe 2 der Typentabelle (Fabrikate der AEG) sind die Bezeichnungen der Typen 7 und 8 zu vertauschen, es heißt also richtig: Type 7: Tenacit 4 s, Type 8: Tenacit 4.

In Reihe 8 (Dr. Deisting & Co.) ist bei Type 2 natürlich „Isolierstoff" statt „Isolierstof" zu lesen.

Abschluß des Heftes: 4. August 1928.

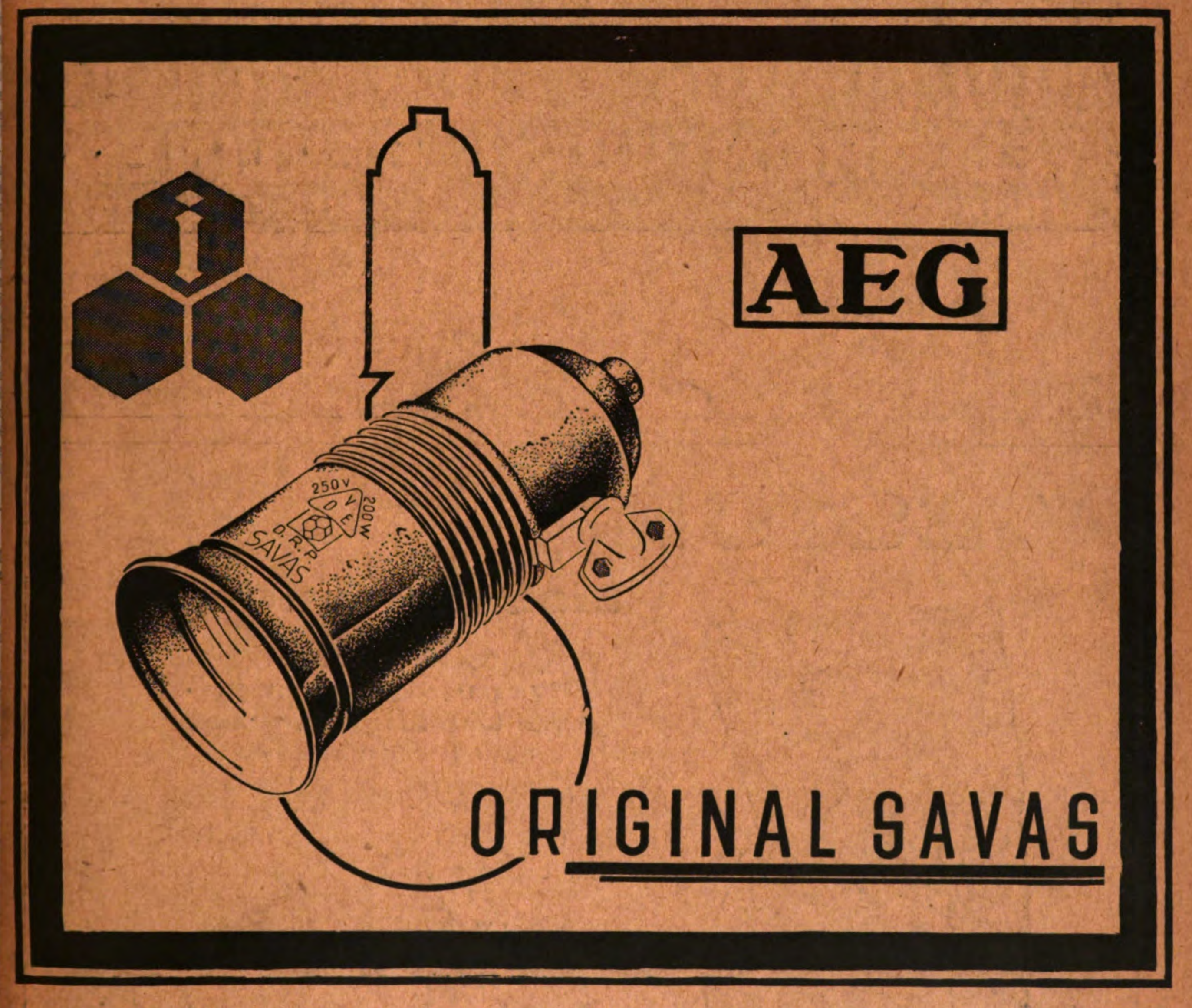
Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

*[1] Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928, S. 190.
[2] Bd. 102, 1928, S. 208.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 16. AUGUST 1928
05—1244)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 16. August 1928 | Heft 33

Die deutsche Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1927.

Von Dr. Gerhard Dehne, Berlin.

Das Jahr 1927 war für die deutsche Elektrizitätswirtschaft ein Jahr stetiger Aufwärtsentwicklung auf der ganzen Linie. Hinsichtlich der Stromproduktion geht das am deutlichsten aus Abb. 1 hervor, die nach den Monatsberichten des Statistischen Reichsamtes zusammengestellt ist[1]. Darin wird die Entwicklung der arbeitstäglichen Stromerzeugung von 122 Werken verfolgt, ferner bei 103 Werken die arbeitstägliche Stromabgabe an industrielle und gewerbliche Betriebe und deren Anschlußwert. Wie bekannt, setzte das Statistische Reichsamt mit der Beobachtung dieser Zahlen am 1. I. 1925 ein, so daß nunmehr eine dreijährige Entwicklung an Hand der vorliegenden Ziffern zu überschauen ist.

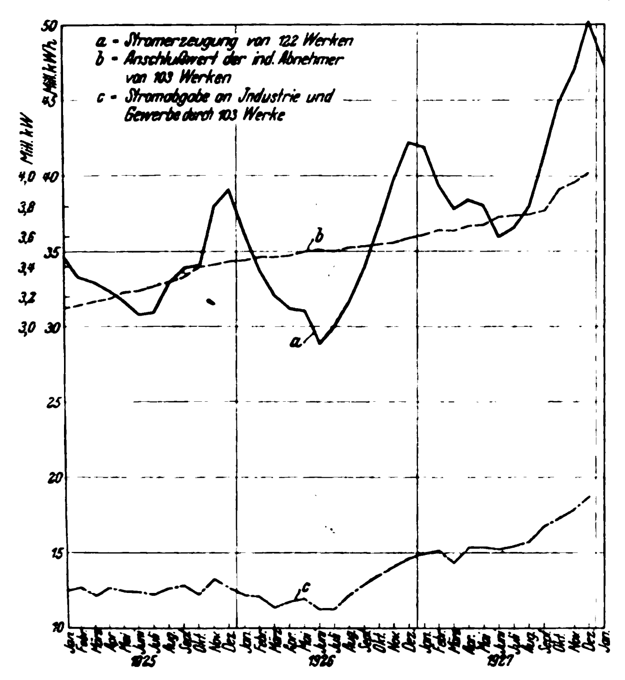


Abb. 1. Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland 1925/27 nach den Angaben des Statistischen Reichsamtes.

Mit markanter Deutlichkeit ist der wirtschaftliche Aufschwung seit dem tiefsten Stande im Juni 1926 zu verfolgen, der sich durch das ganze Jahr 1927 fortsetzte. Schon der saisonmäßig bedingte Abfall der Stromerzeugung im Januar 1927 war nicht so schroff wie in den Vorjahren. Da der an die Industrie abgegebene Strom fortwährend zunahm, ist der Rückgang in der ersten Hälfte des Jahres 1927 überhaupt nur durch die jahreszeitlich bedingte Abnahme des Lichtstromverbrauches hervorgerufen. Die Dezemberspitze übertraf alle Vorjahre um ein bedeutendes. Im ganzen erzeugten die 122 beobachteten Werke 10,4 Milliarden kWh im Jahre 1926 und 12,5 Milliarden kWh im Jahre 1927, was einer Zunahme um rd. 20 % entspricht. Da es sich hierbei um etwa die Hälfte der gesamten deutschen Stromerzeugung handelt, ist anzunehmen, daß im Jahre 1927 rd. 25 Milliarden kWh in ganz Deutschland, also den öffentlichen Elektrizitätswerken und den gewerblichen Eigenanlagen, erzeugt wurden.

[1] Über diese hat die ETZ laufend berichtet.

Im abgelaufenen Jahre kam es der deutschen Elektrizitätswirtschaft weniger darauf an, die Erzeugungsgrundlagen bedeutend zu verstärken, das Jahr 1927 stand vielmehr in der Hauptsache im Zeichen einer zunehmenden Verkuppelung, jedoch nicht so sehr einzelner Kraftwerke, sondern ganzer, weite Länder und Provinzen überspannender Versorgungsnetze. Diese Entwicklung machte dabei keineswegs an den Landesgrenzen Halt sondern griff auch auf benachbarte Länder über.

Wohl der bedeutendste Zusammenschluß dieser Art ist die Verbindung der Kraftwerke Rheinland-Westfalens mit den Wasserkräften der Alpen und Alpenvorländer. Im Dezember 1926 erreichte die vom Goldenbergwerk des RWE begonnene 220 kV-Leitung, die bei Koblenz mittels zweier 124 m hohen Türme den Rhein überquert, über Höchst die Station Rheinau bei Mannheim, wo sie mit dem 110 kV-System des Badenwerkes gekuppelt wurde. Über Karlsruhe und das Murg-Schwarzenbachwerk führt sie dann weiter zum schweizerischen Kraftwerk Laufenburg am Oberrhein, das seinerseits wieder mit einer Reihe von Netzen und Werken der Schweiz zusammenarbeitet.

Der Gedanke, der dieser wahrhaft großzügigen Verbindung zugrunde lag, war, die in den Alpenländern besonders zur Sommerzeit infolge der Gletscherschmelze anfallenden großen Energiemengen durch die Versendung nach Nordwestdeutschland restlos auszunutzen und auf diese Weise wertvolle Kohle zu sparen. Zur wasserarmen Winterzeit hingegen, in welcher der Energiebedarf bekanntlich am höchsten steigt, wird durch den Bezug der fehlenden elektrischen Arbeit von den Dampfkraftwerken Rheinland-Westfalens der Bau zusätzlicher, verhältnismäßig wenig ausgenutzter Dampfkraftwerke im Süden vermieden.

So begann im Winter 1926/27 erstmalig die Stromlieferung nach der Schweiz. Voll auswirken kann sich diese große Kuppelung selbstverständlich erst im Laufe der Zeit, doch sind bereits die im Jahre 1927 erzielten Ergebnisse außerordentlich interessant (Abb. 2 u. 3). Danach strömt im Sommer der Energiefluß aus der Schweiz gen Norden und vereinigt sich in Scheibenhardt bei Karlsruhe mit den Energiemengen des Murgwerkes. Zur Nachtzeit fließt ein Teil des schweizerischen Stromes zum Murgwerk und pumpt dort die in erster Linie für die Deckung der Winterspitzen vorgesehene Schwarzenbachsperre voll. Deren Wert macht sich besonders zur Winterzeit bemerkbar (Abb. 3), in welcher der Energiefluß aus der Schweiz auf ein Minimum gesunken und gegenüber den aus Deutschland bezogenen Strommengen fast ganz zu vernachlässigen ist[2].

Die eigentliche 220 kV-Leitung führt von Mannheim über Heilbronn, Ludwigsburg zum Lünersee- und Vermuntwerk der Vorarlberger Illwerke und befindet sich, ebenso wie die letzteren, augenblicklich im Ausbau. Eine gewaltige, mühevolle Arbeit war bei dieser Anlage, die vorläufig noch einzigartig in Deutschland dasteht, zu leisten. Mußte sich das RWE doch, bevor an die technische Ausführung gedacht werden konnte, zuerst den nötigen Einfluß in den Gebieten, durch welche die Leitung führen sollte, verschaffen und die notwendigen Rechte sichern. Daß der Bau dieser volkswirtschaftlich äußerst wichtigen Leitung heute als gelungen anzusehen ist, legt ein treffendes Zeugnis für die Tatkraft und den wirtschaftlichen Weitblick der Führer des RWE ab.

[2] Näheres siehe Dehne, Deutschlands Großkraftversorgung 2. neu bearb. u. erw. Aufl., S. 108. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928.



Durch Vereinbarungen zwischen dem Badenwerk und der Württembergischen Landes-Elektrizitäts-A. G. wurde die 110 kV-Verbindung Karlsruhe—Stuttgart, die bis zum 1. X. 1928 durchgeführt sein soll, sichergestellt. Dadurch wird mittels der schon bestehenden 110 kV-Leitung Obertürkheim (Stuttgart)—Niederstotzingen eine Querverbindung mit dem Bayernwerk hergestellt und ganz Süddeutschland zu einem einheitlichen 110 kV-Netz zusammengeschlossen.

Auf Grund von Verhandlungen, die bereits im Jahre 1923 eingeleitet worden waren, wurde das Bayernwerk über Innsbruck mit dem Achenseewerk der Tiroler Wasserkraft-A. G. verbunden. Das Achenseewerk[4] entstand nach Plänen, die bis ins Jahr 1900 zurückreichen, und wurde im Herbst 1927 fertiggestellt. Im ersten Ausbau beträgt seine installierte Leistung 40 000 kW, 1929 soll es bis auf 90 000 kW erweitert sein. Von den 150 Mill. kWh gewinnbarer Jahresarbeit hat sich das Bayernwerk bereits 80 Mill. kWh vertraglich gesichert, die in erster Linie als hochwertige Winterkraft bezogen werden. Seit dem 3. X. 1927 liefert das Achenseewerk schon über die 125 kV-Leitung Jenbach—Innsbruck—Scharnitz—Kochel Strom an das Bayernwerk.

Anfang 1927 wurde außerdem die 110 km lange 110 kV-Leitung Regensburg—Passau fertiggestellt, durch welche das im November 1927 vollendete Kachletwerk[5] der Rhein-Main-Donau A. G. in Regensburg Anschluß an die Bayernwerksleitungen erhielt. Nachdem die Rhein-Main-Donau A. G. ihren ursprünglichen Plan einer neuen 110 kV-Doppelleitung von Regensburg nach Nürnberg fallen gelassen hatte, werden nunmehr die Energiemengen des Kachletwerkes auf der zweiten Belegung der schon bestehenden Bayernwerksleitung Regensburg — Amberg—Nürnberg an das dortige Großkraftwerk Franken weitergegeben.

Das Kanalprojekt der Rhein-Main-Donau A. G. war in einer Zeit großer Kohlennot entstanden. Die vollständige Wandlung, die auf diesem Gebiete eingetreten ist, und die Erfolge der Wärmetechnik hatten jedoch in der Bewertung der Wasserkraftwerke, insbesondere kleinerer Niederdruckkraftwerke, zu anderen Anschauungen geführt. So war es der Rhein-Main-Donau A. G. nach der Erstellung der ersten Kraftwerke längere Zeit nicht gelungen, die Mittel für den Ausbau weiterer Stufen aufzubringen. Da unterbreitete in der zweiten Hälfte des Jahres 1927 das RWE jenes in der Presse ausführlich behandelte Angebot, durch Übernahme des Anleihedienstes und der Betriebskosten den Ausbau weiterer Kraftwerke zu ermöglichen. Da jedoch das Bayernwerk eine Option besaß, machte es von dieser Gebrauch. Durch den Vertragsabschluß mit der Rhein-Main-Donau A. G. schießt Bayern nunmehr für die 50 Mill. kWh der ersten Stufen jährlich 0,5 Mill. RM zu. Bei einem Selbstkostenpreis von etwa 2¼ Pf/kWh zahlt das Bayernwerk einen Übernahmepreis von 1,5 Pf, und der Staat legt 1 Pf/kWh dazu. Vergleichsweise sei bemerkt, daß das Bayernwerk für den Strom aus dem Walchenseewerk 0,75 Pf/kWh zahlt, da eine höhere Aufwertung der Anleihen abgelehnt wurde; für die Kilowattstunde aus dem Achenseewerk hat es jedoch 2,75 Pf zu entrichten.

Im Nordwesten wurde das Bayernwerk am 1. XII. 1927 über die Mainkraftwerke mit der 220 kV-Südleitung des RWE verbunden. Außerdem hat es im letzten Jahre einen langfristigen Stromaustauschvertrag mit der Preußischen Elektrizitäts-A. G. (Preag) abgeschlossen, deren 110 kV-Leitungen über die Zechenzentrale Dettingen bei Aschaffenburg mit dem Bayernwerk verbunden wurden. Da die Leitungen der Preag im Norden mit denen der Nordwestdeutschen Kraftwerke gekuppelt sind und diese Anfang 1928 einen Stromaustauschvertrag mit den Hamburgischen Electricitäts-Werken geschlossen haben, ergibt sich damit eine durchgehende Hochspannungsverbindung von der Nordsee bis nach Tirol.

Die Preußische Elektrizitäts-A. G. stellt einen der bemerkenswertesten organisatorischen Zusammenschlüse des letzten Jahres dar[6]. Bis dahin war der preußische Staat auf elektrowirtschaftlichem Gebiete an einer größeren Anzahl von Werken beteiligt, unter denen besonders die drei Gesellschaften „Preußische Kraftwerke Oberweser A. G., Großkraftwerk Hannover A. G. und Gewerkschaft Großkraftwerk Main-Weser" die Kernpunkte in den Bezirken Kassel und Hannover darstellten. Diese drei, räumlich eng verbunden, hat das Gesetz vom 24. X. 1927 mit rückwirkender Kraft ab 1. IV. 1927 zur „Preußischen Elektrizitäts-A. G." zusammengeschlossen. Ihr wurden auch alle elektrowirtschaftlichen Beteiligungen des preußischen Staates übertragen, unter denen die Nordwestdeutschen Kraftwerke eine besondere Stellung einnehmen, da sie, wie schon erwähnt, im ganzen Norden an das Gebiet der Preag grenzen und organisatorisch zu dieser gehören. Das Gebiet der neuen Gesellschaft ist aus der Abb. 4 ersichtlich; in ihm wurden im vergangenen Jahre 290,2 Mill. kWh abgegeben, gegenüber 233,7 im Vorjahre, was eine Zunahme von 24 % bedeutet. In einer dem ersten Geschäftsbericht beigegebenen Darstellung sind in übersichtlicher Weise die Zusammensetzung der Stromerzeugung und des Bezuges sowie die Stromabgabe und die Verluste veranschaulicht (Abb. 5).

Die glückliche Lösung, welche durch die Errichtung der Preußischen Elektrizitäts-A. G. gefunden wurde, ebnete zugleich einer Anzahl weiterer Verständigungen in

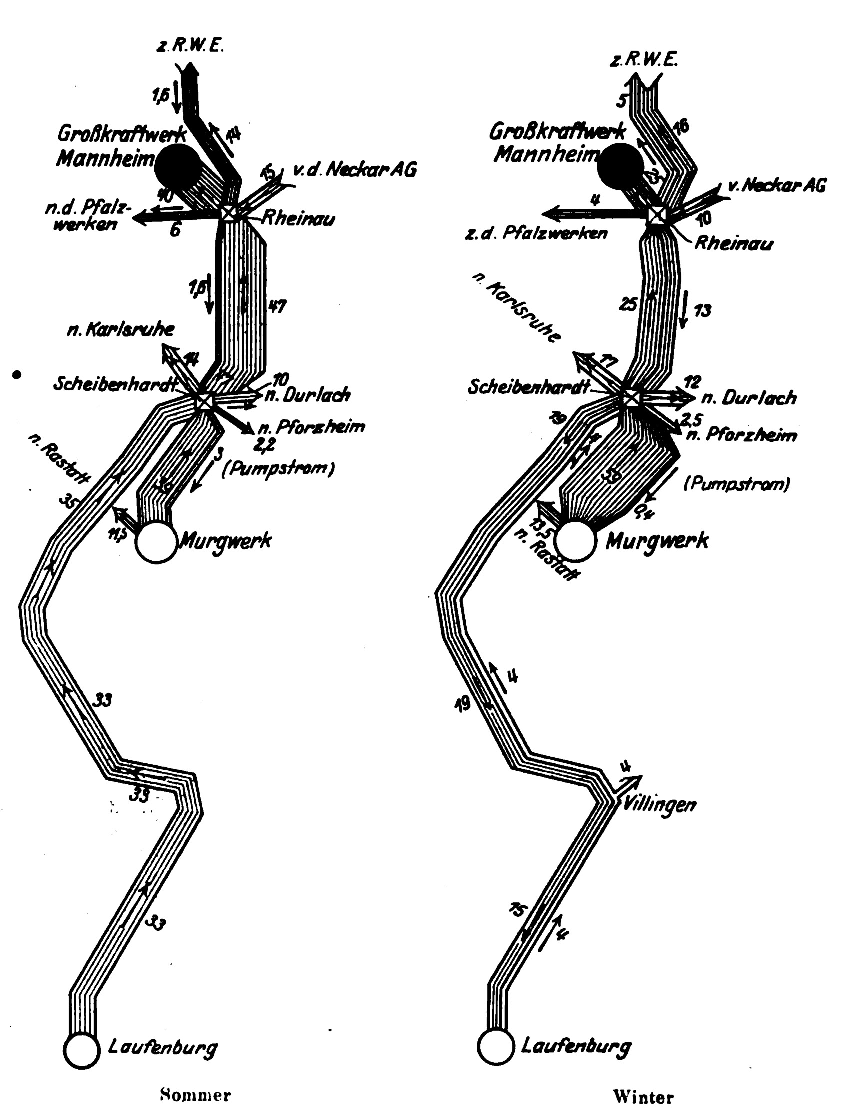


Abb. 2 u. 3**. Energiefluß (Mill. kWh) im 110 kV-Netz des Badenwerkes 1927.

** Diese und die Abb. 4 und 6...8 sind dem in Fußnote [2] genannten Buche entnommen.

[4] Vgl. ETZ 1926, S. 1077.

[5] Vgl. ETZ 1927, S. 957.

[6] Vgl. ETZ 1927, S. 1764.

der deutschen Elektrizitätswirtschaft den Weg. Verschiedene durch die historische Entwicklung bedingte Differenzen, welche u. a. mit dem RWE bestanden und insbesondere das Saargebiet und Mitteldeutschland betrafen, wurden durch den bekannten Aktienaustausch Zukunft gegen Braunschweigische Kohlenbergwerks A. G. beigelegt. Mit den Elektrowerken kam der sogenannte norddeutsche Elektrofriede zustande, durch den die Preag gemeinsam mit den Elektrowerken zu genau gleichen Teilen an der Verwaltung der Braunschweigischen Kohlenbergwerks A. G. beteiligt und die Interessensphären beider Unternehmungen im mittleren und östlichen Norddeutschland abgegrenzt wurden. Alle diese Verträge bereiteten die im Mai 1928 erfolgte Gründung der A. G. für deutsche Elektrizitätswirtschaft vor, an welcher sich die Elektrowerke, das Bayernwerk und die Preußische Elektrizitäts-A. G. beteiligten. Man plant insbesondere durch diese Gesellschaft nach dem Vorbilde des RWE auch im östlichen Deutschland eine von Norden nach Süden führende 220 kV-Leitung zu errichten[7].

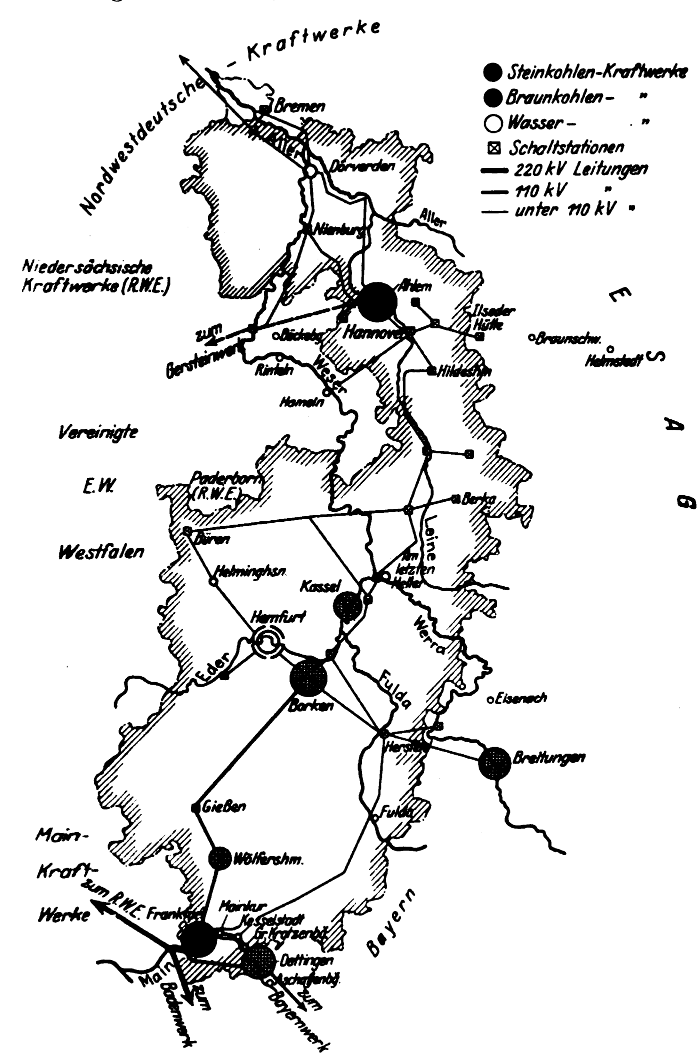


Abb. 4. Versorgungsgebiet der Preußischen Elektrizitäts-A. G.

Auch die Elektrowerke wußten ihren Einflußbereich im Jahre 1927 zu erweitern (Abb. 6). Zu Anfang des Jahres wurde ein Stromlieferungsvertrag mit der Elektrizitätswerk Schlesien A. G. in Breslau geschlossen, der ab 1928 die Lieferung von mitteldeutschem Braunkohlenstrom nach Schlesien vorsieht und zunächst 15 Jahre lang läuft. Die bisher in Bunzlau endigende Trattendorfer 110 kV-Leitung wurde daraufhin bis zum Kraftwerk Tschechnitz der Elektrizitätswerk Schlesien A. G. verlängert. Auch hier drängt die Entwicklung weiter. Ein Zusammenschluß mit der oberschlesischen Stromversorgungsgesellschaft, der Schlesischen Elektricitäts- und Gas-A. G., auf Grund dessen ein schon seit längerer Zeit geplantes gemeinschaftliches Kraftwerk bei Kosel errichtet werden soll, ist in der Entwicklung begriffen. Im Frühjahr 1927 wurde den Elektrowerken das Enteignungsrecht für eine vierte 110 kV-Leitung von Trattendorf nach Berlin erteilt, um die Stromversorgung der auf elektrischen Betrieb umzustellenden Stadt-, Ring- und Vorortbahnen der Reichshauptstadt, welche den Elektrowerken und der Bewag je zur Hälfte übertragen worden war, sicherzustellen. Der Bau dieser Kraftleitung, die über Fürstenwalde um die östlichen und nördlichen Vororte herum nach Spandau führt, ist Anfang August 1928 vollendet worden.

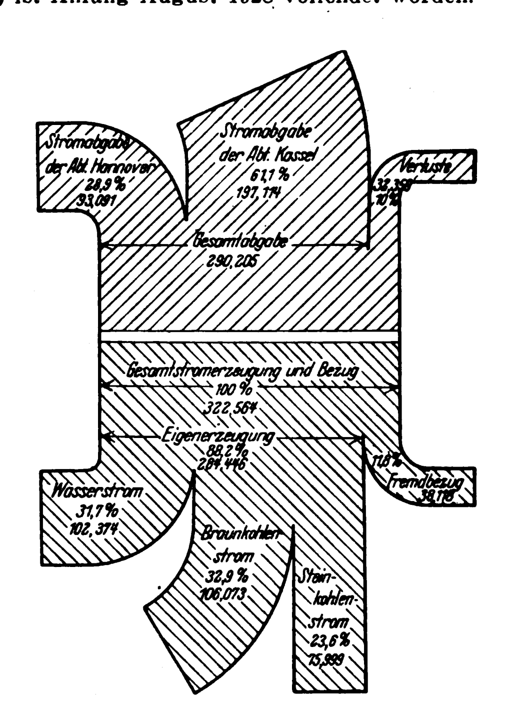


Abb. 5. Arbeitsbilanz der Preußischen Elektrizitäts-A. G. 1927 in Mill. kWh.

Das den Elektrowerken nahestehende Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt schloß im vergangenen Jahre durch die 110 kV-Verbindung Nachterstedt—Förderstedt seine Leitungen zu zwei großen Ringen zusammen, von denen der südliche nunmehr durchweg mit 110 kV betrieben wird. Die Ausdehnung des sächsischen Höchstspannungsnetzes zeigt Abb. 7, welche zugleich einen trefflichen Überblick hinsichtlich der auf den einzelnen Strecken vorgenommenen Energietransporte gewährt.

Von größeren neu in Betrieb genommenen Kraftwerken wurde das Kachletwerk bereits erwähnt. Der Probebetrieb mit zwei Einheiten begann im November 1927, im März 1928 wurde der achte und letzte Satz in Dienst gestellt. Das Werk besitzt eine Leistung von 55 000 kW, seine mittlere Jahresarbeit dürfte etwa 275 Mill. kWh betragen. Gegen Ende des Jahres wurde der Bau der bis 1930 fertigzustellenden 3 Mainstufen Oberau, Kl. Wallstadt und Klingenberg, am Oberrhein ferner das Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt begonnen, dessen Genehmigung bereits im Jahre 1909 von den Kraftübertragungswerken Rheinfelden und der Motor Columbus A. G. nachgesucht worden war. Das Werk, das die 13 km lange Rheinstrecke von Säckingen bis Riedmatt ausnutzt, erhält vier Kaplan-Turbinen von je 250 ... 300 m³ Schluckfähigkeit und ist für eine Betriebswassermenge von 1000 m³/s (180 Tage im Jahr) berechnet. Die Leistung schwankt je nach der Wasserführung zwischen 30 000 und 90 000 kW, die erzeugbare elektrische Jahresarbeit wird 650 Mill. kWh betragen.

In Berlin wurde am 14. V. 1927 das neue Großkraftwerk Rummelsburg unter dem Namen „Großkraftwerk Klingenberg" dem Betrieb übergeben[8]. Der Bau war im Oktober 1925 begonnen worden, im Oktober 1926 konnte bereits die erste 80 000 kW-Turbine die Stromlieferung aufnehmen. Wie Abb. 8 zeigt, wuchs die Höchstbelastung der BEWAG in jedem der letzten Jahre um etwa 50 000 kW. Auf Grund sorgfältiger Schätzungen ist daher 1932 mit einer Gesamtbelastung von 720 000 kW zu rechnen. Da außerdem noch eine 25prozentige Reserve erforderlich ist,

[7] ETZ 1928, S. 829.

[8] Vgl. ETZ 1928, S. 5.

muß die augenblickliche Leistungsfähigkeit von 516 200 kW fast verdoppelt werden. Ein neues Westkraftwerk soll daher schon im laufenden Jahre begonnen werden.

Ende 1927 wurde zwischen der Bewag und dem Elektricitätswerk Südwest ein Strombezugsvertrag abgeschlossen, der bis 1950 läuft und nach dem Südwest ab 1. I. 1928

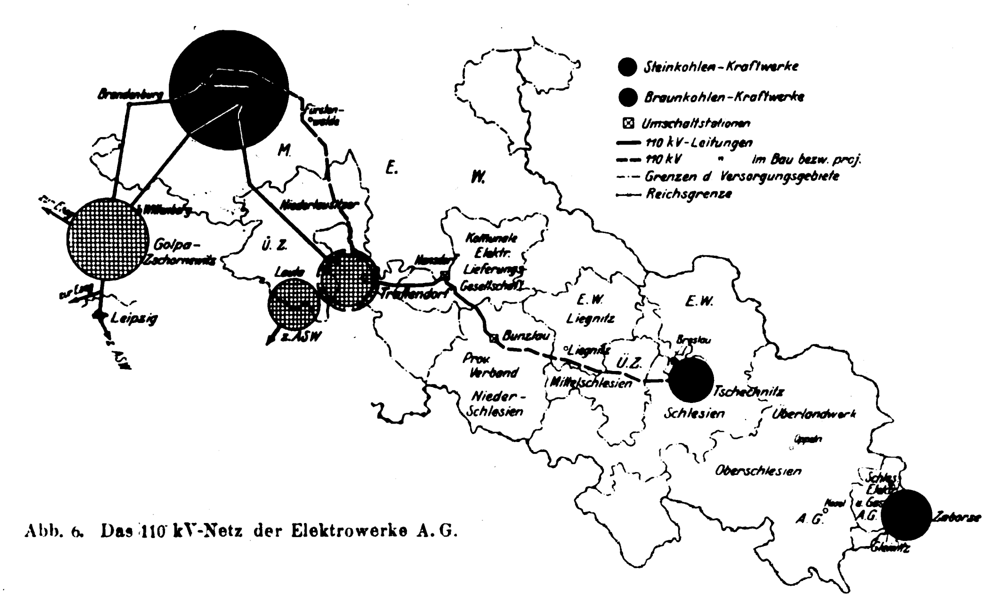


Abb. 6. Das 110 kV-Netz der Elektrowerke A. G.

die Tarife der Bewag in seinem Versorgungsgebiete einführte. Im Gubener Bezirk kaufte Berlin Braunkohlenfelder mit einem Vorrat von 650 Mill. t Braunkohle, die im Tiefbau gewonnen werden müssen, aber von großer Regelmäßigkeit und etwa 8 ... 10 m Flözmächtigkeit sind und sich über 27 000 Morgen erstrecken.

Spitzenkraftwerke, aufgebaut auf hydraulischer Pumpspeicherung, wurden im vergangenen Jahre von der A. G. Sächsische Werke und dem RWE begonnen. Die ASW

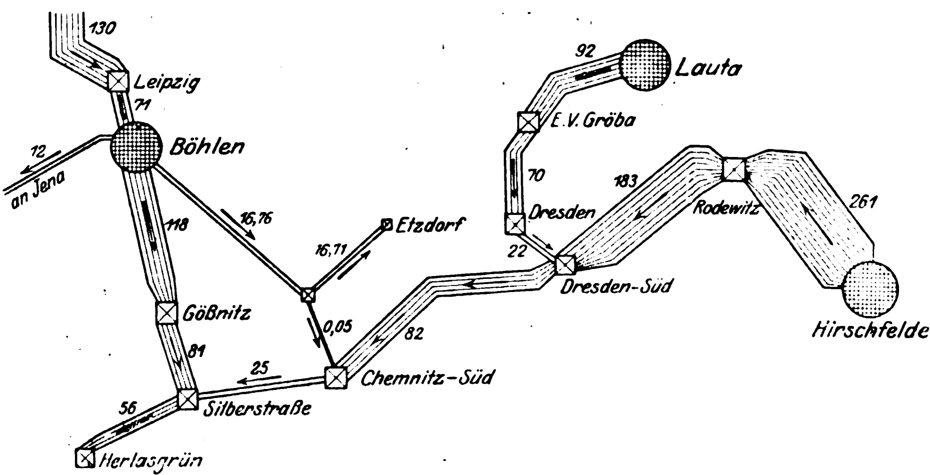


Abb. 7. Energiefluß (Mill. kWh) im sächsischen 110 kV-Netz 1927.

gründete gemeinsam mit der Stadt Dresden die „Energieversorgung Groß-Dresden A. G.", welche die Errichtung eines Pumpspeicherwerkes bei Niederwartha im September 1927 in Angriff nahm[9]. Das 140 m über dem Krafthaus gelegene Speicherbecken hat einen Inhalt von 1,9 Mill. m³, die installierte Leistung wird 90 000 kW, die Jahresarbeit etwa 90 Mill. kWh betragen. In Rheinland-Westfalen hatte der Ruhrverband im Jahre 1926 bei Hengstey mit der Anlage eines Stausees von 2,8 Mill. m³ begonnen, durch welchen der feine Eisenschlamm aus den Beizabwässern der dortigen Drahtziehereien ausgefällt werden sollte. Diese Kläranlage und das Krafthaus, in dem das RWE das 4,5 m hohe Gefälle ausnutzt, wurden bereits fertiggestellt[10]. Daneben wird auf dem 160 m hohen Ardeygebirge vom RWE ein Speicherbecken von 1,4 Mill. m³ Fassungsraum angelegt. Das dazugehörige Krafthaus erhält eine Leistungsfähigkeit von 100 000 kW und wird jährlich etwa 100 Mill. kWh erzeugen. Im Mai 1927 nahm außerdem das Cunowerk des Kommunalen Elektrizitätswerks Mark mit seinen Kohlenstaubmahl-, -trocknungs- und -feuerungsanlagen den Probebetrieb auf.

Neben diesen größeren Tatsachen, die zur Charakterisierung des abgelaufenen Jahres herausgegriffen wurden, fanden bei fast allen anderen kleineren Werken ähnliche Vorgänge statt. Daneben wurde aber auch auf den übrigen Gebieten wertvolle Kleinarbeit geleistet. Allenthalben erhöhten sich die Längen der Mittel- und Niederspannungsnetze beträchtlich und die Anschlußbewegung nahm in erfreulichem Maße zu. Durch intensive Aufklärungs- und Werbetätigkeit, Einführung von Tarifen, welche zu erhöhtem Stromkonsum anreizen, Gewährung von Zahlungserleichterungen usw. wurde der Elektrizitätsverbrauch im Reich gefördert. Zugleich mit einer gewissen Besserung der Wirtschaftslage Deutschlands konnte so die Gesamtstromerzeugung 1927 im Vergleich zum Vorjahr

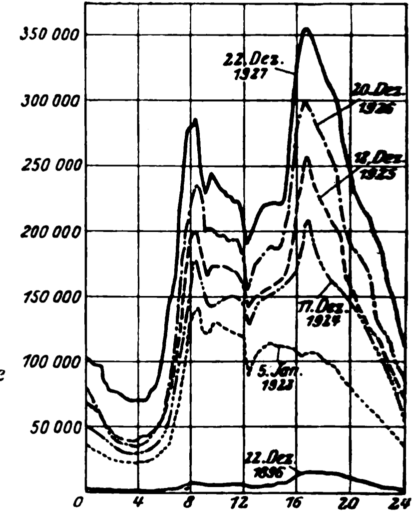


Abb. 8. Die Höchstbelastungen (kW) der Stadt Berlin in den Jahren 1896 und 1923/27

um etwa 20 % erhöht werden gegen nur 4 ... 5 % im Jahre 1926. Das Beispiel der V. S. Amerika, über welche vor kurzem an dieser Stelle gesprochen wurde[11], zeigt uns jedoch, daß wir noch lange nicht am Ziele sind, daß im Gegenteil der deutschen Elektrizitätswirtschaft noch eine weitere starke Aufwärtsentwicklung offensteht. Es lehrt aber auch, was auf statistischem Gebiete in Deutschland noch fehlt und zu tun bleibt.

[9] Vgl. ETZ 1927, S. 926 u. 945

[10] Vgl. ETZ 1927, S. 946.
[11] ETZ 1928, S. 756.

Kurzschlußspannung und Spannungsabfall in Dreiwicklungs-Transformatoren, Stromverteilung in parallel geschalteten Wicklungszweigen.

Von Dipl.-Ing. **Leo Falk**, Berlin-Oberschöneweide.

Übersicht. Der Verlauf des Spannungsabfalls bei verschiedenen Belastungsverhältnissen eines Dreiwicklungstransformators wird einer Betrachtung unterzogen und eine einfache Berechnung des Abfalls aus den bekannten Kurzschlußspannungen abgeleitet sowie die Bedingungen für Parallellauf dieser Transformatoren besprochen. Im Zusammenhang damit werden einige Fälle von Transformatoren mit zwei und mehreren parallel geschalteten Wicklungen, insbesondere die in diesen stattfindende Stromverteilung behandelt.

In größeren Überlandwerken kommt es häufig vor, daß von einer Oberspannungsleitung aus zwei Verteilungsnetze mit verschiedenen Unterspannungen gespeist werden oder daß in einem Speisepunkt neben einem Verteilungsnetz von mehr als 10 kV ein Phasenschieber angeschlossen wird, der für so hohe Spannung nicht betriebsicher gebaut werden kann. In solchen Fällen finden Transformatoren mit 3 Wicklungen Anwendung, da diese Transformatoren mit erheblich geringeren Kosten und bedeutend kleineren Energieverlusten hergestellt werden können als zwei getrennte Transformatoren mit je 2 Wicklungen. Der Dreiwicklungstransformator wird daher in den letzten Jahren in steigendem Umfang angewandt. Im nachfolgenden sollen die Betriebsverhältnisse eines solchen Transformators bezüglich Spannungsabfall und Parallellauf untersucht werden. Die dabei angestellten Betrachtungen können auch angewandt werden auf Transformatoren mit nur einer Sekundärwicklung, die aber aus mehreren, nicht in Serie sondern parallel geschalteten Teilen besteht, oder deren Teile in Spezialschaltung verbunden sind.

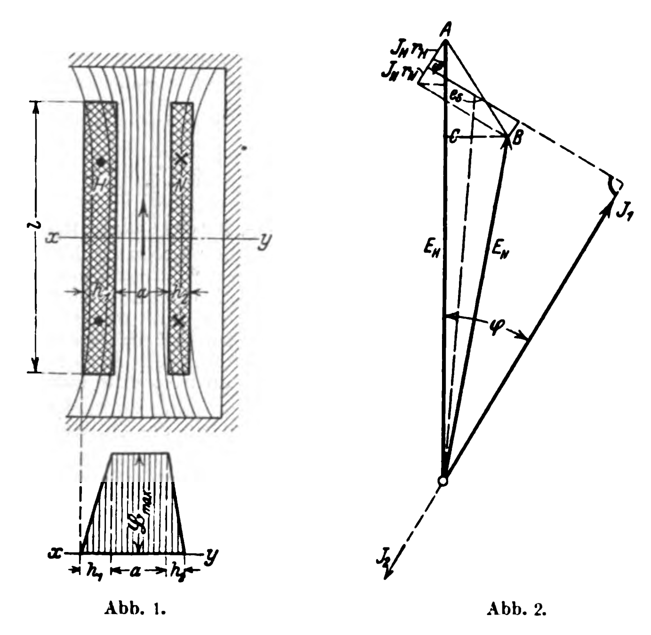


Abb. 1. Abb. 2.

Beim gewöhnlichen Transformator, dem Zweiwicklungstransformator, rührt der Spannungsabfall vom primären und sekundären Ohmverlust sowie von der Selbstinduktions- oder Streufeldspannung her. Sehen wir von dem das Hauptfeld erzeugenden Leerlaufstrom ab, was wir bei größeren Transformatoren ohne in Betracht kommenden Fehler tun dürfen, so sind primäre und sekundäre Amperewindungen gleich und in Phase entgegengesetzt. Bei der vereinfachenden Annahme gleicher Windungszahlen in Primär- und Sekundärwicklung trifft dies auch auf die Ströme J_H in der Primärwicklung und J_N in der Sekundärwicklung zu. J_H und J_N erzeugen das mit ihnen phasengleiche Streufeld (Abb. 1), welches eine gegen den Primärstrom nacheilende EMK $J_H x_H$ in der Primärwicklung sowie eine um 90° gegen den Sekundärstrom nacheilende EMK $J_N x_N$ in der Sekundärwicklung erzeugt. Die totale Spannungsverschiebung zwischen Leerlaufspannung E_0 und Spannung in der Sekundärwicklung E_N bei Belastung mit dem Strom $J_H = J_N$ beträgt also (bei Übersetzung 1 : 1)

$$\overline{E_0} \mathbin{\hat{-}} \overline{E_H} = \overline{J_H (r_H + r_N)} \mathbin{\hat{+}} \overline{J_H (x_H + x_N)}, \quad . \ . \ (1)$$

wenn r_H und r_N die Ohmschen Widerstände sind (Abb. 2). Da die Spannungsverschiebung nicht in Phase mit der aufgedrückten Spannung liegt, ist die Spannungsdifferenz zwischen Leerlauf und Vollast, der Spannungsabfall, nicht identisch mit der Spannungsverschiebung, sondern, wie aus Abb. 2 leicht ersichtlich, mit genügender Annäherung

$$E_0 - E_{JH} = J_H (r_H + r_N) \cos \varphi + J_H (x_H + x_N) \sin \varphi, \quad (2)$$

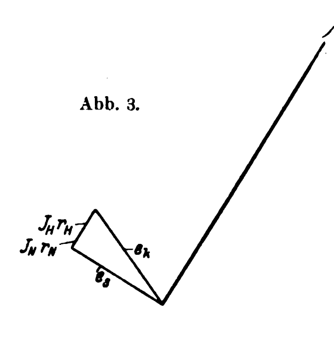


Abb. 3.

wenn φ den Phasenverschiebungswinkel zwischen Strom und Spannung bedeutet.

Wird die Sekundärspannung durch Kurzschließen der Sekundärklemmen zu Null gemacht (Abb. 3), so wird die Spannungsverschiebung identisch mit der primären Spannung, welche wir in diesem Falle Kurzschlußspannung nennen, und welche durch Versuch leicht zu ermitteln ist. Sie ist also

$$e_k = J_H (r_H + r_N) \mathbin{\hat{+}} J_H (x_H + x_N). \quad . \ . \ . \ (2a)$$

Die Ohmverluste werden beim Kurzschlußversuch durch Wattmessung mitbestimmt, so daß die Induktions- oder Streufeldspannung sich nach der Formel

$$J_H (x_H + x_N) = \sqrt{e_k^2 - J_H^2 (r_H + r_N)^2} \quad . \ . \ (3)$$

ebenfalls aus dem Kurzschlußversuch ergibt.

Während beim Zweiwicklungstransformator die Spannungsverschiebung bei einem gewissen Strom identisch mit der Kurzschlußspannung beim gleichen Strom ist, und sich der Spannungsabfall genügend genau durch Projektion der Spannungsverschiebung auf die Richtung der Primärspannung ergibt, liegen die Verhältnisse beim Dreiwicklungstransformator etwas verwickelter. Es sollen folgende Bezeichnungen gelten:

J_H, J_M, J_N	die Belastungströme in der Hochspannungs-, Mittelspannungs- und Niederspannungswicklung, wobei Übersetzung 1 : 1 : 1 bei Leerlauf vorausgesetzt ist, alle drei in Richtung ihrer Wicklungspannung als positiv gezählt;
$E_{0H} = E_{0M} = E_{0N} = E_0$	die Leerlaufspannung, welche im Transformator induziert wird;
E_H, E_M, E_N,	die Spannungen in den Wicklungen H, M, N bei gleichzeitigem Fließen der 3 Ströme J_H, J_M, J_N;
$e_{k\,MN}$	die Kurzschlußspannung der Wicklungen M und N beim Strom J_H und offener Wicklung H;
$e_{k\,HN}$	die Kurzschlußspannung der Wicklungen H und N beim Strom J_H und offener Wicklung M;
$e_{k\,HM}$	zwischen H und M, Strom J_H und offener Wicklung N;
r_H, r_M, r_N	die Ohmschen Widerstände der Wicklungen;
$J_H x_{MN}$	die Streufeldspannung zwischen M und N beim Strom J_H und offener Wicklung H $(x_{MN} = x_M + x_N)$;
$J_H x_{HN}$, $J_H x_{HM}$	die analogen Spannungen zwischen H und N bei offener Wicklung M bzw. H und M bei offener Wicklung N.

Ein horizontaler Strich über den Zeichen soll andeuten, daß die Vektorrichtung mit in Betracht zu ziehen ist, wobei dann die Zeichen $\hat{+}$ und $\hat{-}$ angewendet werden. Ohne diese zusätzlichen Zeichen sind nur die absoluten oder algebraischen Werte gemeint.

Es soll bei der gegebenen Belastung J_M und J_N der Mittelspannungs- und Unterspannungswicklung der Spannungsabfall $E_0 - E_M$ und $E_0 - E_N$ in diesen beiden Wicklungen bestimmt werden. Wir behandeln zunächst den einfachen Fall phasengleicher Ströme $\overline{J_M}$ und $\overline{J_N}$. Beiden Wicklungen werde Strom entnommen, $\overline{J_M}$ und $\overline{J_N}$ seien also gleichgerichtet. J_H ist dann gleich $J_M + J_N$ und in Phase denselben entgegengesetzt oder $\overline{J_H} = -\overline{J_M} - \overline{J_N}$.

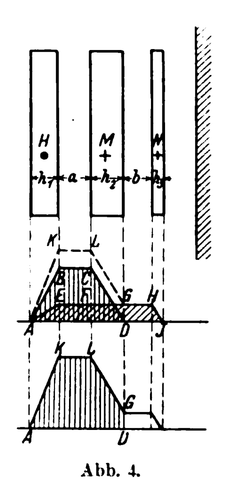


Abb. 4.

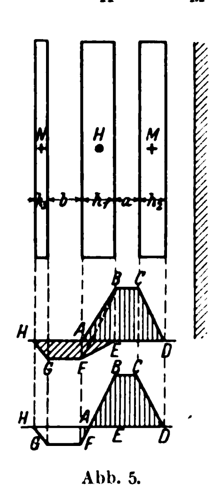


Abb. 5.

Solange (in Abb. 4) der in N fließende Strom $J_N = 0$ ist, fließt in Wicklung H und Wicklung M der Strom $-J_M$ und $+J_M$. Das durch die beiden Wicklungen erzeugte Streufeld ist bezüglich seiner Liniendichte, genauer bezüglich seiner Liniendichte in der Mitte des Schenkels, durch die Ordinaten des Linienzuges $A\,B\,C\,D$ über der Linie $A\,D$ charakterisiert und ergibt die daraus errechenbare Streufeldspannung zwischen H und M, welche auch aus dem Kurzschlußversuch bestimmt wird. Die Spannungsverschiebung ist

$$\overline{E_H} \hat{-} \overline{E_M} = -\overline{J_H(r_H + r_M)} \hat{-} \overline{J_H x_{HM}}$$
$$= \overline{J_M (r_H + r_M)} \hat{+} \overline{J_M x_{HM}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Kommt nun noch eine Belastung J_N in der Wicklung N hinzu, so wächst J_H von $-J_M$ auf $-J_M - J_N$ an, ferner wird ein weiteres Streufeld von der Charakteristik $A\,E\,F\,G\,H\,J$ erzeugt, welches mit dem Strom J_N proportional wächst und eine weitere Streuspannung zwischen Wicklung H und M von der Größe $J_N x_{N(HM)}$ erzeugt.

Die Spannungsverschiebung in Wicklung M ist nun

$$\overline{E_H} \hat{-} \overline{E_M} = \overline{J_M (r_H + r_M)} \hat{+} \overline{J_M (x_{HM})}$$
$$\hat{+} \overline{J_N r_H} \hat{+} \overline{J_N x_{N(HM)}} \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

und, da J_M und J_N phasengleich sein sollen,

$$\overline{E_H} \hat{-} \overline{E_M} = \overline{J_M (r_H + r_M) + J_N r_H}$$
$$\hat{+} \overline{J_M x_{HM} + J_N x_{N(HM)}} \cdot \quad . \quad (5\text{a})$$

Die Größe $J_M x_{HM}$ ist die Streuspannung zwischen H und M beim Strom J_M; die Größe $J_N x_{N(HM)}$ wollen wir die Einfluß-Spannung der Wicklung N beim Strom J_N auf die Spannungsverschiebung der von Wicklung H gespeisten Wicklung M nennen.

Durch Addition der Ordinaten des Linienzuges $A\,B\,C\,D$ und des Linienzuges $A\,E\,F\,G\,H\,J$ erhält man den Linienzug $A\,K\,L\,G\,H\,J$, welcher das Gesamtstreufeld beim Fließen der 3 Ströme J_H, J_M und J_N darstellt. Man erkennt aus Abb. 4 ohne weiteres, daß die Einflußspannung von N auf HM die Spannungsverschiebung von M vergrößert, $x_{N(HM)}$ im Falle der Abb. 4 also eine positive Größe ist.

Im Falle der Abb. 5 gelten die gleichen Formeln (5) und (5a). Der Linienzug $A\,B\,C\,D$ stellt wieder das Streufeld zwischen der Wicklung H und der Wicklung M dar, der Linienzug $H\,G\,F\,E$ das Streufeld zwischen H und N. Die Ordinaten müssen nach unten aufgetragen werden, da das Streufeld links von H entgegengesetzt gerichtet ist wie rechts von H. Durch Addition der Ordinaten der beiden Streufelder erhält man den Linienzug $H\,G\,F\,B\,C\,D$.

Man sieht sofort, daß das Streufeld zwischen H und M, also auch die Spannungsverschiebung $E_0 \hat{-} E_M$, durch den Hinzutritt der Belastung in der Wicklung N kleiner geworden ist. Im Falle der Abb. 5, wo Mittelspannungswicklung M und Niederspannungswicklung N auf verschiedenen Seiten der Hochspannungswicklung H liegen, ist also die Einflußspannung der Wicklung N auf die Spannungsverschiebung $H\,M$ eine negative Größe, ebenso der Faktor $x_{N(HM)}$. Zugleich ersieht man aus den Abb. 4 und 5, daß es sich bei Abb. 4 um eine erhebliche Vergrößerung des Spannungsabfalls, bei Abb. 5 um eine verhältnismäßig kleine Verringerung des Spannungsabfalls handeln muß.

Für den Fall der Wicklungsanordnung nach Abb. 4 und unter Annahme phasengleicher Ströme J_M und J_N in den Wicklungen M und N ist in Abb. 6 die Spannung E_H in Wicklung H durch den Vektor $O\,A$, diejenige in Wicklung M, also E_M durch den Vektor $O\,F$ und die Spannung E_N in Wicklung N durch den Vektor $O\,L$ dargestellt. Aus der Legende zur Abb. 6 ist zu erkennen, aus welchen Teilen sich die Spannungsverschiebungen $E_H \hat{-} E_M$ und $E_H \hat{-} E_N$ zusammensetzen.

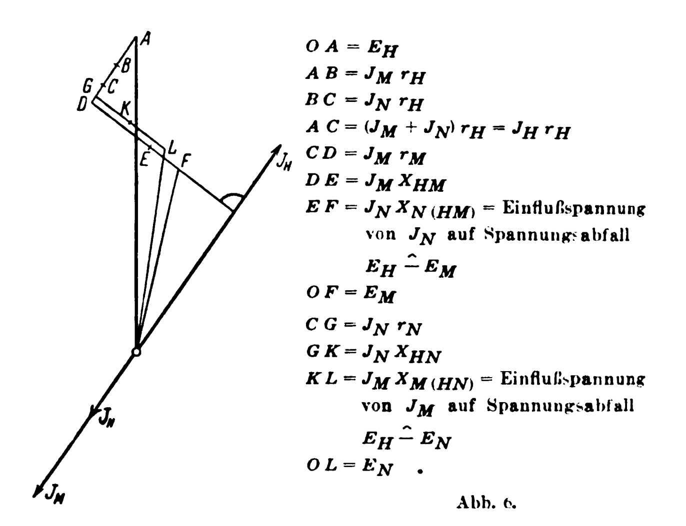


Abb. 6.

Zur Ermittlung des Spannungsabfalls beim Betrieb aller drei Wicklungen ist also neben der Kenntnis der drei Ohmschen Widerstände und der Streuspannungen noch die Kenntnis der von uns Einflußspannung genannten Spannung erforderlich. Diese Spannung läßt sich durch einen einfachen Versuch ermitteln. Schließt man (Abb. 4 oder 5) Wicklung N kurz und regelt die Spannung in H so lange, bis in N der Strom J_N fließt, führt man also eine normale Kurzschlußmessung $H\,N$ aus und legt ein Voltmeter an die Wicklung M, so ist aus Gl. (1) und (5) ersichtlich, daß, weil $E_N = 0$ und $J_M = 0$,

$$E_{H_k} - 0 \quad = J_N (r_H + r_N) + J_N (x_H + x_N)$$

und

$$E_{H_k} \hat{-} E_M = 0 \hat{+} 0 \hat{+} J_N r_H \hat{+} J_N x_{N(HM)}.$$

Das Spannungsdiagramm Abb. 6 schrumpft für diesen Fall auf das Diagramm Abb. 7 zusammen, in welcher, wie angedeutet, durch das Nullwerden von J_M $A\,B = 0$ wird, ebenso $C\,D$, $D\,E$ sowie $K\,L$. Durch das Verschwinden der Spannung E_N fällt L mit O zusammen. Die Abb. 7 ist der Deutlichkeit wegen in größerem Maßstab als Abb. 6 gezeichnet, die Strecken $B\,C$, $C\,G$, $G\,K$, ebenso $E\,F$ der Abb. 6 kehren unverändert im Kurzschlußdiagramm der Abb. 7 wieder, erscheinen nur aus dem angegebenen Grunde vergrößert.

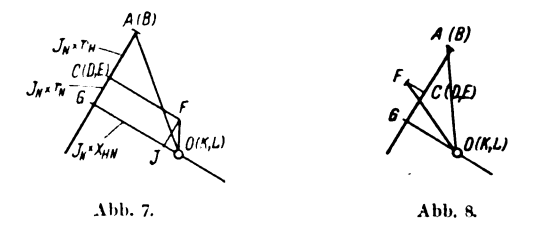


Abb. 7. Abb. 8.



Da die Vektoren mit r_H und r_N auf den Vektoren mit x_H, x_N und $x_{N(HM)}$ senkrecht stehen müssen (s. Abb. 7), da

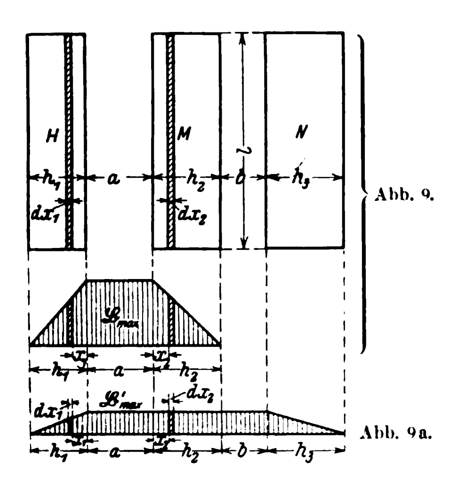
$$OA = E_{H_k},\ OF = E_M,\ AF = \overline{E_{H_k}} \hat{-} \overline{E_M},$$
$$AC = J_N r_H,\ CG = J_N r_N,$$

so ist die Einflußspannung

$$CF = J_N x_{N(HM)} = OG - OJ = \sqrt{\overline{OA}^2 - \overline{AG}^2} - \sqrt{\overline{OF}^2 - \overline{CG}^2}$$
$$= J_N x_{N(HM)} = \sqrt{E_{H_k}^2 - J_N^2 (r_H + r_N)^2} - \sqrt{E_M^2 - J_N^2 r_N^2}.$$

Im Falle der Abb. 5, wo die Hochspannungswicklung H zwischen den beiden anderen Wicklungen liegt, ist an Stelle der Abb. 7 die Abb. 8 getreten. Man mißt E_M größer als die Streukomponente (wattlose Komponente) von E_{H_k}, $J_N x_{N(HM)}$ ist negativ.

Die Einflußspannung läßt sich aber natürlich auch durch Rechnung bestimmen. Die Rechnung erfolgt nach dem gleichen Vorgang wie bei der Streuspannung, indem man nämlich die Summe der Produkte aus dem jede Windung durchsetzenden Streufluß und der Anzahl der diesen Flux umschließenden Windungen für sämtliche Windungen bildet. Als Windung im ebenerwähnten Produkt muß man aber eine Schleife ansehen, die aus einer primären und einer sekundären Windung gebildet wird, wobei man sich zur Unterstützung der Vorstellung zwei ohne gegenseitigen Abstand verlaufende Verbindungen von der aufgeschnittenen Primärwicklung zu der aufgeschnittenen Sekundärwindung gelegt denken kann. Man hat dann eine geschlossene Drahtschleife, welche, wie man ohne weiteres erkennt, genau den gleichen magnetischen Fluß und die gleiche gesamte EMK in Primär- und Sekundärwicklung erzeugen muß wie die nicht verbundenen, für sich bestehenden Primär- und Sekundärwindungen, da in den sich deckenden Verbindungsleitungen das Feld und die EMK Null erzeugt werden.



Greifen wir in Abb. 9 im primären Windungsbündel den schraffierten Teil heraus, so umfaßt er $\frac{l\,d x_1}{l\,h_1} n$ Windungen, wenn n die gesamte Windungszahl ist. Wir schließen die Schleife durch das sekundäre Windungsbündel $l\,d x_2$, wobei wir $\frac{x_1}{x_2} = \frac{h_1}{h_2}$ machen und $\frac{d x_1}{d x_2} = \frac{h_1}{h_2}$. Das sekundäre Bündel umfaßt dann $\frac{l\,d x_2}{l\,h_2} n$ Windungen, also wie erforderlich ebensoviele Windungen wie das primäre Windungsbündel; denn wir haben $\frac{d x_2}{h_2} = \frac{d x_1}{h_1}$ gemacht.

Die maximale Induktion, welche von der ganzen Wicklung im Streufeld erzeugt wird, wäre $\frac{\sqrt{2}\, J_h\, n\, 4\pi}{l \,.\, 10}$, wenn die Kraftlinien in der Luft von der Länge l, also gleich der Spulenlänge wären und parallel zu den Windungsbündeln verliefen. Man berücksichtigt, wie R o g o w s k i in seiner klassischen Arbeit zeigte, die Nichterfüllung der beiden genannten Bedingungen bei der Berechnung der Streuspannung durch Multiplikation derselben mit dem Rogowski-Faktor. Wir schreiben also

$$\mathfrak{B}_{max} = \frac{4\pi\sqrt{2}}{10}\, \varrho_{HM}\, J_M \frac{n}{l}.$$

Der vom Strombündel $l\,d x_1$ und $l\,d x_2$ umschlossene Flux ist, wie aus Abb. 9 ersichtlich,

$$\Phi = \mathfrak{B}_{max}\, a\, U_{HM} + \mathfrak{B}_{max}\, x_1 \frac{1 + \frac{h_1 - x_1}{h_1}}{2} U_H + \mathfrak{B}_{max}\, x_2 \frac{1 + \frac{h_2 - x_2}{h_2}}{2} U_M,$$

was wegen $\frac{x_1}{h_1} = \frac{x_2}{h_2}$ auch

$$\Phi = \mathfrak{B}_{max} \left[a\, U_{HM} + (h_1 U_H + h_2 U_M) \frac{2 h_1 x_1 - x_1^2}{2 h_1^2} \right]$$

geschrieben werden kann, wobei U_{HM} der mittlere Umfang des Streufeldquerschnitts, U_H und U_M die mittleren Windungslängen der Wicklung H und M sind. Die zugehörige EMK ist

$$d(J_M x_{HM}) = \Phi \frac{d x_1}{h_1} n f \pi \sqrt{2} \,.\, 10^{-8}$$
$$= \Phi \frac{d x_2}{h_2} n f \pi \sqrt{2} \,.\, 10^{-8}$$
$$= 8\pi^2 \,.\, 10^{-7} f \frac{n^2}{l} \cdot \frac{1}{h_1} J_M$$
$$\times \left[a\, U_{HM} + (h_1 U_H + h_2 U_M) \frac{2 h_{x_1} - x_1^2}{2 h_1^2} \right] d x_1.$$

Durch Integration dieser Teil-EMKe von $x_1 = 0$ bis $x_1 = h_1$ erhalten wir die gesamte EMK der Streuung

$$J_M x_{HM} = 8\pi^2 \,.\, 10^{-7} f \frac{n^2}{l} \times J_M \left[a\, U_{HM} + \frac{h_1}{3} U_H + \frac{h_2}{3} U_M \right] \varrho_{HM}. \quad (6)$$

Die Einflußspannung von J_N auf den Abfall von H und M, also die von einem in den Wicklungen N und H fließenden Strom J_N bzw. $-J_N$ in H und M erzeugte EMK $J_N x_{N(HM)}$ wird nun ganz analog berechnet (Abb. 9a).

$$\mathfrak{B}'_{max} = \frac{4\pi \,.\, \sqrt{2}}{10}\, \varrho'_{HN} J_N n.$$

Nehmen wir den Rogowski-Faktor, der für Wicklung H und N gilt, so rechnen wir mit einem kleinen Fehler; denn wenn der Faktor ϱ_{HN} für die Länge der Kraftlinien des Einflußfeldes richtig ist, die Feldstärke also richtig reduziert wird, so ist die durch die Krümmung der Kraftlinien erforderliche Reduktion der Windungszahl wohl in H, nicht aber in M der Rogowskischen Rechnung genau angepaßt; da dort die Kraftlinien gestreckter verlaufen, ist $\varrho'_{HN} > \varrho_{HN}$ und dürfte mit $\varrho'_{HN} \approx \frac{1 + 3\varrho_{HN}}{4}$ richtig geschätzt sein. Der dabei verbleibende Fehler wird in der Größenordnung der Fehler sein, die bekanntlich der Anwendung der Rogowski-Faktoren überhaupt anhaften, da die für dieselben geltenden Voraussetzungen nie genau zutreffen und daher stets eine kleine Korrektur durch Erfahrungskoeffizienten, die für verschiedene Arten von Wicklungen wechseln, erforderlich ist. Es ist

$$\Phi' = \mathfrak{B}'_{max}\, a\, U_{HM} + \mathfrak{B}'_{max} \frac{1 + \frac{h_1 - x_1}{h_1}}{2} x_1 U_H + \mathfrak{B}'_{max}\, x_2 U_M,$$

und dementsprechend wird in Abb. 4 bzw. Abb. 9a durch Integration der Einzelspannungen gefunden

$$J_N x_{N(HM)} = 8\pi^2 \,.\, 10^{-7} f \frac{n^2}{l} J_N \times \left[a\, U_{HM} + \frac{1}{3} h_1 U_H + \frac{1}{2} h_2 U_M \right] \cdot \frac{1 + 3\varrho_{HN}}{4}; \quad (7)$$

ähnlich ergibt sich

$$J_M x_{M(HN)} = 8\pi^2 \,.\, 10^{-7} f \frac{n^2}{l} J_M \times \left[a\, U_{HM} + \frac{1}{3} h\, U_H + \frac{1}{2} h_2 U_M \right] \cdot \frac{1 + 3\varrho_{HN}}{4}, \quad (7a)$$

also $x_{N(HM)} = x_{M(HN)}$.

Im Falle der Abb. 5 — also N und M auf verschiedenen Seiten von H —, wird

$$J_N x_{N(HM)} = 8\pi^2 . 10^{-7} f \frac{n^2}{l} J_N \left[- \frac{h_1}{6} U_H \right] \cdot \frac{1+3\varrho_{MN}}{4}. \quad (7b)$$

Der Vollständigkeit wegen sei noch bemerkt, daß die Fehler, welche durch Rechnung mit U_H, U_M und U_N für alle Strombündel der entsprechenden Wicklungen begangen werden, während die Durchmesser tatsächlich für jedes Strombündel etwas andere sind, ganz bedeutungslos sind, insbesondere da sie sich großenteils gegenseitig aufheben.

Zwischen der Einfluß-EMK und den drei Kurzschluß-EMKen besteht natürlich ein Zusammenhang; alle EMKe sind ja durch die gegenseitige Lage und die Gestalt der Spulen für eine bestimmte Stromstärke gegeben. Bei Gleichheit der Rogowski-Faktoren für alle Wicklungspaare, die bei sehr langen Spulen und engen Streukanälen fast genau erreicht wird, herrschen die einfachen Beziehungen:

$$J_N x_{N(HM)} = \frac{1}{2} J_N (x_{HM} + x_{HN} - x_{MN}) \quad . \ . \ (8a)$$

oder

$$J_M x_{M(HN)} = \frac{1}{2} J_M (x_{HN} + x_{HM} - x_{MN}) \quad . \ . \ (8b)$$

$$J_H x_{H(MN)} = \frac{1}{2} J_H (x_{MN} + x_{MH} - x_{HN}) . \quad . \ . \ (8c)$$

Der Nachweis ergibt sich ohne weiteres durch Ausrechnung, wobei man die Ausdrücke für x_{HN} und x_{MN} sinngemäß so bildet wie für x_{HM}. Er läßt sich nicht nur für den Fall der Abb. 4 und 5, sondern auch für Wicklungsanordnungen mit beliebig untermischten Spulen führen.

Unter Berücksichtigung der Verschiedenheit der Rogowski-Faktoren ändern sich die Gleichungen (8 a bis c) in

$$J_N x_{N(HM)} = \frac{J_N}{2} \varrho'_{HN} \left(\frac{x_{HM}}{\varrho_{HM}} + \frac{x_{HN}}{\varrho_{HN}} - \frac{x_{MN}}{\varrho_{HN}} \right) \quad (8d)$$

$$J_M x_{M(HN)} = \frac{J_M}{2} \varrho'_{HM} \left(\frac{x_{HN}}{\varrho_{HN}} + \frac{x_{HM}}{\varrho_{HM}} - \frac{x_{MN}}{\varrho_{HN}} \right) \quad (8e)$$

$$J_M x_{H(MN)} = \frac{J_H}{2} \varrho'_{MH} \left(\frac{x_{MN}}{\varrho_{MN}} + \frac{x_{HM}}{\varrho_{MH}} - \frac{x_{HN}}{\varrho_{HN}} \right), \quad (8f)$$

wobei für ϱ'_{HN}, ϱ'_{HM}, ϱ'_{MH} stets $\frac{1+3\varrho}{4}$ gesetzt werden kann und ϱ stets als Rogowski-Faktor zwischen den räumlich am weitesten auseinanderliegenden Wicklungen, im Falle Abb. 4 also ϱ_{HN}, im Falle der Abb. 5 ϱ_{MN} zu wählen ist.

Wir haben bisher noch die Annahme gemacht, daß die Belastungströme J_M und J_N phasengleich sind. Wir konnten daher ein Bild der Dichten des Gesamtstreufeldes entwerfen, wie in Abb. 4 und 5 geschehen. Wir haben jedoch diese Gesamtdichten für die Berechnung des Spannungsabfalls gar nicht benutzt. Wenn nun J_M und J_N nicht gleicher Phase sind, so kann ein Bild der Dichten des Gesamtstreufeldes nur für einen Augenblick gezeichnet werden. Steigt oder fällt J_M, so ändern sich die Ordinaten des Kennbildes des Gesamtstreufeldes nicht mehr alle proportional, da einzelne Stellen der genannten Abbildung von $J_M \hat{+} J_N$, andere von J_N oder von $\alpha J_M \hat{+} \beta J_N$ abhängen, und da J_N sich nicht proportional mit J_M ändert sondern während eines Teiles der Periode sogar sinkt, während J_M steigt, und zeitweise entgegengesetztes Vorzeichen von J_M annimmt. Das Bild des Gesamtstreufeldes wechselt also nicht nur der Größe, sondern auch der Gestalt nach von Augenblick zu Augenblick. Da wir aber die Gesamtdichten für unsere Rechnung nicht benutzt haben, sondern nur die von den Einzelströmen erzeugten Felddichten, und da die Komponenten der Felder voneinander vollkommen unabhängig sind, indem die Permeabilität der Luft konstant und der magnetische Widerstand des Eisens vernachlässigbar klein ist, so bleiben auch die von den Feldern erzeugten EMKe bei phasenverschobenen Strömen in ihren Komponenten genau dieselben wie bei phasengleichen Strömen, und wir erhalten richtige Gesamtspannungen, Spannungsverschiebungen und Spannungsabfälle, wenn wir sie unter Berücksichtigung ihrer Phase, also geometrisch addieren.

Die Formel (5) bleibt bestehen, also gilt auch bei Phasenverschiedenheit von J_H, J_M und J_N

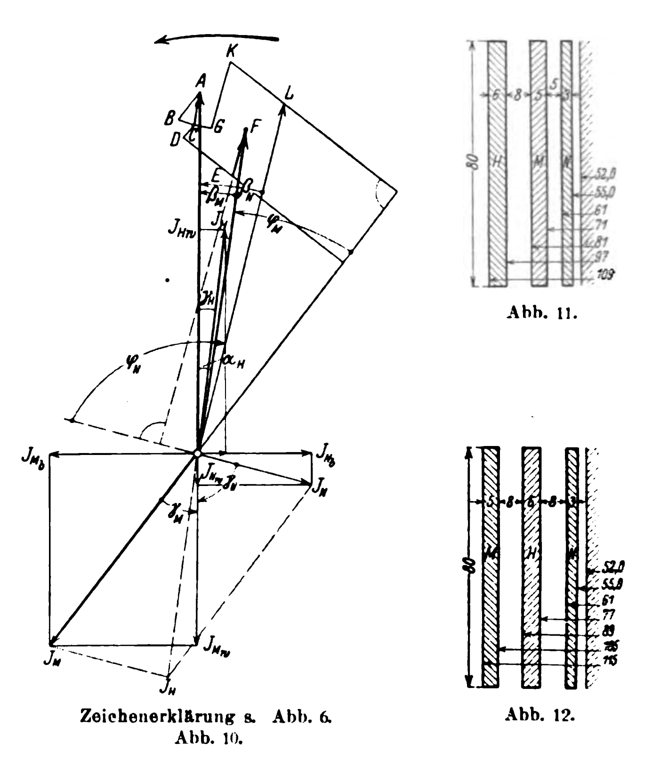
$$E_H \hat{-} E_M = J_M (r_H + r_M) \hat{+} J_M x_{HM} \hat{+} J_N r_H \hat{+} J_N x_{N(HM)}$$

und wegen Gl. (8)

$$= J_M (r_H + r_M) \hat{+} J_N r_H \hat{+} J_M x_{HM} \hat{+} J_N \times \frac{\varrho'_{HN}}{2} \left(\frac{x_{HM}}{\varrho_{HM}} - \frac{x_{HN}}{\varrho_{HN}} - \frac{x_{MN}}{\varrho_{MN}} \right) \quad (9a)$$

$$E_H \hat{-} E_N = J_N (r_H + r_N) \hat{+} J_M r_H \hat{+} J_N x_{HN} \hat{+} \frac{J_M}{2} \times \varrho'_{HM} \left(\frac{x_{HN}}{\varrho_{HM}} + \frac{x_{HM}}{\varrho_{HM}} - \frac{x_{MN}}{\varrho_{MN}} \right) \quad (9b)$$

$$E_M \hat{-} E_N = J_N (r_M + r_N) \hat{+} J_H r_M \hat{+} J_N x_{NM} \hat{+} \frac{J_H}{2} \times \varrho'_{MN} \left(\frac{x_{MN}}{\varrho_{MN}} + \frac{x_{MH}}{\varrho_{MH}} - \frac{x_{HN}}{\varrho_{HN}} \right). \quad (9c)$$



Zeichenerklärung s. Abb. 6.
Abb. 10.

Abb. 11.

Abb. 12.

Abb. 10 zeigt die graphische Ermittlung der Spannungsverschiebung bei einem der Spannung nacheilenden Strom J_M und einem voreilenden Strom J_N. Es ist dabei der Fall Abb. 4 — M und N auf der gleichen Seite von H — vorausgesetzt, also $x_{M(HN)}$ positiv. Gegeben seien $\overline{J_M}$ und $\overline{J_N}$, ferner $\overline{E_H} = \overline{E_0}$ als Vektoren, also auch bezüglich der Phasenwinkel. Durch Rechnung oder Messung seien auch die Werte r_H, r_M, r_N, x_{HM}, x_{HN}, $x_{N(HM)}$ und $x_{M(HN)}$ bekannt. Wir ermitteln zuerst den Primärstrom J_H durch Aufzeichnung des Parallelogramms aus J_M und J_N und tragen dann von der Primärspannung OA die jeweils in Betracht kommenden Spannungsverschiebungen ab, also $J_M r_H$ parallel J_m zur Bestimmung von E_M, $J_N r_H \parallel J_N$, $J_M r_M \parallel J_M$, $J_M x_{N(HM)} \perp J_M$ und $J_N x_{N(HM)} \perp J_N$, wobei dieser Teil wegen der Voreilung von J_N einen Spannungszuwachs bedeutet. Der Endpunkt F der letzten Strecke ergibt uns OF als Spannung E_M der Wicklung M bei der angenommenen Belastung beider Wicklungen durch J_M bzw. J_N.

In gleicher Weise wird die Spannung E_N der Wicklung N bei derselben Belastung der beiden Wicklungen konstruiert. Sie wird durch OL dargestellt. Die Spannungsverschiebung in der Wicklung M ist also AF, die in der Wicklung N gleich AL.

Will man anstatt der graphischen Bestimmung die rechnerische bevorzugen, so ersieht man ohne weitere Erklärung aus Abb. 10, daß die Wirkkomponente J_{Hw} des Stromes J_H $J_{Hw} = J_{Mw} + J_{Nw}$ ist, wobei $J_{Mw} = J_M \cos \gamma_M$ und $J_{Nw} = J_N \cos \gamma_N$. Die Blindkomponente des Stromes J_H ist $J_{Hb} = J_{Mb} + J_{Nb}$ und $J_{Mb} = J_M \sin \gamma_M$, $J_{Nb} = J_N \sin \gamma_N$, wobei zu beachten ist, daß γ_N negativ ist, da wir alle γ als Nacheilungswinkel zählen, während γ_N eine Voreilung mißt. Somit ist auch $J_{Nb} = J_N \sin \gamma_N$ negativ. Es ist also

$$J_H = \sqrt{J_{Hw}^2 + J_{Hb}^2}$$
$$= \sqrt{(J_M \cos \gamma_M + J_N \cos \gamma_N)^2 + (J_M \sin \gamma_M + J_N \sin \gamma_N)^2}.$$

Der Spannungsabfall in der Wicklung M ist

$$E_0 - E_M = J_H r_H \cos \gamma_H + J_M x_{HM} \sin \gamma_M + J_M r_M \cos \gamma_M + J_N x_{N(HM)} \sin \gamma_N, \quad . \; . \; . \; . \quad (10)$$

wobei $\cos \gamma_N = \frac{J_{Hw}}{J_H}$ und zu beachten ist, ob γ_M und γ_N positiv oder negativ sind.

Der Spannungsabfall in der Wicklung N ist

$$E_0 - E_N = J_H r_H \cos \gamma_H + J_N r_N \cos \gamma_N + J_N x_{HN} \sin \gamma_N + J_M x_{M(HN)} \sin \gamma_M. \quad . \; . \; . \quad (10\text{a})$$

Wenn die Winkelverschiebungen β_M und β_N von E_M gegen E_0 bzw. von E_N gegen E_0 erheblich sind, so sind obige Formeln nicht mehr genügend genau, werden aber genügend genau, wenn man an Stelle von γ_M den Wert $\gamma_M - \frac{\beta_M}{2}$ und für γ_N den Wert $\gamma_N - \frac{\beta_N}{2}$ in die Formeln für $E_0 - E_M$ und $E_0 - E_N$ einsetzt.

Vor allem ist aber dann folgendes zu beachten. Der Phasenverschiebungswinkel, welcher in der Regel gegeben ist, ist der zwischen der sekundären Klemmenspannung und dem zugehörigen Belastungstrom, also φ_M und φ_N (s. Abb. 10). Um aus φ_M und φ_N γ_M und γ_N zu erhalten, hat man zu φ_M und φ_N die Winkelverschiebung der sekundären Klemmenspannungen gegen die primären zu addieren:

$$\gamma_M = \varphi_M + \beta_M. \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$
$$\gamma_N = \varphi_N + \beta_N. \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11\text{a})$$

β_M errechnet sich aus dem Ausdruck

$$\sin \beta_M = \frac{1}{E_M} (J_H r_H \sin \gamma_H - J_M r_M \sin \gamma_M + J_M x_{HM} \cos \gamma_M + J_N x_{N(HM)} \cos \gamma_N) \quad . \quad (13)$$

und β_N aus dem Ausdruck

$$\sin \beta_N = \frac{1}{E_N} (- J_H r_H \sin \gamma_H - J_N r_N \sin \gamma_N + J_N x_{HN} \cos \gamma_N + J_M x_{M(HN)} \cos \gamma_M). \quad (12\text{a})$$

Hier darf γ nicht um $\frac{\beta_M}{2}$ bzw. $\frac{\beta_N}{2}$ verringert werden.

Der Rechnungsvorgang ist dann ebenso wie der graphische Ermittlungsgang bei größeren Winkelverschiebungen der, daß man die Winkelverschiebung β_M und β_N zunächst abschätzt und mit dem geschätzten Wert die Rechnung durchführt. Nach Durchführung der Rechnung der Spannungsverschiebung ist zu kontrollieren, ob die geschätzten Werte β_M und β_N richtig waren. Gegebenenfalls ist die Rechnung mit den ermittelten Werten von β_M und β_N nochmals durchzuführen.

Einige Rechnungsbeispiele mögen einen Überblick über die in Betracht kommenden Größenverhältnisse der Abfälle bieten.

Beispiel. Maße der Wicklungen und die Abstände in cm zeigt Abb. 11. Der Transformator weise folgende Daten auf (Periodenzahl 50 Hz):

Wicklung	Nennspannung Volt	Nennleistung kVA	Nennstrom A/Phase	Windungszahl	Schaltung	Ohmverlust in % der Nennleistung
H	100 000	6500	37,4	1100	⅄	0,50 %
M	50 000	6000	69,2	952	△	0,33 %
N	6 000	3000	289	66	⅄	0,40 %

Der Transformator sei in M mit 6000 kVA, $\cos \varphi_M = 0{,}85$ nacheilend, in N mit 3000 kVA, $\cos \varphi_N = 0{,}10$ voreilend belastet. Der Spannungsabfall in M und N bei diesem Belastungszustand soll berechnet werden.

Wir schätzen zunächst ab, daß durch die Winkelverschiebung der Spannungen im Transformator $\cos \gamma_M = 0{,}8$, $\cos \gamma_N = 0{,}2$ werde. Die Scheinleistung in der Wicklung H errechnet sich für den gegebenen Belastungsfall dann zu

$$J_H E_H . \sqrt{3} = \sqrt{(6000 . 0{,}8 + 3000 . 0{,}2)^2 + (6000 . \sqrt{1 - 0{,}8^2} - 3000 . \sqrt{1 - 0{,}2})^2}$$
$$= 5440 \text{ kVA}.$$

Der $\cos \varphi$ des Primärstromes wird

$$\cos \gamma_H = \frac{6000 . 0{,}8 + 3000 . 0{,}2}{5440} = 0{,}99;$$

der Sinus

$$\sin \gamma_H = \frac{6000 . \sqrt{1 - 0{,}8^2} - 3000 \sqrt{1 - 0{,}2^2}}{5440} = + 0{,}12,$$

also nacheilend. Wir umgehen die wegen der verschiedenen Windungszahlen der Wicklungen H, M und N sonst erforderliche Umrechnung der Ohmschen und induktiven Widerstände sowie der Einflußspannungen, indem wir alle Spannungen in Prozenten der zugehörigen Nennspannungen angeben. Dann sind auch gleichzeitig die Phasenzahl und die Schaltung in Stern oder Dreieck berücksichtigt.

Bei der willkürlich gewählten Leistung von 6500 kVA ergibt sich:

$J_H r_H$		$= 0{,}5$ %	der Nennspannung
$J_M r_M$		$= 0{,}357$ %	„
$J_N r_N$		$= 0{,}866$ %	„
$J_H x_{HM}$	nach Gl. (6) gerechnet	$= 11{,}7$ %	der Nennspannung
$J_H x_{HN}$	„ „ (6) „	$= 18$ %	„
$J_H x_{MN}$	„ „ (6) „	$= 5{,}85$ %	„
$J_N x_{N(HM)}$	„ „ (7) „	$= 12{,}1$ %	„
$J_M x_{M(HN)}$	„ „ (7a) „	$= 12{,}45$ %	„ .

Die Probe, nach Gl. (8 d) gerechnet, ergibt Übereinstimmung. Für den vorgegebenen Belastungsfall sind die prozentualen Spannungsverschiebungen proportional den in den einzelnen Wicklungen auftretenden Leistungen zu reduzieren, z. B. für die Leistung von 3000 kVA in der Wicklung N ist

$$J_N x_{N(HM)} = \frac{3000}{6500} . 12{,}1 = 5{,}58 \%$$

einzusetzen. Dann errechnet sich der Spannungsabfall bzw. die Wirkkomponente der Spannungsverschiebung $E_0 - E_M$ nach Gl. (10) zu $E_0 - E_M = + 1{,}71$ %, die Blindkomponente der gleichen Spannungsverschiebung $E_M \sin \beta_M = 9{,}52$ % [Gl. (12)]. Der Winkel β ergibt sich zu $\sin \beta_M = 0{,}0967$. Rechnet man den $\sin \beta$ aus dem vorgegebenen $\cos \varphi_M = 0{,}85$ und der den obigen Ausrechnungen zugrunde gelegten Schätzung von $\cos \gamma_M = 0{,}80$ nach der Gleichung

$$\sin \beta_M = \sin (\gamma_M - \varphi_M) = \sin \gamma_M \cos \varphi_M - \cos \gamma_M \sin \varphi_M,$$

so erhält man $\sin \beta_M = 0{,}099$. Der Wert stimmt mit dem aus der Spannungsverschiebung errechneten von 0,0967 genügend genau überein, so daß sich eine zweite Rechnung erübrigt.

Analog bestimmt sich

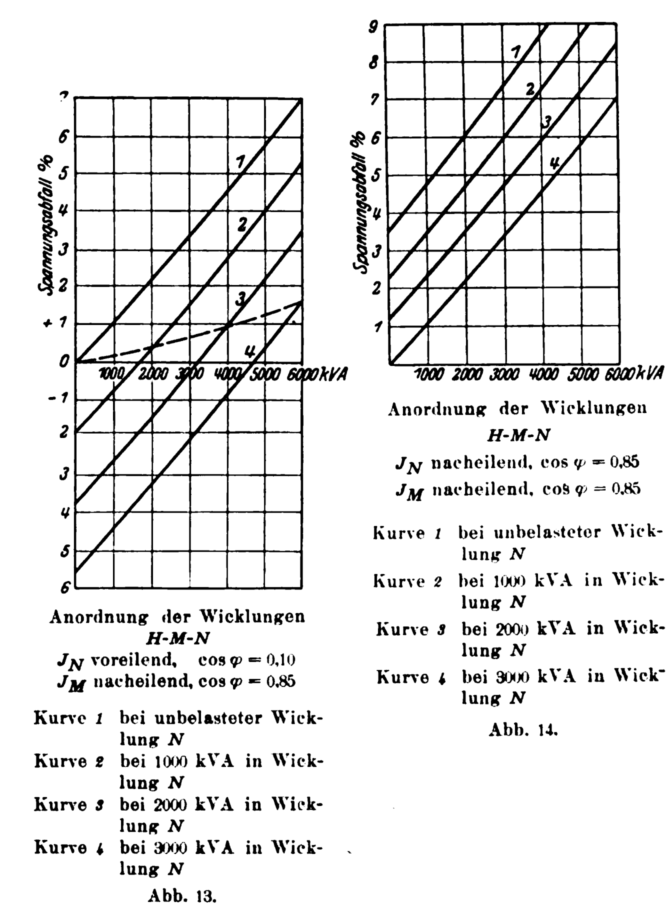
$E_0 - E_N \; = - 0{,}81$ % der Nennspannung
$E_N \sin \beta_N = \; 10{,}99$ % „
$\sin \beta_N \; = \; 0{,}109$ aus Spannungsverschiebung bestimmt,

während sich $\sin \beta_N$ aus dem vorgegebenen $\cos \varphi_N = 0{,}10$ voreilend und dem zur Berechnung der Spannungsabfälle benutzten Schätzungswert $\cos \gamma_N = 0{,}2$ zu $\sin \beta_N = 0{,}101$ ergibt. Nehmen wir in zweiter Annäherung $\cos \gamma_N = 0{,}208$ an, so ergibt sich

$$E_0 - E_N = - 0{,}80 \%,$$
$$\sin \beta_N = 0{,}109,$$

so daß jetzt Übereinstimmung besteht; der Spannungsabfall also nun richtig ist.

In Abb. 13 ist der Spannungsabfall $E_0 - E_M$ (Wirkkomponente der Verschiebung) für alle Belastungen der Wicklung M von 0 ... 6000 kVA dargestellt bei $\cos \varphi_M = 0{,}85$. Abb. 14 zeigt die Verhältnisse bei Belastung der Wicklung N mit $\cos \varphi = 0{,}85$ nacheilend, also für den Fall, daß an N ebenfalls ein Netz mit Asynchronmotoren und Lichtbelastung angeschlossen ist.



Anordnung der Wicklungen
H-M-N
J_N voreilend, $\cos \varphi = 0{,}10$
J_M nacheilend, $\cos \varphi = 0{,}85$

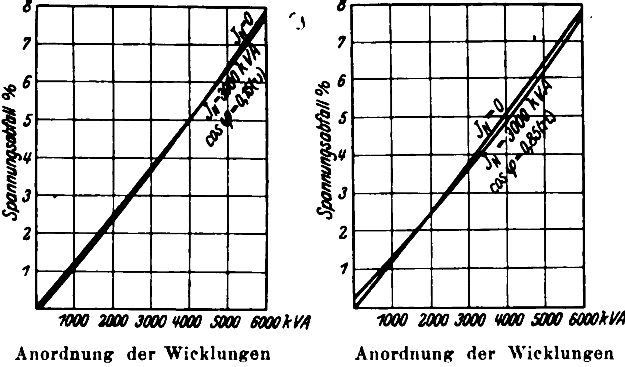
Kurve 1 bei unbelasteter Wicklung N
Kurve 2 bei 1000 kVA in Wicklung N
Kurve 3 bei 2000 kVA in Wicklung N
Kurve 4 bei 3000 kVA in Wicklung N

Abb. 13.

Anordnung der Wicklungen
H-M-N
J_N nacheilend, $\cos \varphi = 0{,}85$
J_M nacheilend, $\cos \varphi = 0{,}85$

Kurve 1 bei unbelasteter Wicklung N
Kurve 2 bei 1000 kVA in Wicklung N
Kurve 3 bei 2000 kVA in Wicklung N
Kurve 4 bei 3000 kVA in Wicklung N

Abb. 14.



Anordnung der Wicklungen
M-H-N
J_N voreilend, $\cos \varphi = 0{,}1$
J_M nacheilend, $\cos \varphi = 0{,}85$

Abb. 15.

Anordnung der Wicklungen
M-H-N
J_N nacheilend, $\cos \varphi = 0{,}85$
J_M nacheilend, $\cos \varphi = 0{,}85$

Abb. 16.

Abb. 13—16. Prozentualer Spannungsabfall in Wicklung *M* in Abhängigkeit von der Belastung in Wicklung *M*.

In Abb. 15 und 16 sind dieser Darstellung die Spannungsabfälle für die gleichen Belastungen gegenübergestellt, wenn die Transformatorwicklung nicht nach Abb. 11 sondern nach Abb. 12, also mit zu beiden Seiten der Primärwicklung angeordneten energieabgebenden Wicklungen ausgeführt wird. Für diese Wicklungsanordnung wird bei 6500 kVA

$J_H r_H = 0{,}5\%$ $J_M x_{HM} = 12{,}75\%$ $J_N x_{N(HM)} = -0{,}092\%$
$J_M r_M = 0{,}33\%$ $J_N x_{HN} = 8{,}58\%$ $J_M x_{M(HN)} = -0{,}097\%$
$J_N r_N = 0{,}40\%$ $J_M x_{MN} = 21{,}7\%$.

Die Rechnungsbeispiele zeigen, daß bei einseitig von der energieaufnehmenden Wicklung angeordneten energieabgebenden Wicklungen eine sehr starke Beeinflussung des Spannungsabfalls der einen Wicklung durch Belastung der zweiten eintritt, und daß je nach dem $\cos \varphi$ der Belastung der energieabgebenden Wicklungen der Spannungsabfall gegenüber unbelasteter dritter Wicklung vergrößert oder verkleinert wird. Bei Anordnung der ins Netz speisenden Wicklungen zu beiden Seiten der aus dem Netz gespeisten Wicklung ist jedoch die gegenseitige Beeinflussung sehr gering. Im ersten Fall ist Parallellauf mit einem Zweiwicklungstransformator nur bei unbelasteter dritter Wicklung des Dreiwicklungstransformators oder unter Zuhilfenahme von Regeleinrichtungen möglich. Als Regeleinrichtung kann auch die Veränderung der Erregung des Phasenschiebers dienen. Wird bei einem bestimmten, gleichbleibenden Leistungsfaktor des Netzes die Phasenschieberleistung ebenfalls bei konstantem Leistungsfaktor der Netzbelastung proportional eingeregelt, so ändert sich der Spannungsabfall in der aufs Netz arbeitenden Wicklung M nach einer durch den Nullpunkt gehenden, annähernd geraden Linie (gestrichelte Kurve in Abb. 13) wie beim Zweiwicklungstransformator, und es kann bei jeder Last guter Parallellauf und Blindstromkompensation erreicht werden. Bei fester Einstellung der Erregung kann nur für einen Belastungsfall, z. B. für Vollast, Parallellauf und Blindstromkompensation erreicht werden, was in vielen Fällen zulässig sein wird.

Im zweiten Fall — beidseitige Anordnung der belasteten Wicklungen — sind die Verschiedenheiten des Spannungsabfalls so klein, daß bei jeder Belastung der dritten Wicklung ein einwandfreier Parallellauf des Dreiwicklungstransformators gleicher Kurzschlußspannung erreicht wird. Nur bei sehr großer radialer Höhe der Primärspule des Dreiwicklungstransformators mit Röhrenspulen bzw. sehr großer axialer Erstreckung der Primärspule des mit Scheibenwicklung ausgeführten Dreiwicklungstransformators werden auch im zweiten Fall die Einflußspannungen einigermaßen bemerkbar, doch kaum je so groß, daß nicht wenigstens Parallellauf im Netz und bei Zulassung relativ geringer prozentualer Belastungsverschiedenheiten auch Sammelschienen-Parallellauf ohne weitere Hilfsmittel statthaft ist.

Da gewöhnlich bei der Projektierung der Transformatorstationen vorauszusehen ist, welche Fälle der Energiezufuhr und Energieabgabe vorkommen werden, so ist es auch möglich, die richtige Anordnung der Wicklungen zu wählen und für ausnahmsweise eintretende andere Belastung die erforderlichen Vorkehrungen zu treffen.

Der Parallellauf zweier Dreiwicklungstransformatoren mit gleichen Kurzschlußspannungen aller drei Wicklungspaare ist bei Anschluß beider mit allen drei Wicklungen auch im Falle der einseitigen Anordnung der energieabgebenden Wicklungen möglich; jedoch können (s. Abb. 15) die Spannungsabfälle eine für den regelmäßigen Betrieb unerwünschte Höhe erreichen.

Unter besonderen Umständen, wenn z. B. abwechselnd aus dem einen oder dem anderen Netz gespeist werden soll, kann sich eine Anordnung *I II I III* oder eine andere Variation der Anordnung empfehlen, wobei sich bezüglich des Spannungsabfalls Verhältnisse ergeben, die zwischen denen der Abb. 13 und 14 einerseits und jenen der Abb. 15 und 16 anderseits liegen. Bei hohen Spannungen führen aber solche Teilungen der Wicklungen zu wesentlich höheren Gestehungskosten der Transformatoren.

Die im obigen angewendete Betrachtungsweise sowie die berechneten Ausdrücke für die Einflußspannung leisten auch bei der Berechnung des Spannungsabfalls und der Stromverteilung von all den Transformatoren gute Dienste, bei denen eine Wicklung aus mehreren Teilen besteht, die nicht vom gleichen Strom durchflossen werden, z. B. bei Transformatoren mit parallel geschalteten Wicklungszweigen, Transformatoren mit gleichzeitig benutzten Anzapfungen verschiedener Spannung und Transformatoren mit Spezialschaltung. Die Behandlung einiger solcher Fälle soll einem späteren Aufsatz vorbehalten bleiben.

Fortschritte der Isolationstechnik, speziell in bezug auf die Geradseiten geschlossener Ankerspulen.

Von Prof. **A. Imhof,** Winterthur.

Übersicht. Nach einer kurzen Beschreibung des Verfahrens zur Isolation der Geradseiten von Hochspannungs-Generatorspulen werden zunächst die verschiedenen bisher üblichen Vorrichtungen zum Aufwalzen des Micafoliums in historischer Folge dargestellt, mit Hinweis auf deren Nachteile. Ausführlich wird dann eine neue Maschine der Micafil A. G. beschrieben, welche das an sich bekannte Muldensystem auch für geschlossene Spulen völlig mechanisiert. Mulde und Plätteisen stehen im Raume fest, die Spule rotiert um die eine Geradseite. Bezweckt wird durch die Neuerung, den wesentlichsten Vorteil des Muldensystems, der in einer Führung der Geradseite auf ihrer ganzen Länge besteht, mit einer schnellen, rein maschinellen Arbeitsweise zu verbinden.

Es gibt wohl wenige Gebiete der Isolationstechnik, wo mit solcher Sorgfalt vorzugehen ist, wie bei der Isolierung der Hochspannungs-Dynamowicklungen. Der in den Nuten zur Verfügung stehende Raum ist eben außerordentlich klein. Man sucht denn auch unablässig nach Methoden, die Qualität der sogenannten Kanäle zu erhöhen, da von der Zuverlässigkeit dieses Teiles besonders viel abhängt und die Anforderungen immer höher gestellt werden. Während man z. B. bei Durchführungsisolatoren aus gewickeltem Dielektrikum mit maximalen Prüf-Feldstärken von 50 ... 70 kV/cm rechnet, muß man hier sogar b e t r i e b s m ä ß i g oft auf 30 ... 40 kV/cm gehen. In Lufteinschlüssen kommt man hierbei auf Beanspruchungen von etwa 150 ... 200 kV/cm, d. s. Werte, die ein heftiges Glimmen zur Folge haben.

Zu den hohen qualitativen Ansprüchen erstrebt man kürzere Herstellungszeiten.

Die Isolation der Geradseiten von Hochspannungs-Maschinenspulen gegen das Eisen wird heute ganz allgemein aus Micafolium-Röhren hergestellt, d. h. aus Papier, das einseitig mit Glimmerschuppen beklebt ist und dann zu Röhren direkt um die Drähte herum aufgewickelt wird. Dabei kommen beträchtliche Längen, bei Turbogenera-

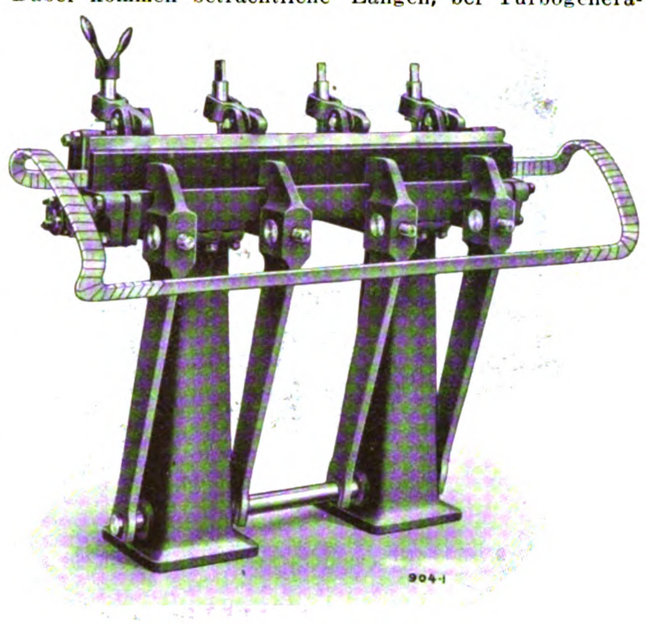


Abb. 1. Spulenpresse.

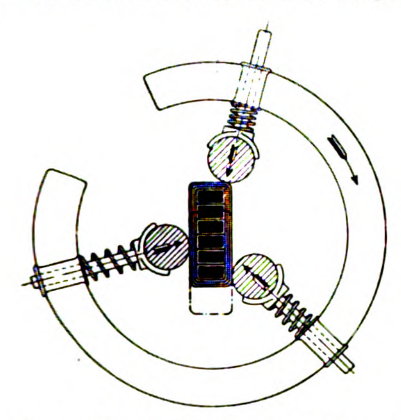


Abb. 2. Prinzip der Umwalzmaschine mit rotierenden Rollen.

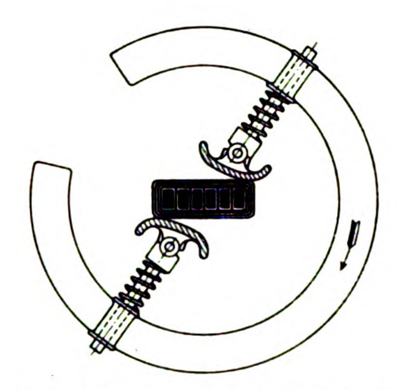


Abb. 4. Prinzip der Umwalzmaschine mit rotierenden Plätteisen.

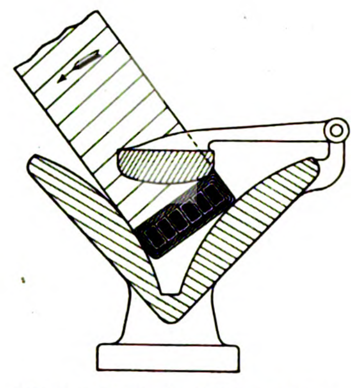


Abb. 5. Prinzip des Muldensystems.

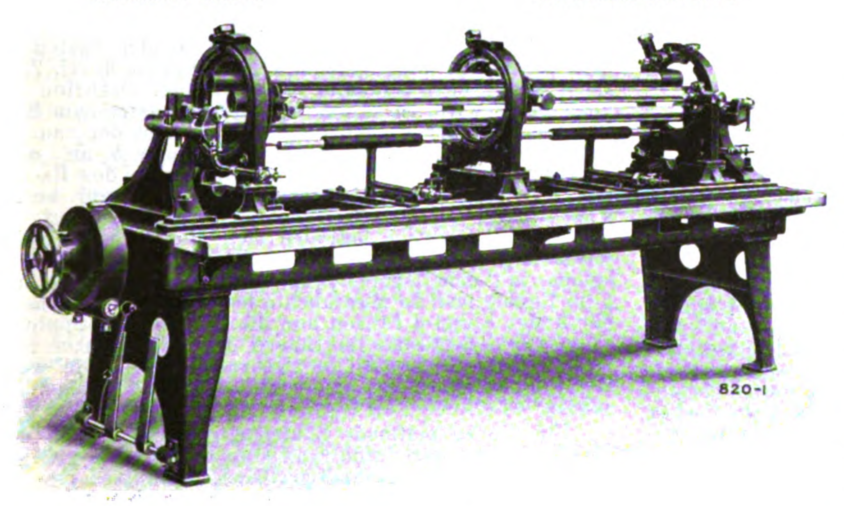


Abb. 3. Ältere Mica-Umwalzmaschine mit rotierenden Rollen.

toren bis zu etwa 3 m vor. Eine wichtige Bedingung ist, daß die Kanäle selbst frei von Luftlücken sind, daß sie sehr dicht um das Drahtbündel der Spulen gewickelt sind und sich auch an den Eisenkörper überall gut anlegen, d. h. gut gerade sind. Um Luftlücken zwischen den Drähten selbst wie auch zwischen den Drähten und ihrer Umhüllung völlig zu vermeiden, ist allgemein die Kompoundierung üblich, bestehend im Ausfüllen der Hohlräume mit einer leicht erweichbaren, schmiegsamen Isoliermasse.

Zum besseren Verständnis des Aufplätteprozesses seien die vorangehenden Arbeiten kurz skizziert. Die gewickelten Generator- oder Motorspulen werden provisorisch gebunden und nun in einem auf etwa 70 ° geheizten Kessei evakuiert, damit Feuchtigkeit und Lufteinschlüsse entfernt werden. Darauf läßt man die bereits in einem Nachbarkessel geschmolzene Kompoundmasse, die unter dem äußeren Luft-



druck steht und bei rd. 160° dünnflüssig ist, einfließen. Etwa eine halbe Stunde lang wird noch ein Überdruck von 4 ... 6 at erzeugt, um die Masse in alle Poren einzupressen. Dann wird die übrigbleibende Masse durch den Luftdruck wieder heraus in den Schmelzkessel gedrängt. Man läßt die Spulen abtropfen, verputzt sie und gibt ihnen nun in der Warmpresse (Abb. 1), deren Preßteile Heizkanäle enthalten, die exakte Querschnittform. Die Presse wird sodann mit Wasser gekühlt, damit der Kompound fest wird. Die Spulen sind nun bereit zum Auflegen des Micafoliums, was meistens von Hand geschieht.

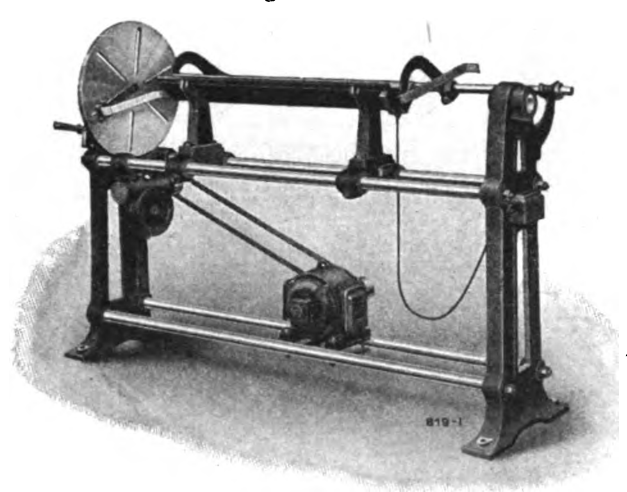


Abb. 6. Mica-Umwalzmaschine nach dem Muldensystem, für offene Spulen.

Sehr wichtig ist die nachher folgende Aufplättung mit ständiger Erhitzung, damit sich Lage gut auf Lage klebt und sich die Kompoundmasse durch alle Poren verteilt. Von diesem Plätteprozeß hängt die Qualität der Röhren ganz wesentlich ab. Das Verfahren sollte ermöglichen, die Pressung ohne eine periodische Deformierung vorzunehmen, sei sie den Querschnitt betreffend, sei sie die Durchbiegung betreffend. Alle bisherigen Verfahren wirken im einen oder andern Sinne deformierend, oder sie sind nicht eigentlich maschinell durchführbar.

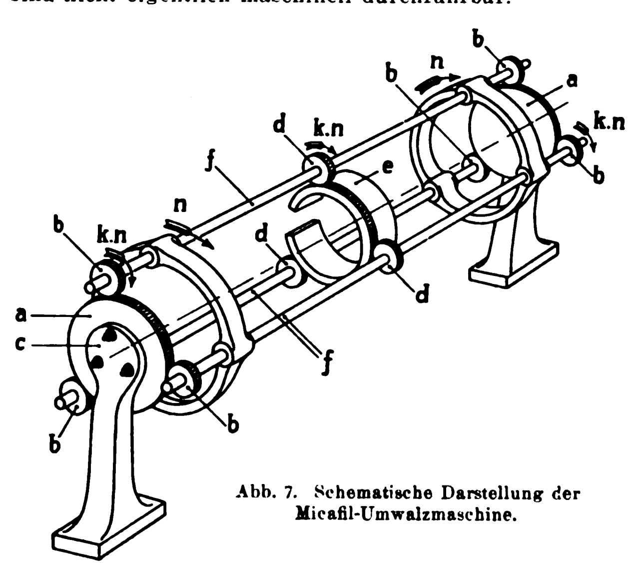


Abb. 7. Schematische Darstellung der Micafil-Umwalzmaschine.

Mehrere Plättevorrichtungen wurden nach und nach entwickelt. Zunächst hielt man die Spulen selbst fest und ließ drei radiale, gegen die Geradseiten durch Federkraft drückende Rollen um die Geradseite als Achse rotieren (Abb. 2 u. 3). Die Ecken wurden so zu stark gepreßt, namentlich mußte sich aber die Spule nach unten durchbiegen und erhielt so durch die Rollen ein periodisches Torsionsmoment. Durch besondere Vorrichtungen gelang es, den Preßdruck zu vergleichmäßigen, aber der Hauptnachteil wurde hierdurch nicht behoben, auch nicht durch den Ersatz der Rollen durch geeignet geschweifte und geheizte Plätteisen (Abb. 4), die immerhin wieder einen gewissen Fortschritt bedeuteten. Die Spulen-Geradseiten müssen auf ihrer ganzen Länge unterstützt werden. Dies geschieht mit dem sogenannten Muldensystem, bei dem die Spule selbst um die zu umplättende Geradseite von Hand gedreht wird, wie in Abb. 5 dargestellt ist. Die Geradseite liegt in einer geheizten Mulde, von oben drückt ständig ein Plätteisen dagegen. Um die Spule ganz drehen zu können, muß die Mulde auf Führungsschienen, die in der Mitte geöffnet sind, hin- und herbewegt werden. Kleine Spulen lassen sich so gut umwickeln und umwalzen, größere verursachen aber ihres Gewichtes wegen viel Mühe und Zeitaufwand und werden auch durch die angreifenden Kräfte leicht tordiert. Für offene Spulen wurde das Muldensystem maschinell ausgebaut (Abb. 6), indem die Drehung der Spulen motorisch bewirkt wurde. Diese sehr zweckmäßige Maschine ist leider zu wenig allgemein brauchbar.

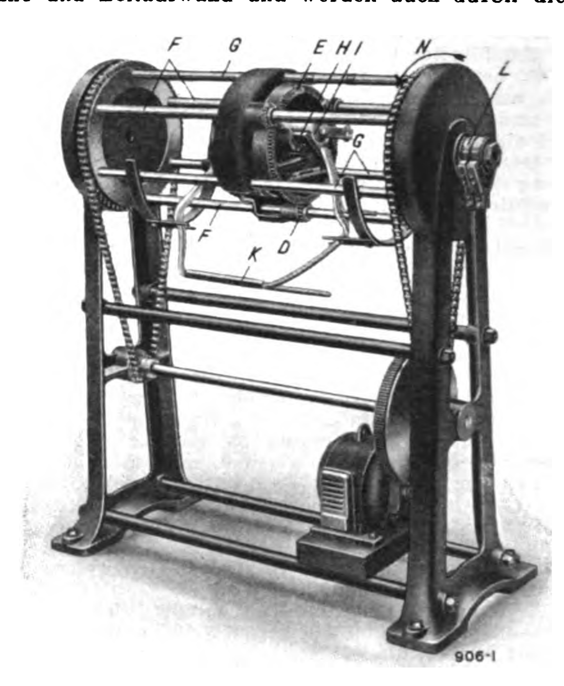


Abb. 8. Micafil-Umwalzmaschine.

Die Micafil A. G. hat nun eine auch für geschlossene Spulen verwendbare Maschine entwickelt, welche das Prinzip der die Spulen zweiseitig stützenden geheizten Mulde aufweist und dabei aber ein vollständig mechanisches Aufplätten der Isolation ermöglicht, dies für kleinste wie für allergrößte Spulenlängen. Die neue Maschine stellt auf dem Gebiete der Isolationstechnik eine sehr bedeutende Erfindung dar.

Die ganze Spule rotiert um die zu plättende Spulenseite. Mulde und Plättevorrichtung stehen räumlich fest. Die zu lösende Aufgabe bestand also darin, die Mulde mit Plättevorrichtung im Raume festzuhalten, ohne die Rotation der Spule durch Fixierarme zu verhindern. Dies geschieht in der Weise, daß vom rotierenden System aus dem darin liegenden, festzuhaltenden System durch Zahnräder ein gleich schneller gegenläufiger Drehsinn aufgezwungen wird, so daß es tatsächlich relativ zum Raum feststeht. In der Prinzipabbildung 7 treibt der räumlich feststehende Zahnkranz a die Zahnräder b an, deren Achsen auf einer Kreisbahn um die Achse des Rades a mit n U/min bewegt werden. Ihre Drehzahl beträgt $k \cdot n$ U/min im eingezeichneten Drehsinn. Auf den Achsen der Räder b befinden sich die Räder d, welche wieder mit einem zu a koaxialen Zahnkranz e im Eingriff stehen, mit dem Übersetzungsverhältnis $1/n$. Steht also a im Raume fest, so muß auch e feststehen. Die Achsen f der Räder b und d führen nun die zu plättende Spule mit sich herum, während im Innern des Zahnkranzes e die Mulde und Plätteisen untergebracht sind. Die ganze Maschine ist in bezug auf die Ebene durch e symmetrisch gebaut.

Um die zu plättende Spulenseite in die Mulde legen zu können, ist der Zahnkranz e an einer Stelle geöffnet, was aber für den genannten Prozeß belanglos ist, weil der Antrieb an drei gleich weit auseinanderliegenden Stellen erfolgt. Auch das Gußgehäuse, welches den Plätteapparat birgt, muß an einer Stelle aufgeschnitten

sein; zum Einsetzen der Spulen werden die Ausschnitte des Zahnkranzes und des Gehäuses zur Koinzidenz gebracht.

Die Heizung der Mulde erfolgt elektrisch durch eingebaute Widerstandskörper. Der Strom wird durch zwei Schleifringe dem rotierenden System zugeführt und wieder durch zwei Schleifringe von diesem aus den feststehenden Mulden-Heizkörpern.

In der Abb. 8 ist ein kleines Modell der Plättemaschine wiedergegeben. Man sieht deutlich an beiden Endseiten die durch Gallsche Ketten angetriebenen Zahnräder, hinter denen, auf dem Bild nicht sichtbar, die festen Zahnkränze liegen. Von den sechs axialen Rundstäben drehen sich drei (*F*) um ihre eigene Achse und bringen durch den Eingriff der Räder *D* mit dem Zahnkranze *E* die Mulde *H* und den Preßkörper *I* zum Stillstand. Die Generatorspule *K* ist an den Stäben *G* befestigt, ihre eine Seite liegt in der Mulde *H*. Das Gehäuse dreht sich mit herum. In der Abbildung sind rechts außen die Schleifringe *L* für den Heizstrom sichtbar.

Eine Neuerung besteht auch in der etwas konvexen Formgebung der Mulden-Reibungsflächen (Abb. 5), wodurch eine teilweise abwälzende, teilweise reibende Bewegung der Stabpartien und damit ein äußerst sattes, luftfreies Anliegen des Isolierstoffes an denselben bewirkt wird.

Die Maschine hat den weiteren Vorteil, daß seitliche Aufspannvorrichtungen für die Spulen wegfallen und somit die Plättung bis an die Enden der Geradseiten erfolgen kann.

Durch die rein maschinelle Umwicklung wird nicht nur die Qualität erhöht, sondern durch große Zeitersparnis werden die Gestehungskosten ganz erheblich vermindert.

Die Maschine ist höchst einfach gebaut. Es steht nichts im Wege, sie beliebig lang zu bauen, um auch die längsten Spulen damit umplätten zu können. Sie eignet sich in gleicher Weise für alle vorkommenden Spulenformen, und es ergibt sich aus der vorangehenden Beschreibung, daß das Äußerste getan worden ist, um Formänderungen während des Prozesses zu vermeiden. Die Technik der Werkzeugmaschinen für elektrische Isolationen ist durch diese Erfindung um ein nützliches Glied bereichert worden.

Die Symmetriebedingungen für Gleichstromankerwicklungen.

Von Dr. techn. Ing. **Heinrich Sequenz,** Wien.

Übersicht. Arnold-la Cour stellen für Gleichstromankerwicklungen drei Symmetriebedingungen auf:
Sollen die $2a$ nebeneinandergeschalteten Ankerstromzweige in jeder Lage des Ankers in bezug auf Spannung und Widerstand genau einander gleichwertig sein, so müssen die Stegzahl K, die Nutenzahl N und die Polzahl $2p$ durch die Paarzahl a der Ankerstromzweige ganzzahlig teilbar sein[1].
Es wird nun hier gezeigt werden, daß diese drei Symmetriebedingungen ungenügend sind, und daß für eine symmetrische Ankerwicklung K, N und $2p$ durch die Ankerzweigzahl $2a$ ganzzahlig teilbar sein müssen. Ferner wird untersucht werden, welchen Einfluß diese neuen Symmetriebedingungen auf die Ausführbarkeit von symmetrischen Wellenwicklungen ausüben.

1. Darstellung der Wicklung.

(Spannungsvieleck und „reduziertes Schema".)

In den folgenden Abbildungen wurde versucht, das Spannungsvieleck einer Wicklung immer in Verbindung mit dem von Arnold angegebenen „reduzierten Schema" dieser Wicklung zu zeichnen[2]. Erst durch diese Darstellungsweise wird meiner Meinung nach ein guter Einblick in die Beziehungen gewährt, die zwischen Spannung und Widerstand der einzelnen Ankerstromzweige und den Lagen des Ankers zu den Bürsten bestehen. Um aber das Spannungsvieleck in Verbindung mit dem „reduzierten Schema" der Wicklung zeichnen zu können, mußte dieses „reduzierte Schema" etwas abgeändert werden.

Für das Spannungsvieleck einer Wicklung gelten bekanntlich die Regeln:

a) Die Zahl der Umläufe im Spannungsvieleck ist immer gleich der halben Zahl a der nebeneinandergeschalteten Ankerzweige.

b) Die Seitenzahl eines Umlaufes ist $\frac{K}{a}$.

c) Ist $\frac{K}{a}$ eine ganze Zahl, so haben alle Umläufe gleich viel Seiten und decken sich völlig.

d) Die Ecken des Vielecks entsprechen den Stromwenderstegen[3].

A) $\frac{K}{a}$ keine ganze Zahl.

In Abb. 1 ist eine vierpolige, eingängige Schleifenwicklung mit $K = 15$ Spulen in $N = 15$ Nuten gezeichnet. Abb. 2 ist der Spannungstern dieser Wicklung, und in Abb. 3 wurde das Spannungsvieleck mit dem reduzierten Schema entworfen. Dies reduzierte Schema ist aus dem von Arnold angegebenen wie folgt hervorgegangen.

Nach Arnold wäre das reduzierte Schema der angenommenen Wicklung das in Abb. 4 dargestellte. Es enthält vier Pole, da nach Arnold das reduzierte Schema einer Trommelwicklung mit a Ankerzweigpaaren a Polpaare erhält, gleichgültig, wie viele Polpaare die Trommelwicklung besitzt. Nun ist aber das Spannungsvieleck einer Wicklung immer nur auf ein Polpaar bezogen; daher kann das reduzierte Schema von Arnold nicht in Verbindung mit dem Spannungsvieleck gezeichnet werden, wenn die Wicklung mehr als zwei Ankerstromzweige aufweist.

Es ist aber leicht, aus dem $2a$-poligen reduzierten Schema von Arnold ein zweipoliges zu machen. Die einmal umlaufende Ringwicklung des Arnoldschen Schemas wird zu einer a-mal umlaufenden Wicklung. Die Zahl der Umläufe der Ringwicklung wird also die gleiche wie die Zahl der Umläufe des Spannungsvielecks. Selbstverständlich werden aus dem einen Stromwender des Arnoldschen Wicklungsbildes a Stromwender. Ist $\frac{K}{a}$, wie angenommen wurde, keine ganze Zahl, so sind die Reststege auf die einzelnen Stromwender entsprechend aufzuteilen (siehe Abb. 3).

Dieses auf ein Polpaar bezogene „reduzierte Schema" kann nun ohne Schwierigkeit in Verbindung mit dem Spannungsvieleck gezeichnet werden. Auf die Form der Ringwicklungsspule wurde keine Rücksicht genommen; denn auf sie kommt es bei der gestellten Aufgabe nicht an.

B) $\frac{K}{a}$ ganzzahlig.

Ist $\frac{K}{a}$ eine ganze Zahl, so decken sich die a Umläufe des Spannungsvielecks völlig, und alle Umläufe haben die gleiche Seitenzahl $\frac{K}{a}$. In diesem Falle decken sich auch die a Umläufe meines reduzierten Schemas, denn jedes Polpaar des Arnoldschen Schemas enthält gleichviele Spulen $\frac{K}{a}$. Die a Stromwender meines Schemas können zusammengelegt werden, da die Bürstenpaare symmetrisch zu den Stegen liegen, wenn die Stegzahl K durch die Ankerzweigpaarzahl ganzzahlig teilbar ist. Das Spannungsvieleck und das auf zwei Pole bezogene reduzierte Schema einer solchen Wicklung ist z. B. in Abb. 5 entworfen. Man sieht, wie einfach die Darstellung in einem solchen Falle wird. Nur hat man sich zu merken, daß Spannungsvieleck, Ringwicklung und Stromwender a Umläufe haben, die sich hier decken.

Bei der Aufgabe, den Beweis zu liefern, daß die Arnoldschen Symmetriebedingungen $\left(\frac{K}{a}, \frac{N}{a}, \frac{p}{a} \text{ ganzzahlig}\right)$, ungenügend sind, werden wir es also stets mit Wicklungen zu tun haben, bei denen $\frac{K}{a}$ bzw. $\frac{N}{a}$ eine ganze Zahl ist; d. h.

[1] Arnold-la Cour, Die Gleichstrommaschine, Bd. 1, S. 31—33 3. Aufl., Verlag Julius Springer, Berlin 1919.
[2] Arnold-la Cour, Die Gleichstrommaschine, Bd. 1, S. 93—105, Reduziertes Schema.
[3] R. Pichelmayer, Dynamobau, S. 49—57. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1908. — R. Richter, Ankerwicklungen für Gleich- und Wechselstrommaschinen, S. 45—66. Verlag Julius Springer, Berlin 1920. — Arnold-la Cour, Die Gleichstrommaschine, Bd. 1, S. 197—205.

mit Wicklungen, bei denen sich die a Umläufe des Spannungsvielecks, meines reduzierten Schemas und des Stromwenders vollständig decken.

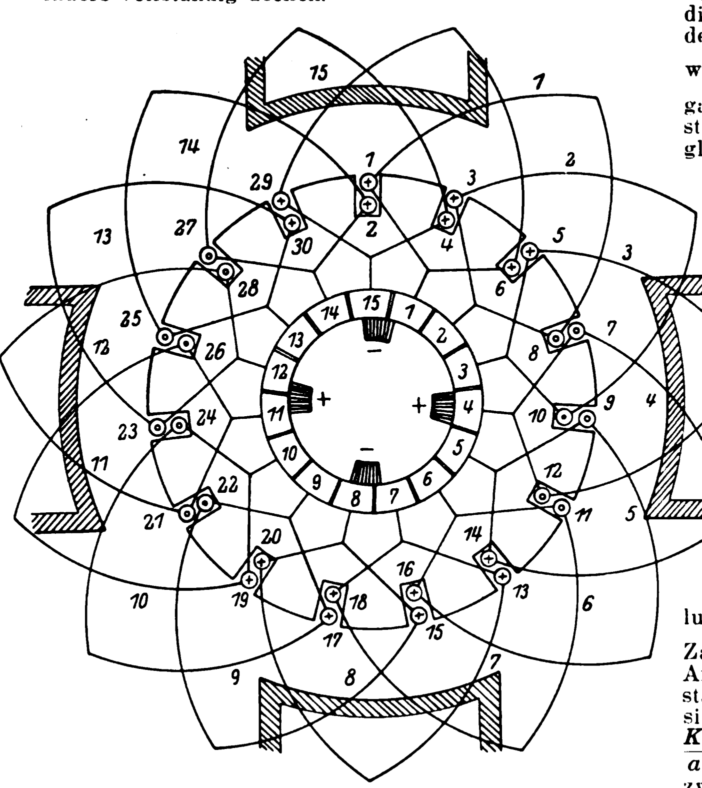


Abb. 1. Vierpolige, eingängige Schleifenwicklung.

1. Bedingung: $\frac{K}{2a}$ muß ganzzahlig sein.

In Abb. 5 ist das Spannungsvieleck und das auf ein Polpaar reduzierte Schema einer Schleifenwicklung gezeichnet, für die $\frac{K}{a}$ eine ganze, aber ungerade Zahl ist. (Z. B. $\frac{K}{a} = 7$.)

Wie man aus der Zeichnung sieht, sind nicht für jede Lage des Ankers gegenüber den Bürsten die Stromzweige genau einander gleichwertig. Bei der

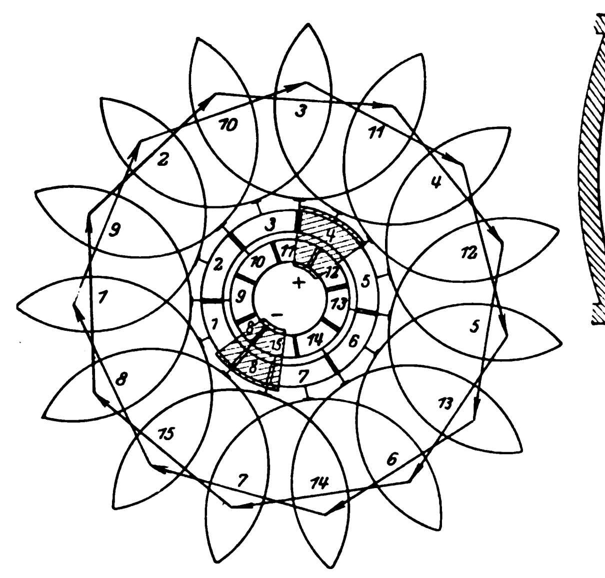


Abb. 3. Spannungsvieleck und reduziertes Schema zu Abb. 1.

Bürstenstellung AB z. B. weist die eine Hälfte der Ankerstromzweige die Spannung $2' - 6'$ und die andere Hälfte die Spannung $3' - 6'$ auf. Es wird also ein Ausgleichstrom auftreten, der dem Spannungsunterschiede $2' - 3'$ entspricht. Bei der Bürstenstellung CD haben wohl alle Ankerstromzweige die gleiche Spannung $3 - 6$; doch enthält diesmal eine Hälfte der Ankerzweige drei Spulen, die andere Hälfte aber 4 Spulen, so daß die Widerstände der Zweige ungleich sein werden. Man erkennt also, daß, wenn $\frac{K}{a}$ eine ganze aber ungerade Zahl, also $\frac{K}{2a}$ keine ganze Zahl ist, die nebeneinandergeschalteten Ankerstromzweige nicht in jeder Ankerlage genau einander gleichwertig sind.

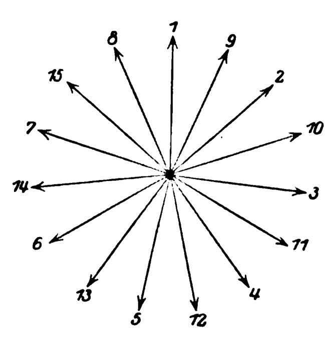


Abb. 2. Spannungsstern der Schleifenwicklung Abb. 1.

Zeichnet man aber das Spannungsvieleck einer Wicklung auf, für die $\frac{K}{a}$ eine gerade Zahl, also $\frac{K}{2a}$ eine ganze Zahl ist, so wird man finden, daß für jede Lage des Ankers in bezug auf die Bürsten, die EMKe und die Widerstände der einzelnen Ankerstromzweige einander gleich sind. So haben z. B. in Abb. 6 (Schleifenwicklung mit $\frac{K}{a} = 12$) bei der Bürstenstellung AB alle Ankerstromzweige die Spannung $4 - 10$ und den Widerstand, der gleich ist dem 6fachen Widerstand einer Spule. Bei der Bürstenstellung CD weisen a Ankerzweige die Spannung $4 - 11$ und a Zweige die Spannung $5 - 10$ auf, welche Spannungen wieder gleich sind. Außerdem enthalten alle

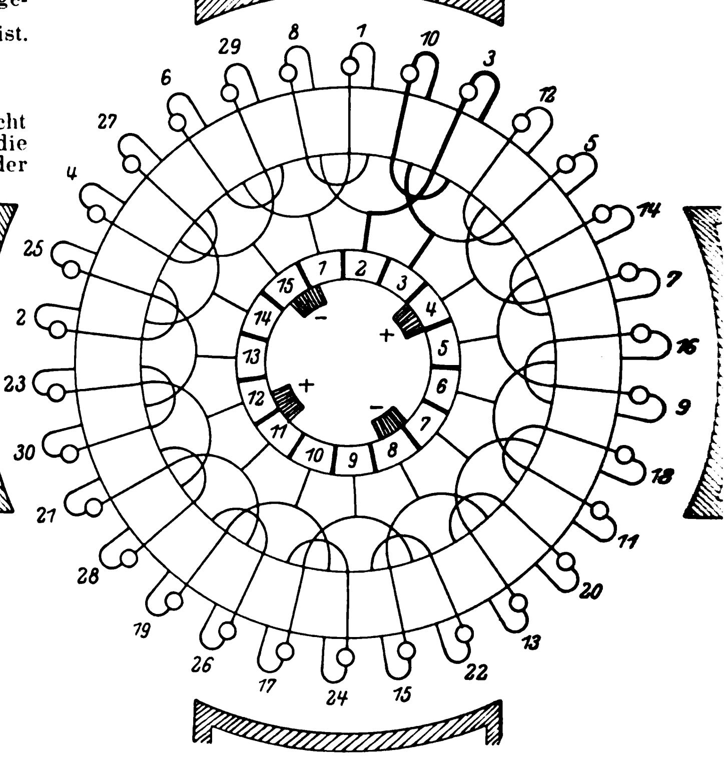


Abb. 4. Reduziertes Schema zu Abb. 1 nach Arnold.

Ankerstromzweige gleich viele (5) Spulen, so daß auch die Widerstände gleich sind. Bei der Bürstenstellung EF ist die Spannung aller Ankerzweige $5' - 11'$ und der Widerstand gleich dem 6fachen Spulenwiderstand.

Wir kommen also zu dem Ergebnis, daß für vollkommene Symmetrie der Ankerstromzweige die Bedingung

$$\frac{K}{2a} = \text{eine ganze Zahl}$$

erfüllt werden muß.

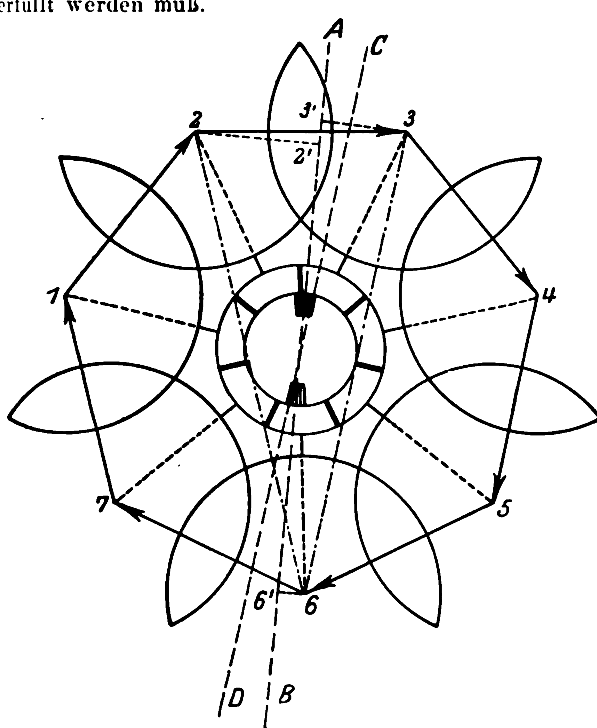


Abb. 5. Schleifenwicklung, $\frac{K}{a}$ ungeradzahlig.

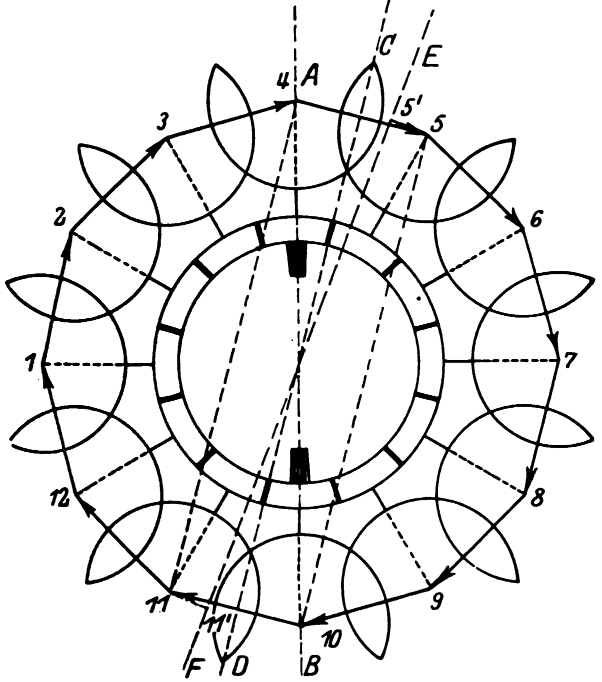


Abb. 6. Schleifenwicklung, $\frac{K}{a}$ geradzahlig.

2. Bedingung: $\frac{N}{2a}$ muß ganzzahlig sein.

Bei den zwei aufgezeichneten Spannungsvielecken war die Nutenzahl N gleich der Spulenzahl K; d. h. es befanden sich nur zwei Spulenseiten in einer Nut. Im allgemeinen sind aber s_n Spulenseiten in einer Nut.

In der Abb. 7 ist das Spannungsvieleck und reduzierte Schema einer Wellenwicklung gezeichnet mit $\frac{K}{a} = 15$ Spulen in $\frac{N}{a} = 5$ Nuten für eine $4a$-polige Maschine. Hier liegen also $s_n = 6$ Spulenseiten in einer Nut. Die Ankerstromzweigzahl ist $2a$. Man erhält so viel sich wiederholende Spannungsstrahlengruppen (Abb. 7 a), als Nuten in 1 Ankerzweigpaar sind; in unserem Beispiele $\frac{N}{a} = 5$ Gruppen. Jede Strahlengruppe enthält so viele Spannungsstrahlen als Spulenseiten in einer Nut nebeneinander liegen, also $\frac{s_n}{2}$; im Beispiel $\frac{s_n}{2} = 3$ Strahlen für 1 Gruppe. Die $\frac{s_n}{2}$ Strahlen einer Gruppe können auch ein und dieselbe Richtung haben, d. h. die entsprechenden Spannungen phasengleich sein. Dies ist der Fall bei Schleifenwicklungen; bei Wellenwicklungen nur unter besonderen Bedingungen.

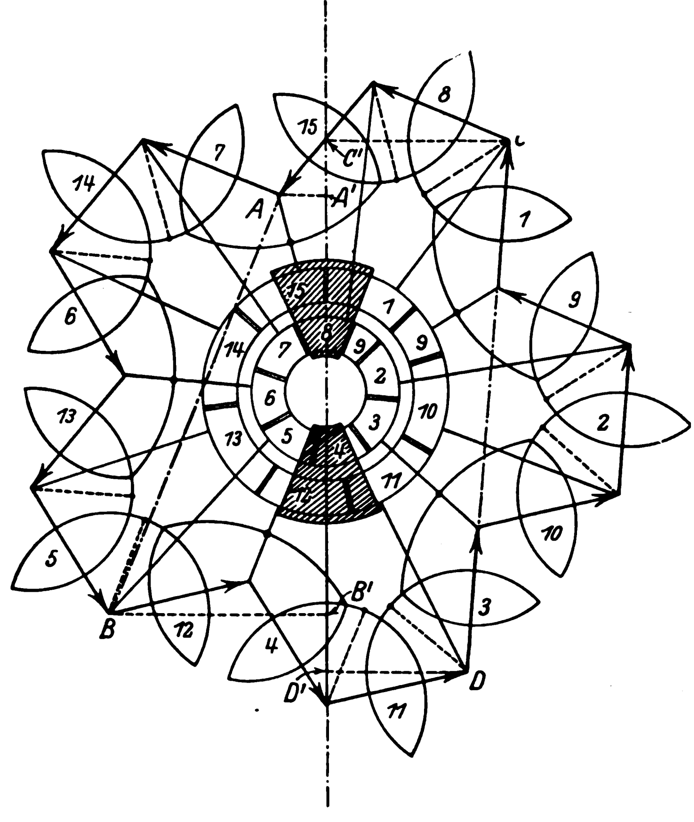


Abb. 7. Wellenwicklung, $\frac{N}{a}$ ganzzahlig

Man sieht aus Abb. 7, daß bei der gezeichneten Bürstenstellung a Ankerzweige die Spannung $A'B'$ und die anderen die Spannung $C'D'$ haben werden; daß also, da die Spannungen verschieden sind, ein Ausgleichstrom in der Wicklung fließen wird. Die Ankerstromzweige sind bei der angenommenen Bürstenstellung nicht einander elektrisch gleichwertig. Die Wicklung ist also unsymmetrisch, obwohl die Arnoldsche Bedingung,

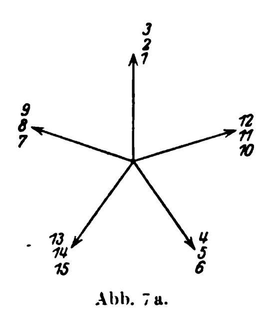


Abb. 7 a.

$$\frac{N}{a} \text{ soll ganzzahlig sein,}$$

erfüllt ist, denn $\frac{N}{a} = 5$ ist eine ganze Zahl.

In Abb. 8 ist das Spannungsvieleck und reduzierte Schema einer Wellenwicklung mit $\frac{K}{a} = 16$ Spulen in $\frac{N}{a} = 8$ Nuten gezeichnet. Die Maschine ist $6a$-polig. In einer Nut sind $s_n = 4$ Spulenseiten. Abb. 8 a zeigt die Spannungsstrahlengruppen.

Man kann leicht nachprüfen, daß für diese Wicklung, für die

$$\frac{N}{2a} \text{ ganzzahlig}$$

$\left(\frac{N}{2a} = 4\right)$ ist, bei jeder Lage des Ankers zu den Bürsten die Ankerstromzweige hinsichtlich Spannung und Wider-

stand einander gleichwertig sind, daß also diese Wicklung symmetrisch ist.

Wir kommen zu dem Ergebnis, daß eine Wicklung, bei der mehr als $\frac{s_n}{2} = 1$ Spule in der Nut nebeneinanderliegen, symmetrisch ist, wenn die Nutenzahl durch die Ankerstromzweigzahl ganzzahlig teilbar ist, wenn also

$$\frac{N}{2a} \text{ eine ganze Zahl ist.}$$

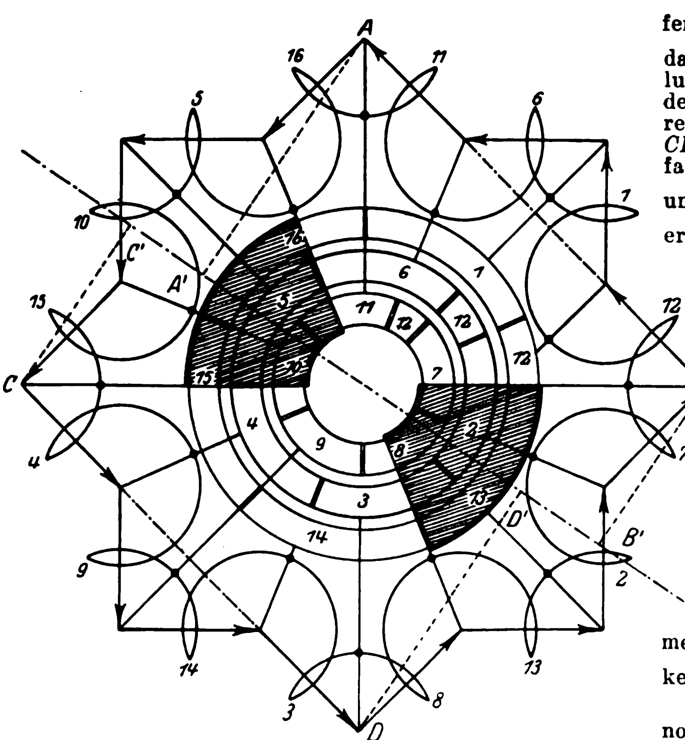


Abb. 8. Wellenwicklung, $\frac{N}{2a}$ ganzzahlig.

Selbstverständlich erfüllt eine Wicklung, die der eben jetzt besprochenen Symmetriebedingung:

$$\frac{N}{2a} \text{ muß eine ganze Zahl sein,}$$

genügt, auch die erste Bedingung:

$$\frac{K}{2a} \text{ muß eine ganze Zahl sein.}$$

Denn es ist

$$N s_n = 2K,$$

wenn wieder K die Spulenzahl, N die Nutenzahl und s_n die Spulenseitenzahl in 1 Nut bedeuten, und aus dieser Gleichung folgt

$$\frac{N}{2a} s_n = \frac{2K}{2a}.$$

$\frac{N}{2a}$ ist aber eine ganze Zahl, s_n eine gerade Zahl (2, 4, 6, 8, usw.), daher $\frac{N}{2a} s_n$ eine gerade Zahl. $\frac{2K}{2a} = \frac{K}{a}$ ist also eine gerade Zahl, was aber der ersten Symmetriebedingung entspricht.

3. Bedingung: $\frac{p}{a}$ muß ganzzahlig sein.

Damit die a Umläufe im Spannungsvieleck sich decken, müssen so viele phasengleiche Spulenspannungen (bei $\frac{s_n}{2} = 1$ nebeneinanderliegenden Spulenseiten in 1 Nut) vorhanden sein, als das Spannungsvieleck Umläufe hat, also a. Dies ist nur möglich, wenn die Maschine mindestens $p = a$ Polpaare besitzt oder ein Vielfaches von a an Polpaaren aufweist. Diese Überlegung führt zur dritten Symmetriebedingung:

$$\frac{p}{a} \text{ muß ganzzahlig sein.}$$

Aus dieser letzten Symmetriebedingung folgt, daß mehrfache Schleifenwicklungen nicht symmetrisch ausgeführt werden können, da für sie

$$\frac{p}{a} = \frac{1}{m}\text{, also keine ganze Zahl ist.}$$

Z. B. sind in Abb. 9 der Spannungstern und in Abb. 10 das Spannungsvieleck mit dem reduzierten Schema einer $2a\,m$-poligen, zweifachen, zweifach geschlossenen Schleifenwicklung mit $\frac{K}{a} = 8$ Spulen gezeichnet. Man sieht, daß z. B. für die eingezeichnete Bürstenstellung $a\,m$ Wicklungszweige die Spannung AB und den Widerstand haben, der dem vierfachen Spulenwiderstand gleichkommt, während die anderen $a\,m$ Ankerstromzweige die Spannung $CD = EF$ und einen Widerstand von der Größe des dreifachen Spulenwiderstandes zeigen. Die Wicklung ist also unsymmetrisch, obwohl $\frac{K}{a} = 8$ eine gerade Zahl, also die erste Symmetriebedingung erfüllt ist. Die dritte Symmetriebedingung ist aber nicht erfüllt, da $\frac{p}{a} = \frac{1}{2}$, also keine ganze Zahl ist[4].

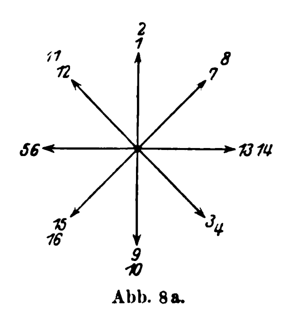


Abb. 8a.

Man wird vielleicht fragen, was denn in den Arnoldschen Überlegungen irrig ist, daß diese auf die ungenügenden Symmetriebedingungen geführt haben. Die Erklärung findet man im ersten Bande seiner „Gleichstrommaschine", 1902. Dort ist unter „Ursachen der Verschiedenheit der in den Ankerstromzweigen induzierten EMKe" auf S. 57 bis 59 zu lesen:

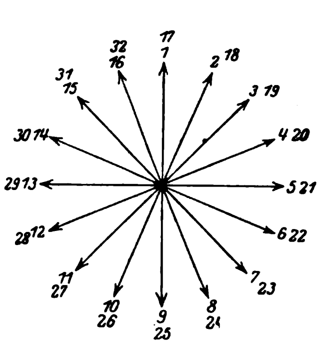


Abb. 9. Spannungstern einer unsymmetrischen Schleifenwicklung.

„Die unsymmetrischen Wicklungen sind dadurch gekennzeichnet, daß die Zahl der induzierten Drähte der einzelnen Ankerstromzweige verschieden ist; infolgedessen haben die induzierten EMKe nicht genau dieselbe Größe, was ein Nachteil ist. Beim Entwurf einer Wicklung ist also stets darauf zu achten, daß dieselbe, wenn möglich, symmetrisch ausfällt. Da nun allgemein die Zahl der Ankerstromzweige gleich $2a$ und die Zahl der induzierten Seiten gleich s ist, so können wir allgemein sagen: Eine Wicklung ist symmetrisch, wenn die Zahl der induzierten Spulenseiten s durch die Ankerstromzweige $2a$ oder wenn K durch a teilbar ist."

Das ist offenbar unrichtig! Denn es kommt doch nicht auf die Zahl der Spulenseiten an, sondern auf die Zahl der Spulen. Ein Ankerstromzweig kann nur eine ganze Zahl von Spulen enthalten; und die Wicklung ist nur dann symmetrisch, wenn auf alle Ankerstromzweige gleich viele Spulen kommen.

Auch in den neuen Auflagen wird immer von der Forderung gesprochen, daß Zahl und Lage der zwischen den Bürsten gelegenen induzierten Spulenseiten für alle Stromzweige genau gleich sein soll. (S. Aufl. 1919, S. 32, 46.)

[4] Vgl. das von Arnold-la Cour in dem angegebenen Werke S. 43—49, Mehrfache Schleifenwicklung, darüber Gesagte.



2. Einfluß der neuen Symmetriebedingungen auf die Wellenwicklungen.

Die erste Symmetriebedingung:

$$\frac{K}{2a} \text{ muß ganzzahlig sein,}$$

schränkt die Ausführbarkeit der symmetrischen Wellenwicklungen selbstverständlich noch mehr ein als die Arnoldsche Bedingung,

$$\frac{K}{a} \text{ muß eine ganze Zahl sein.}$$

Der Stegschritt einer Wellenwicklung ist

$$y_k = \frac{K \mp a}{p},$$

wobei p die Polpaarzahl bedeutet. Aus dieser Gleichung folgt

$$\frac{p}{a}\, y_k = \frac{K}{a} \mp 1.$$

Wenn $\frac{K}{2a}$ eine ganze Zahl sein muß, dann ist $\frac{K}{a}$ eine gerade Zahl. $\left(\frac{K}{a} \mp 1\right)$ aber wird dann eine ungerade Zahl. Aus der obigen Gleichung folgt, daß

$$\frac{p}{a}\, y_k \text{ eine ungerade Zahl sein soll.}$$

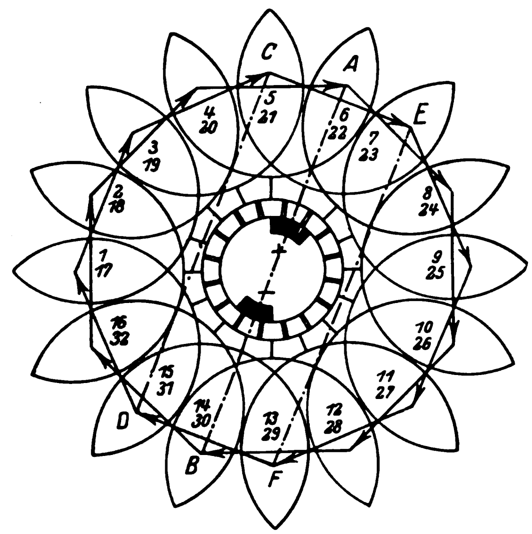


Abb. 10. Unsymmetrische Schleifenwicklung, $\frac{p}{a}$ nicht ganzzahlig.

a) Reihenwicklungen.

Bei der Reihenwicklung (einfache Wellenwicklung) ist die Zahl der Ankerstromzweigpaare

$$a = 1.$$

Für diese Wicklungsart geht die zuletzt angeschriebene Bedingung über in:

$$p\, y_k \text{ muß eine ungerade Zahl sein.}$$

Ein Produkt kann aber nur dann eine ungerade Zahl sein, wenn beide Faktoren ungerade Zahlen sind. Daher müssen für vollkommen symmetrische Reihenwicklungen sowohl die Polpaarzahl als auch der Stegschritt ungerade Zahlen sein. Dies bedeutet, daß sich solche Wicklungen für 4-, 8-, 12-, 16-, usw. polige Maschinen nicht ausführen lassen. Besonders störend wird dies bei den Maschinen kleinerer oder mittlerer Leistung, die fast alle vierpolig gebaut werden und mit einer Reihenwicklung ausgerüstet werden.

Die zweite Symmetriebedingung verlangt, daß $\frac{N}{2a}$, hier also $\frac{N}{2}$ eine ganze Zahl sein muß.

Die dritte Symmetriebedingung ist bei den Reihenwicklungen stets erfüllt, da $\frac{p}{a}$ hier $\frac{p}{1} = p$, also eine ganze Zahl ist.

Außer diesen Symmetriebedingungen muß noch die Bedingung, daß $\frac{s}{N}$ eine gerade Zahl

$$\left(s_n = \frac{s}{N} = 2, 4, 6, 8 \text{ usw.}\right)$$

ist, erfüllt werden. s bedeutet die Spulenseitenzahl am Anker.

Die Stegschrittgleichung kann auch geschrieben werden

$$y_k = \frac{N s_n \mp 2a}{2p},$$

da $N s_n = s = 2K$ ist. Daraus folgt

$$y_k\, 2p - N s_n = \mp 2a$$

oder

$$y_k\, p - \frac{N}{2} s_n = \mp a.$$

Haben nun p und s_n den gemeinsamen Teiler t, so muß, wegen

$$y_k \frac{p}{t} - \frac{N}{2}\frac{s_n}{t} = \mp \frac{a}{t} = \text{ganze Zahl},$$

auch die Zahl der Ankerstromzweigpaare a diesen gemeinsamen Teiler t haben. $\left(\frac{N}{2}\right.$ ist ja ganzzahlig wegen der zweiten Symmetriebedingung $\left.\frac{N}{2a} = \text{ganze Zahl.}\right)$

Da bei den Reihenwicklungen $a = 1$ ist, so darf der gemeinsame Teiler von p und s_n nicht größer als 1 sein. In der nachstehenden Zahlentafel sollen Polzahlen und Spulenseitenzahlen in 1 Nut s_n angegeben werden, mit denen vollkommen symmetrische Reihenwicklungen ausgeführt werden können[5].

Polzahl $2p$	Spulenseitenzahl der Nut: s_n					
6	2	4	—	8	10	—
10	2	4	6	8	—	12
14	2	4	6	8	10	12
18	2	4	—	8	10	—
22	2	4	6	8	10	12
26	2	4	6	8	10	12
30	2	4	—	8	—	—
34	2	4	6	8	10	12
38	2	4	6	8	10	12

b) Reihenparallelwicklungen.

Hier folgt aus der ersten Symmetriebedingung, daß

$$\frac{p}{a} \text{ eine ungerade Zahl sein muß.}$$

Dies schränkt die Ausführbarkeit der symmetrischen Reihenparallelwicklungen sehr ein. So kann z. B. eine achtpolige Maschine nicht mit einer Wellenwicklung für 4 Ankerstromzweige ausgeführt werden, da hier $\frac{p}{a} = 2$, eine gerade Zahl ist.

Die Bedingungen:

$$\frac{N}{2a} \text{ muß eine gerade Zahl sein}$$

und

$$\frac{s}{N} \text{ muß eine gerade Zahl sein,}$$

geben mit der Wickelformel für Wellenwicklungen, wie früher gezeigt wurde, die Forderung, daß der gemeinsame Teiler der Polpaarzahl p und Spulenseitenzahl der Nut s_n auch ein Teiler der Zahl der Ankerstromzweigpaare a sein muß.

Werden wieder die Polzahlen, Spulenseitenzahlen je Nut und Ankerstromzweigzahlen zusammengestellt, für die vollkommen symmetrische Reihenparallelwicklungen möglich sind, so erhält man folgende Zahlentafel[6].

Polzahl $2p$	Spulenseitenzahl der Nut: s_n	Zahl der Ankerstromzweige $2a$
2	2, 4, 6, 8	2
4	2, 4, 6, 8	4
6	2, 4, 8,	2
	2, 4, 6, 8	6
8	2, 4, 6, 8	8
10	2, 4, 6, 8	2, 10
12	2, 4, 8	4
	2, 4, 6, 8	12
14	2, 4, 6, 8	2, 14
16	2, 4, 6, 8	16
18	2, 4, 8	2
	2, 4, 6, 8	6, 18

[5] S. die Tafeln bei Arnold-la Cour, Die Gleichstrommaschine, S. 52, und Richter, Ankerwicklungen für Gleich- und Wechselstrommaschinen, S. 95.

[6] S. die Zusammenstellung bei Arnold-la Cour, S. 60.

Die Technische Stadt.

7. Jahresschau deutscher Arbeit, Dresden.

Von Dr. **Bruno Thierbach**, Beratender Ingenieur, Berlin.

Die Darbietungen der Jahresschau sind Daueraustellungen, welche den ganzen Sommer über währen. Sie müssen daher stets Gebieten gewidmet sein, die über engere Fachkreise hinaus des Interesses weiter Bevölkerungschichten sicher sind. Hat die Ausstellungsleitung schon bisher in ihrer Auswahl eine glückliche Hand gezeigt, so steht zu erwarten, daß die diesjährigen Vorführungen sich als besonders zugkräftig erweisen werden; denn die technischen Einrichtungen unserer Städte fesseln ja heute immer aufs neue die Aufmerksamkeit jedes denkenden Menschen.

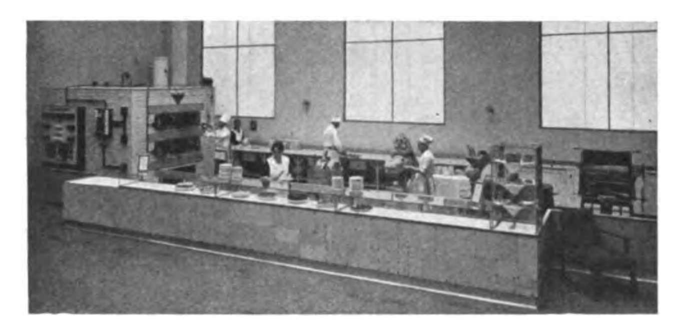


Abb. 1. Die vom Verband sächsischer Elektrizitätswerke ausgestellte vollelektrische Konditorei. Links Speicherbackofen von Werner und Pfleiderer, Stuttgart.

Hier konnte also eine Ausstellung sich ein großes und bleibendes Verdienst erwerben, wenn sie ihren Besuchern klar und leicht übersehbar vor Augen führte, wie die neuzeitliche Technik auf den Gebieten der Wasser-, Gas- und Elektrizitätsversorgung, des Verkehrs- und Nachrichtenwesens, des Schutzes für Leben und Eigentum, der Ernährung, des Hoch- und Tiefbaues und der Beleuchtung und Heizung den Stadtkörper umgestaltet und das Leben seiner Bewohner von Grund aus verändert hat. Nach den hier genannten sechs Hauptabschnitten ist die Dresdener Ausstellung übersichtlich gegliedert.

Wie nun in den einzelnen Abteilungen und Gruppen die elektrische Energie in weitestem Maße Anwendung gefunden hat, soll in den nachstehenden Ausführungen kurz dargelegt werden:

Die Stellen, an denen Elektrizität verwendet wird, sind den Besuchern dadurch leicht erkennbar gemacht, daß an Elektromotoren und Elektrowärmegeräten das von der VDEW entworfene mehrfarbige Schild mit der Aufschrift „Hier wirkt Elektrizität" angebracht ist, eine Kennzeichnung, die im Interesse der Elektrowirtschaft allen Ausstellungsleitungen nicht warm genug empfohlen werden kann, da wegen der Kleinheit und Geräuschlosigkeit des Elektromotors und der Unerkennbarkeit der Elektrowärmegeräte den Laien das Vorhandensein elektrischer Energie ohne besonderen Hinweis oft nicht zum Bewußtsein kommt.

Erfreulich ist es, daß auch die Bedeutung des jüngsten Sprosses der Elektrotechnik, der Elektrowärme-Verwertung, auf der Ausstellung klar hervortritt. Ihre Anwendung im Haushalt, die in einer aus Wohn- und Schlafzimmer, Bad, Küche und Waschhaus bestehenden Wohnung gezeigt wird, dürfte besonders das Interesse der Hausfrauen finden. Ein Schulbad mit elektrischem Heißwasserspeicher beweist die Verwendbarkeit der Elektrowärme auch in größeren Betrieben. Im Gewerbe ist der elektrische Speicherbackofen, ausgestellt von Werner und Pfleiderer, Stuttgart, hervorzuheben, der mit den zugehörigen Bäckereimaschinen im Betriebe einer Konditorei vorgeführt wird (Abb. 1). Elektrowärmegeräte für die Industrie sind vertreten durch eine elektrische Härteofenanlage von H. Geburtig, Dresden, ferner durch verschiedene elektrische Schweiß- und Erwärmungsmaschinen der Gesellschaft für elektrische Industrie, Berlin. Immerhin hätten sich in den zur Schau gestellten industriellen Betrieben noch weitere Verwendungsmöglichkeiten der Elektrowärme leicht vorführen lassen, z. B. in Halle 5 bei der Druckereiausstellung das elektrische Schmelzen des Letternmetalls und das Erwärmen von Stempeln; bei der Tischlerei elektrisch beheizte Leimkocher, Trocknungsanlagen u. a. m. Auch in der Musterautoreparatur-Werkstätte, Halle 22, wäre eine gute Gelegenheit gewesen, die verschiedenen Elektrowärmeanwendungen, wie Elektroesse, Punkt- und Nahtschweißungen, Lacktrocknung usw. zur Schau zu stellen.

Besonderer Dank ist der Ausstellungsleitung dafür zu zollen, daß sie auf die wirtschaftliche Seite der vorgeführten technischen Einrichtungen Wert gelegt hat. In dieser Hinsicht ist von den ausstellenden Elektrizitätswerksverwaltungen und Verbänden, z. B. der A. G. Sächsische Werke, Dresden, den Elektrowerken A. G., Berlin, der Energieversorgung Groß Dresden A. G. und dem Verbande sächsischer Elektrizitätswerke, Dresden, Mustergültiges geleistet worden.

Wer die Halle 13, den zweifellos wirkungsvollsten Raum der Ausstellung, betritt, wird einen tiefen und nachhaltigen Eindruck von der Bedeutung der Elektrowirtschaft gewinnen. Ein großes Diorama über dem Eingang stellt ein neuzeitliches Großkraftwerk dar; von ihm gehen ordnungsmäßig montierte 100 kV-Leitungen quer durch die rd. 50 m lange Halle. Sie führen zu einem zweiten an deren Ende angebrachten Diorama, das die Verwendung der elektrischen Arbeit in den Straßen einer Großstadt an fahrenden Straßenbahnwagen und Elektromobilen, an Schaufenster- und Reklamebeleuchtungen darstellt. Die Hochspannungsleitungen sind mit kleinen, punktförmigen Glühlämpchen versehen, die, rhythmisch aufleuchtend, den Fluß der elektrischen Energie von der Erzeugungs- zur Verbrauchstelle versinnbildlichen.



Abb. 2. Modell des im Bau befindlichen Pumpspeicherwerks Niederwartha (vgl. ETZ 1927, S. 945).

Hell erleuchtet in der sonst dunkel gehaltenen Halle sind Modelle der Großkraftwerke Böhlen und Golpa-Zschornewitz, des neuen Pumpspeicherwerkes Niederwartha (Abb. 2) und des mächtigen, ganz als Freiluftanlage durchgeführten Hauptumspannwerkes Gößnitz der ASW und daneben ein umfangreiches bewegliches Modell eines Großkraftwerkes auf einer Braunkohlengrube. Den Abraum- und den Kohlenbagger sieht man in Tätigkeit, eine elektrische Lokomotive befördert die in Großraumwagen geschüttete Braunkohle zu den Kohlenbunkern; in das Kesselhaus, die Maschinen- und Schalträume gewinnt man einen klaren Einblick.

Einzelheiten aus der Fernversorgung, wie die Nachrichtenübermittlung und der Leitungschutz sind an den Wänden durch bildliche Darstellungen und ausgestellte Geräte erläutert, und die gewaltige wirtschaftliche Bedeutung sowie das schnelle Wachstum der Fernversorgung bringen statistische Tafeln und Plastiken den Besuchern zum Bewußtsein. Sehr beherzigenswert sind die in großen Buchstaben angebrachten Worte: „Zusam-

menfassung in der Elektrizitätswirtschaft ist Dienst an der Allgemeinheit."

Einen starken Eindruck auf den Laienbesucher wird auch das Betreten der Halle 11 ausüben, in der wir uns mitten in einem von der Sachsenwerk, Licht- und Kraft A. G. ausgestellten Umspannwerk befinden und einen 15 000 kW-Umspanner, einen mächtigen Ölschalter, eine Ölumlaufpumpe und eine Ölreinigungsanlage bewundern können. Weiterschreitend, sehen wir unter anderem das Modell des unterirdischen Umformerwerkes des städtischen Elektrizitätswerkes Leipzig mit großen Akkumulatorenbatterien und, von dem städtischen Elektrizitätswerk Dresden ausgestellt, den Querschnitt einer unterirdischen 20 kV-Station, das Modell eines Kesselhauses und einen Kabelverlegungsplan. Die 20 kV-Station ist gewissermaßen als Diorama ausgeführt, d. h. ein Teil der Geräte ist in natura aufgebaut, ein Teil nur gemalt (Abb. 3). Elektrizitätswerk und Straßenbahn der



Abb. 3. Schnitt durch ein unterirdisches 20 kV-Umspannwerk (dioramaartiges Modell).

Stadt Meißen zeigen übersichtliche schematische und bildliche Darstellungen der Erzeugung, Umspannung, Fortleitung und Anwendung elektrischer Arbeit und ferner die Heizdampferzeugung, seine Fortleitung und Verwertung in den von dem Werk mit Wärme versorgten Industrien. Lebhaftes Interesse erregen hier sodann die von den städtischen Elektrizitätswerken Dresden und Bautzen gezeigten Belastungsgebirge und werden dazu beitragen, das Streben nach einer besseren Ausnutzung der Stromerzeugungsanlagen allmählich auch den Abnehmerkreisen verständlich zu machen.

Hinsichtlich der elektrischen Beleuchtung verdient eine Ladenstraße genannt zu werden, in welcher neun Firmen mustergültig beleuchtete Schaufensterdekorationen zusammengestellt haben. Auf dem Ausstellungsfreigelände werden verschiedene Arten und Formen der elektrischen Straßenbeleuchtnug gezeigt; eine fast 3 m hohe Flugplatzbefeuerung ist des Abends mit ihrem roten Licht weithin sichtbar.

Da außer den bisher beschriebenen und den in den einzelnen noch zu erwähnenden Gruppen verteilten elektrischen Einrichtungen und Geräten sich in Halle 15 noch eine besondere Elektroindustrieausstellung befindet, in welcher einige 30 Firmen ihre Sondererzeugnisse vorführen, so behauptet man nicht zu viel, wenn man anerkennt, daß die diesjährige Jahresschau deutscher Arbeit sich auf unserem Spezialgebiet mit den Darbietungen des Leipziger Hauses der Elektrotechnik wohl messen kann, wobei natürlich zu berücksichtigen ist, daß die Leipziger Messe für den Techniker, Fabrikanten und Händler, die Jahresschau aber für den viel größeren Kreis der Stromabnehmer berechnet und deren Verständnis angepaßt ist.

An der Gruppe Verkehrswesen haben sich die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, die Reichsbahndirektion Dresden und der Verein deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privatbahnen, Berlin, in großzügiger Weise beteiligt, ferner der Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt, Berlin, sowie die Arbeitsgemeinschaft der Elbschiffahrt, Magdeburg, und die freien Kreisvereinigungen für das Kraftwagen- und Motorfahrzeugreparatur-Gewerbe, Dresden. Bei allen diesen Vorführungen spielen natürlich die Lichtsignalanlagen und die mannigfaltigen er- und beleuchteten Warnungs- und Signalschilder eine große Rolle.

Die vielfache Anwendung der Stark- und Schwachstromtechnik im Nachrichtenwesen zu bewundern, bietet die äußerst umfangreiche Darstellung der Deutschen Reichspost in Halle 18 reiche Gelegenheit. Der neuzeitliche Post-, Fernsprech-, Telegraphen- und Funkbetrieb, elektrisch betriebene Maschinen im Scheckdienst, das Zustandekommen einer Gesprächsverbindung im Selbstanschlußamt, die Geheimnisse der Bildtelegraphie, Rundfunkgeräte u. a. m. werden hier vorgeführt und erläutert.

In Halle 26, Ausstellung des Polizeipräsidiums Dresden, sieht man, in welch umfassender Weise der Schwachstrom zur Sicherung von Leben und Eigentum der Großstadtbewohner dient. Ein Modell zeigt die Verteilung der Polizei über das Stadtgebiet von Dresden-Ost und eine Polizeirufanlage. Eine neuzeitlich eingerichtete Polizeiwache mit der Zentralstelle für den Polizeiruf ist von Siemens & Halske geliefert; die Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie A. G. hat eine Alarmanlage mit elektrischen Hupen und Klingeln, die Mix & Genest A. G. eine vollautomatische Fernsprechanlage für den Polizeidienst und die Siemens & Halske A. G. weiter noch Sicherungseinrichtungen zum Schutz gegen unbefugtes Eindringen in Räume und Behältnisse ausgestellt.

Daß die Verwaltung der Jahresschau für 1928 ein rein technisches Gebiet wählte, ist dadurch begründet, daß in diesem Jahre die Technische Hochschule Dresden die Hundertjahrfeier ihrer Gründung begeht. Sie hat sich umfassend in den Hallen 19, 21, 23 und 25 an der Jahresschau beteiligt. Den Elektrotechniker wird hier besonders die Ausstellung des Institutes für Elektromaschinenbau und Elektrische Anlagen (Prof. Dr.-Ing. L. Binder) interessieren, in welcher die Prüfung elektrischer Isolierstoffe mit hohen und höchsten Spannungen und die Erforschung von Überspannungswellen in Hochspannungsnetzen vorgeführt wird. In der Eckhalle 23, 25 steht die Jubiläumsgabe des Verbandes sächsischer Elektrizitätswerke an die T. H., ein Transformator, der 1 Mill. V gegen Erde bei 600 kVA erzeugt. Der zur Spannungsregelung dienende Schubtransformator ist von der Koch & Sterzel A. G., Dresden, gestiftet worden.

Das Institut für Schwachstromtechnik hat 17 verschiedene, z. T. vom Publikum selbst in Betrieb zu setzende Geräte und Einrichtungen aus dem Gebiete des Telegraphen- und Fernsprechwesens mit und ohne Draht und des Rundfunks ausgestellt, u. a. auch die Ätherwellenmusik nach Theremin.

Zum Schlusse noch eine Bitte an die Ausstellungsleitung: Viele von den hoffentlich Millionen Ausstellungsbesuchern würden es sicher sehr freudig begrüßen, wenn sie von dem Geschauten etwas „Schwarz auf Weiß nach Hause tragen" könnten. Besonders alle diejenigen, welche sich für Statistiken interessieren, empfinden es stets schmerzlich, daß es im Ausstellungstrubel unmöglich ist, sich in die zahlreichen interessanten statistischen Darstellungen und Angaben einigermaßen zu vertiefen. Wenn die Jahresschau wohl auch kaum gewillt sein wird, ein so kostspieliges Prachtwerk herauszugeben, wie es die „Gesolei", Düsseldorf, als bleibende Erinnerung für ihre Besucher geschaffen hat, so liegt die Herstellung und der Vertrieb von „Merkblättern" oder kleinen Heften über einzelne Ausstellungsteile und Gegenstände und die verkleinerte Herausgabe der statistischen und sonstigen Tafeln doch wohl im Bereiche der Möglichkeit und dürfte bei geschickter Werbetätigkeit für den Absatz kaum ein nennenswertes wirtschaftliches Risiko mit sich bringen.

Die konstruktive Durchbildung des Quecksilber-Wellenstrahl-Gleichrichters.

Der Quecksilber-Wellenstrahl-Gleichrichter, kürzer Strahlgleichrichter, beruht auf einem außerordentlich interessanten Prinzip, das von Prof. Jul. Hartmann in Kopenhagen schon 1907 aufgestellt und dann in rastloser geistvoller Arbeit vieler Jahre zu einem Großgleichrichter hervorragender Eigenschaften ausgestaltet wurde. Der Entwicklungsgang wurde sorgfältig geheimgehalten, so daß darüber fast nichts an die Öffentlichkeit gelangte. Erst jetzt, nachdem ein solcher Gleichrichter die Feuerprobe eines neunmonatigen störungsfreien Betriebes in einem Elektrizitätswerk bestanden hat, tritt Prof. Hartmann mit allen Einzelheiten seiner Konstruktion hervor[1]

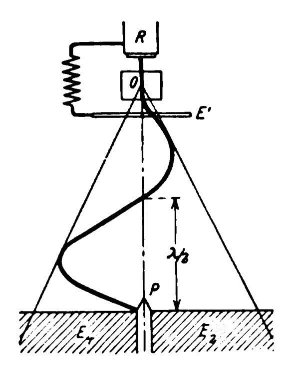


Abb. 1. Prinzip des Strahlgleichrichters.

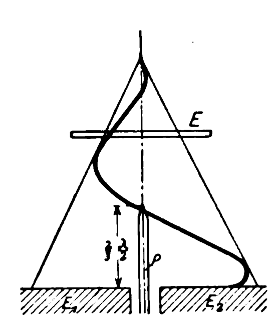
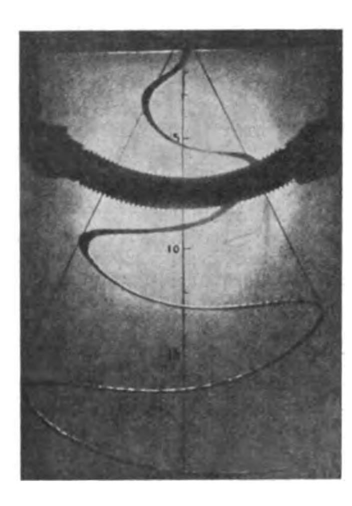


Abb. 3. Verkürzung der Kontaktdauer durch Heben des Messers.


Abb. 2. Photographische Aufnahme des pendelnden Quecksilberstrahles.

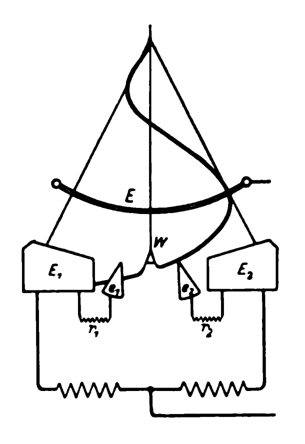


Abb. 4. Strahlunterbrechung mit Zwischenelektroden.

Der Strahlgleichrichter ist ein mechanischer Kontaktgleichrichter, ein Pendelgleichrichter für 400 A, die durch abwechselndes Kontaktmachen im Takte des Wechselstromes gleichgerichtet werden. Die gleichgerichtete Spannung beträgt 230 V. Wer Pendelgleichrichter kennt, wird hierzu sagen: Unmöglich! Aber Hartmann verwendet kein festes Pendel, sondern ein flüssiges. Sein Prinzip ist sehr einfach; Abb. 1 gibt es wieder. Aus der Düse R fließt ein zusammenhängender Quecksilberstrahl von beiläufig 3,8 mm Dmr. aus und zunächst zwischen den Polen O eines kräftigen Gleichstrommagneten hindurch und weiter eben berührend an der Hilfselektrode E' vorbei. Wird nun zwischen R und E' eine Wechselspannung gelegt, so daß ein kräftiger Wechselstrom durch den Strahl fließt, so wird dieser je nach der Stromrichtung nach rechts oder links abgelenkt. Er schlenkert im Takte des Wechselstromes hin und her, wie die Photographie Abb. 2 zeigt. Werden nun in richtigem Abstande von dem Magnetfeld die beiden Elektroden E_1 und E_2 (Abb. 1) angebracht und mit den Enden eines Transformators verbunden, während E' über den Gleichstromverbrauchskörper an seine Mitte gelegt wird, so läßt sich erreichen, daß der Strahl stets mit derjenigen der beiden Elektroden E_1, E_2 Kontakt macht, die positiv gegen die Transformatormitte ist. Es fließt also im Strahl und im Gleichstromverbrauchskörper ein pulsierender Gleichstrom. Offenbar muß der Strahl beim Übergang von der einen zur anderen Elektrode schnell und gründlich durchschnitten werden, da er sonst beide Elektroden kurzschließen würde. Dieses Durchschneiden besorgt das isolierte Messer P.

Liegt P in der Ebene von E_1 und E_2, so macht der Strahl mit jeder Elektrode eine halbe Periode lang Kontakt. Soll die Kontaktdauer verkürzt werden, so muß P gehoben werden. Ist λ die Wellenlänge des Strahles und soll die Kontaktdauer ein Drittel einer Halbperiode betragen, so muß P um $\frac{2}{3}\frac{\lambda}{2}$ gehoben werden, wie Abb. 3 zeigt. Auf diese Weise läßt sich Mehrphasenstrom mit Hilfe mehrerer Strahlen gleichrichten, so daß ein nur wenig pulsierender Gleichstrom entsteht.

Eine der größten zu überwindenden Schwierigkeiten war das exakte Durchschneiden des Strahles durch das Messer P. Anfangs wurde es aus geschmolzenem Quarz hergestellt, der der korrodierenden Wirkung des Öffnungsfunkens einigermaßen widerstand. Ein entscheidender Fortschritt wurde durch die Verwendung von schmalen, isolierten Wolframmessern erzielt. Der Funke entsteht bei leitendem Material nicht an der schneidenden Kante sondern weiter unten. Noch besser bewährten sich zwei solche gegeneinander isolierte Wolframmesser nebeneinander. Bei großen Leistungen werden kompliziertere Anordnungen benutzt. So zeigt Abb. 4 eine Anordnung mit zwei Zwischenelektroden e_1 und e_2, die über die Widerstände r_1 und r_2 mit den Hauptelektroden E_1 und E_2 verbunden sind. Bei der praktischen Ausführungsform einer derartigen Elektrodengruppe, z. B. für einen 100 kW-Gleichrichter, werden E_1 und E_2 aus Keilen aufgebaut, um Spritzen des Quecksilbers zu vermeiden. Eine weitere Verbesserung zeigt Abb. 5. Hier sind zwischen die Nebenelektroden e_1, e_2 und die Hauptelektroden E_1, E_2 die Messer W_1, W_2 gebracht. Zugleich mit dem Durchschneiden des Strahles durch das Messer W schneidet z. B. das Messer W_1 den Strahl zwischen E_1 und e_1 durch und schaltet damit den linken Widerstand r ein. Bildet sich bei W ein Lichtbogen, so muß der Bogenstrom durch r gehen, wodurch der Lichtbogen zum Erlöschen gebracht wird. Mit einer solchen Vorrichtung verträgt der Gleichrichter Frequenzänderungen von 5 % ohne Störung.

Ein weiteres sehr schwieriges Problem waren die Hilfselektroden, die die Ströme dem Strahl zuführen. Natürlich läßt sich der Hauptstrom selbst zur Ablenkung des Strahles verwenden, wobei dann keine Hilfselektroden nötig sind. Dann muß die Hauptstrombelastung aber konstant sein, eine praktisch unmögliche Forderung. Die erste Hilfselektrode war ein Messer, unmittelbar unter dem Magnetfeld, das einen feinen Teil des Strahles abschnitt. Dadurch ließen sich bereits starke Ströme dem Strahl zuführen. Bei Verwendung von einem Doppelmesser ließ sich die Stromstärke noch wesentlich erhöhen. Dann wurde die in Abb. 6 angedeutete Hilfselektrode eingeführt. In ein zylindrisches Stahlstück wurden scharfe, äquidistante Rippen eingefräst und das Stück dann zu einem Kreisbogen um den Mittelpunkt des Magnetfeldes gebogen. Zwei derartige Elektroden wurden in einem Abstande einander gegenübergestellt, der ein wenig kleiner als der Strahldurchmesser ist. Eine solche Elektrode läßt sich zur Zuführung sehr starker Ströme bis 200 A benutzen. Abb. 2 zeigt, daß der Strahl (von 4 m/s Geschwindigkeit) durch eine solche Elektrode nur wenig deformiert wird. Bei der in der Regel angewandten Strahlgeschwindigkeit von 6 m/s ist die Deformation nur wenig größer.

Eine dritte Lösung des Problems ist die Keilelektrode Abb. 7. Sie besteht aus einem schlanken Stahlkeil in der Mittelebene des Kommutators. Ihre Kante steht senkrecht zur Strahlebene. Ist die Höhe des Keiles größer als $\frac{\lambda}{2}$, so wird er abwechselnd für je eine Halbperiode mit E_1 und E_2

[1] Vgl. J. Hartmann, Elektroteknikeren, Kopenhagen, 1927 Nr. 13; Engg. Bd 124, S. 338 u. 377.

verbunden. Der Keilkommutator erhält auf jeder Seite ein Messer W_1, W_2. Er ist besonders geeignet für starke Ströme, kann jedoch nicht als gemeinsame Elektrode für Haupt- und Hilfstrom benutzt werden, weil er immer nur auf einer Seite sicher Kontakt macht (in dem in Abb. 7 gezeichneten Augenblick auf der linken Seite).

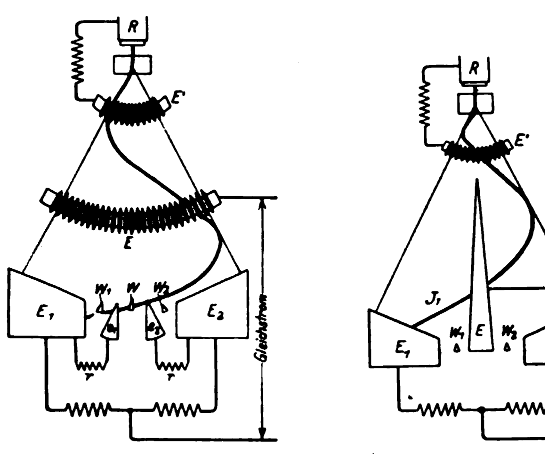


Abb. 5. Strahlunterbrechung mit mehreren Messern.

Abb. 7. Keilelektrode zur Stromabnahme.

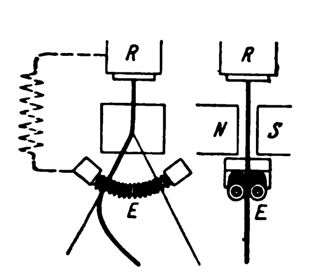


Abb. 6. Ziehharmonikaförmige Hilfselektrode.

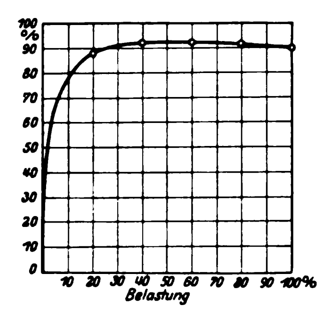


Abb. 9. Wirkungsgradkurve des Strahlgleichrichters bei 230 V Gleichspannung und 100 kW.

Überlauf für konstante Niveauhöhe pumpt. Dabei passiert es einen Tropfenseparator, wodurch der obere Teil des Kreislaufes gegen den unteren isoliert wird. Interessant ist eine in der Erprobung befindliche elektromagnetische Pumpe. Das Quecksilber fließt zwischen den mit einer isolierenden Schutzschicht versehenen Polen eines Elektromagneten hindurch. Wird gleichzeitig ein elektrischer Strom durch das Quecksilber hindurchgeschickt, so entsteht senkrecht zu Magnetfeld und elektrischem Strom eine mechanische Kraft, die das Quecksilber auf die erforderliche Höhe hebt. Diese Pumpe hat den Vorteil, daß sie keinerlei bewegte Teile hat.

Das Gleichrichtergefäß ist zwecks scharfer Funkenlöschung mit Wasserstoff von 5...10 cm Überdruck gefüllt. Die Gefährlichkeit einer bei unvorsichtiger Neufüllung immerhin möglichen Explosion wird dadurch verringert, daß sich in der Kammer mehrere Fenster aus dünnem Glimmer befinden, die bei einer Explosion herausgeblasen werden, ohne daß das Gefäß selbst zertrümmert wird. Statt mit Wasserstoff kann die Entladungskammer auch mit Ammoniakdampf gefüllt werden. Dieser zersetzt sich alsbald zu dem Gemisch $1\,N_2 + 3\,H_2$, das zur Funkenlöschung geeignet ist. Die anfangs in der Kammer angeordneten Magnetspulen wurden später außen angeordnet, so daß in der Kammer ohne Bedenken Temperaturen von 100° zugelassen werden können und damit eine besondere Kühlung überflüssig wird. Abb. 8 gibt die Konstruktionseinzelheiten eines 100 kW-Gleichrichters.

Ein 100 kW/230 V - Sechsphasen - Gleichrichter war in den Northern Cable and Wire Works in Kopenhagen neun Monate lang parallel mit anderen Gleichstromquellen im Betriebe[2]. Seine Höhe betrug 1,75 m. Jeder der sechs Einzelstrahlen hatte 3,8 mm Dmr. und 6 m/s Geschwindigkeit. Der Abstand vom Mittelpunkt des Magnetfeldes zur Hauptelektrode betrug 11 cm, der vom Mittelpunkt zur Hilfselektrode 8,5 cm. Folgende Verluste wurden gemessen.

A. Veränderliche Verluste.

1. Funkenverlust
2. Hauptstromverlust
3. Verlust im Elektrodenwiderstand

} zus. 8,5 %

B. Konstante Verluste.

1. Magnetverlust . 0,7 %
2. Hilfstromverlust 0,3 %
3. Pumpverlust . . 0,6 %

} bei Vollast.

Abb. 9 zeigt die Kurve des Wirkungsgrades. Sie liegt höher als die eines Quecksilberdampf-Gleichrichters für gleiche Leistung und Gleichspannung. Abb. 10 enthält einige an dem Gleichrichter aufgenommene Oszillogramme. Wäh-

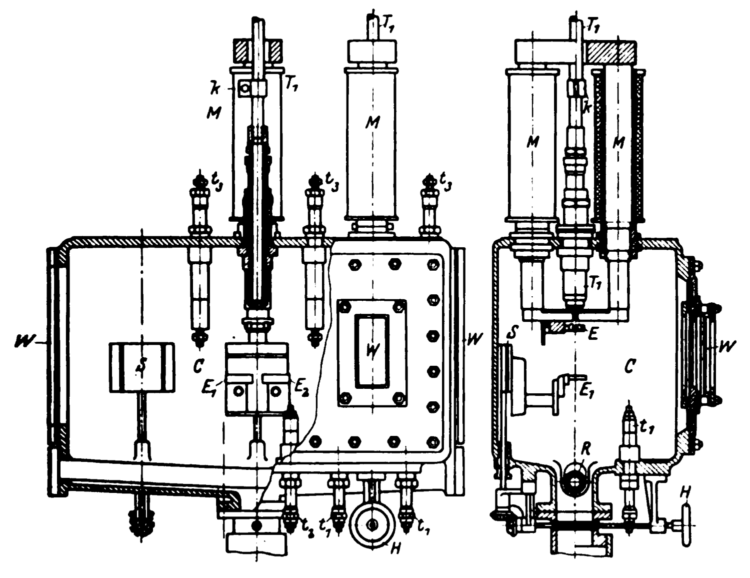
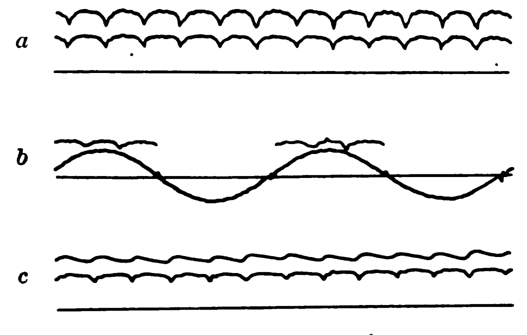


Abb. 8. Konstruktionseinzelheiten des Strahlgleichrichters.



a Gleichstrom und -spannung bei induktionsfreier Belastung

b Strom und Spannung einer sekundären Halbphase des Transformators

c Gleichspannung und -strom bei Glättungsdrossel und Motorlast

Abb. 10. Oszillogramme des Strahlgleichrichters.

Der Rundlauf des Quecksilbers ist ohne größeres Interesse. Nachdem es als Strahl durch das Gleichrichtergefäß geflossen ist, gelangt es über einen Behälter zu einer Zentrifugalpumpe, die es in einen oberen Behälter mit

[2] The development of the jet-wave rectifier, Appendix I. The Hartmann Rectifier Co., Kopenhagen.



rend der neunmonatigen Betriebszeit kamen keine Störungen vor. Der Gleichrichter ließ sich mit Vollast ein- und ausschalten und vertrug eine Überlastung von 50 %. Er ließ sich sogar kurzschließen, ohne Schaden zu nehmen. Die Gesellschaft, bei der er in Betrieb war, hebt seine günstigen Eigenschaften rühmend hervor.

Güntherschulze.

Über eine Quecksilberdampf-Quarzlampe und über Photolumineszenz[1].

Von Sanitätsrat Dr. **Axmann**, Erfurt.

1. Quecksilberdampf-Quarzlampe ohne Vakuum, Patent Jaenicke.

Die Lampe zeichnet sich vor anderen Systemen dadurch aus, daß die Quecksilber-Elektroden mittels einer durch Heizvorrichtung erzeugten Dampfspannung in dem Leuchtrohr auseinandergetrieben werden und so den Lichtbogen hervorbringen. Das sonst übliche Kippen der Lampe kommt somit in Wegfall, während die Lebensdauer unbegrenzt erscheint, da weder eingeschmolzene noch eingeschliffene Pole vorhanden sind. Ebenso kann der Brenner ungefüllt versandt und das Quecksilber erst am Bestimmungsort eingegossen werden. Es ist einleuchtend, daß hierdurch die Zerbrechlichkeit erheblich verringert wird. Belastung und Stromverbrauch sind die auch sonst üblichen, während die Lichtausbeute durch allseitige Strahlung besser ist. Die Lampe dürfte in erfolgreichen Wettbewerb mit den anderen Systemen treten.

2. Über Photolumineszenz mittels Wellenlänge 366 μμ.

Es gibt verschiedene Methoden zur Aussonderung der einzelnen Lichtstrahlarten oder Wellenlängen. Mit Vorliebe benutzt man hierzu die Filtration mittels verschiedener durchlässiger Stoffe, und zwar kommen hierfür sowohl chemische Lösungen als auch Metallschichten, z. B. Silber oder Glasarten, in Frage. Glasarten sind besonders geeignet, indem vor den betreffenden leuchtenden Körper eine Glasart bestimmten Absorptionsvermögens gesetzt wird, welche nur die gewünschten Strahlenarten durchläßt. Auf diesem Gebiete war hervorragend bereits das vor mehr als 20 Jahren vom Jenaer Glaswerk Schott und Gen. geschmolzene Uviolglas, welches seinerzeit in der Astrophysik äußerst wertvoll wurde, indem man es zu Objektiven für die photographischen Aufnahmen lichtschwacher Sternbilder verwendete. Diese hochgradige Durchlässigkeit für ultraviolette Strahlen führte aber auch zur Konstruktion der ersten praktisch verwendbaren Quecksilberdampflampe, die daher den Namen Uviol-Lampe (von ultraviolett = uviol) erhielt. Praktisch wurde diese Lampe besonders für die Medizin zur Bestrahlung bei Haut- und Stoffwechselkrankheiten wichtig. Konnte man nun auf diese Art reichlich und bequem das gesamte ultraviolette Strahlengebiet selbst kürzester Wellen erhalten, so reizte anderseits die Möglichkeit, bestimmte Gebiete derselben herauszunehmen. So stellte das erwähnte Glaswerk bald das sogenannte Blauuviolglas, ja ganze Lampen daraus her. Diese fast dunkel brennenden oder doch dunkel erscheinenden Leuchtröhren geben die wunderbarsten Farbeneffekte, indem sie so ziemlich alle geeigneten Farbstoffe und Gegenstände zu starkem Fluoreszenzleuchten bringen, wobei noch ein violetter Schein von dem Apparat selbst ausgeht und einen wirksamen Kontrast vermittelt. Auch für Bühneneffekte hat eine Art Blauglas eine ähnliche, wenn auch nicht so vollkommene Verwendung gefunden.

Mit anderen Lichtquellen, sofern sie nur genügend ultraviolett strahlen, kann man gleiche Resultate bei Vorschaltung des obenerwähnten Lichtfilters erzielen, und so benutzte Lehmann vom Zeißwerk eine mit imprägnierten Stiften versehene Kohlenbogenlampe, wobei er das Blauuviolglasfilter noch durch eine Zwischenschicht von Nitrosodimthylanilin und Kupfersulfatlösung verbesserte. Zugleich konnte er im Gegensatz zur Quecksilberdampflampe, welche nur eine geringe Belastung verträgt, die Lichtstärke beliebig steigern.

In letzter Zeit hat das Jenaer Glaswerk ein neues Produkt geschaffen, welches unter dem Namen Uvet-Glas dem Lehmannschen Filter in nichts nachsteht, vielmehr im Gegenteil die Verwendung der betreffenden Strahlengruppe sehr vereinfacht, zumal das Lehmannsche Filter durch Eingießen einer chemischen Lösung in die betreffende Cuvette immer erst hergestellt werden mußte. Die Durchlässigkeitsfaktoren des neuen Glases sind bei 0,5 mm Dicke für die Wellenlänge von 366 μμ maximal 0,95, während sich ihr Gesamtbereich von 578 ... 293 μμ erstreckt. Die betreffenden Nebenlinien sind allerdings so wenig kräftig, daß sie praktisch nicht in Frage kommen und von der die Fluoreszenz eigentlich bewirkenden Hauptlinie 366 μμ überstrahlt werden. Mittels dieser neuen Glassorte kann man nun die Lehmannschen Versuche in gleicher Weise vornehmen. Läßt man die ultravioletten Strahlen durch das neue Filter, welches für das normale Auge fast völlig schwarz erscheint und im allgemeinen kein Licht im Raum verbreitet, auf Leinwand oder Papier fallen, so sieht man zunächst einen bläulichweißen Lichtschein, welcher indessen Licht sekundärer Natur ist. Eine weiße Porzellanplatte vor dem Schirm hingegen erscheint schwarz, ebenso wie reines Metall, welches gleichfalls zu den nicht fluoreszierenden Substanzen gehört. Bringt man Lösungen von fluoreszierenden Farbstoffen in den Strahlenkegel, so erlebt man die wundervollsten Farbenspiele, welche nur noch vom Barium-Platin-Zyanür-Schirm und einer Tafel Uranglas übertroffen werden. Von Edelsteinen ist der Rubin ein schönes Objekt für tiefrotes Licht, der Bernstein für bläulichweißes. Da fast alle Stoffe leuchtfähig sind, kann man die Liste für derartige Erscheinungen beinahe beliebig weit ausdehnen.

Es war natürlich, daß die erwähnte Photolumineszenz-Erscheinung noch weitere bisher unbekannte Leuchtvorgänge an Chemikalien, Pflanzen und tierischen Stoffen auslöst. Hierauf begründet sich die Lumineszenz-Analyse, durch die das Kenntlichmachen mancher Bestandteile und Fälschungen möglich wird, die sonst unsichtbar bleiben würden. Von Pflanzenstoffen verdienen Beachtung außer Aeskulin und Chlorophyll noch das Chinin und die Wolfsmilch nebst vielen Pilz-, Algen- und Flechtenarten. Sehr interessant ist natürlich das Kapitel der Physiologie, das hier auf den Menschen beschränkt sei. Schon wenn man in das an sich schwarze Filter hineinblickt und das Auge dem an und für sich unsichtbaren Strahl aussetzt, fühlt man einen höchst unangenehmen Druck, verbunden mit einem vollkommenen zerflossenen Sehvermögen, bedingt durch starkes weißlich blaues Aufleuchten von Hornhaut und Linse, welches das ganze innere Auge mit Licht erfüllt. Kommt hierzu nun noch das weißlich bläuliche Aufleuchten der Haut, der Zähne (nur, wenn sie nicht falsch sind), das Schwarz der Lippen mit dem Grauweiß der Haare, so ist die Geistererscheinung fertig. Auch die Fingernägel haben als Hornsubstanz ihren besonderen Farbton, während falsche Zähne schwarz erscheinen. Durch Einreiben mit einer Art Lichtschminke als Vaseline kann man weiter die schönsten Abstufungseffekte erzielen.

Da ziemlich alle Gegenstände fluoreszieren, so lassen sich die Versuche unendlich weit treiben. Man braucht nur ein Stück Schottsches Uvetglas (F 21 321) nebst genügend stark ultraviolett strahlender Lichtquelle, um alle die wunderbaren Erscheinungen der Lumineszenz-Analyse studieren zu können. Besondere Konstruktionen sind hierfür nicht nötig, die Apparate müssen aber vollkommen lichtdicht sein, um störende Strahlungen, welche die zarten Lumineszenz-Erscheinungen auslöschen würden, zu vermeiden. Sehr gut eignet sich als Lichtquelle für die erwähnten Versuche die kleine Uviol-Starkstromlampe von Schott, welche ein schönes diffuses Licht gibt. Ebenso genügt eine hochkerzige Osramlampe, da gewöhnliches Glas die ultravioletten Strahlen bis 311 μμ Wellenlänge durchläßt, während man zur Erzielung größerer Lichtstärke den Projektionsapparat mit Eisenlicht und ausgiebiger Kühlvorrichtung verwenden kann. Bei der Vorführung erregte besonderes Erstaunen die farbige Strahlenfülle schön gefärbter Stoffe; man kann ganze Dekorationen und Theaterprospekte in ähnlicher Weise ausmalen und aufleuchten lassen.

---

[1] Vortrag, gehalten im Thüring. El. Verein, Erfurt, am 7. X. 1927.

RUNDSCHAU.

Hebezeuge und Förderanlagen.

Brückenkabelbagger für eine Braunkohlengrube. — Da sich die amerikanische Bauart der Kabelbagger für den Abraumbetrieb der Braunkohlentagebaue als nicht entwicklungsfähig erwiesen hat, wurde von der Firma Adolf Bleichert & Co., Aktiengesellschaft, Leipzig, aus dem Kabelbagger und Brückenkabelkran für die Grube „Vereinigte Ville" (Rheinland) ein neuartiges Fördermittel (Abb. 1) entwickelt, bei welchem der Träger

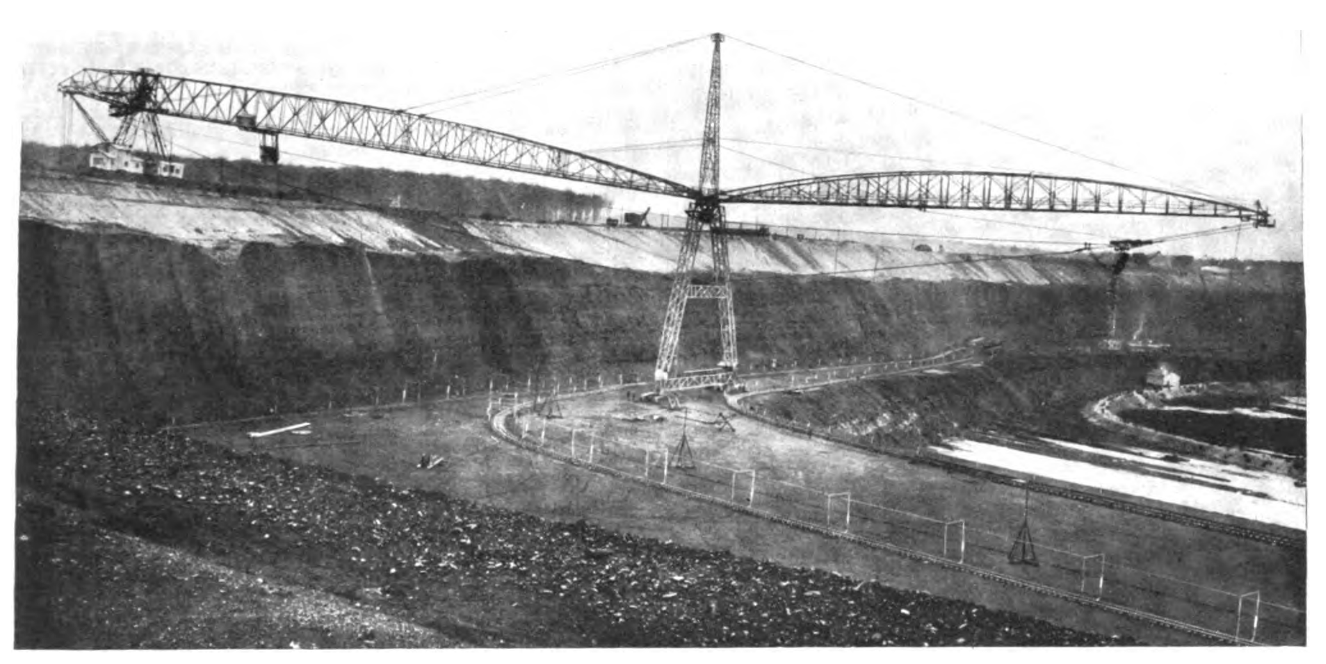
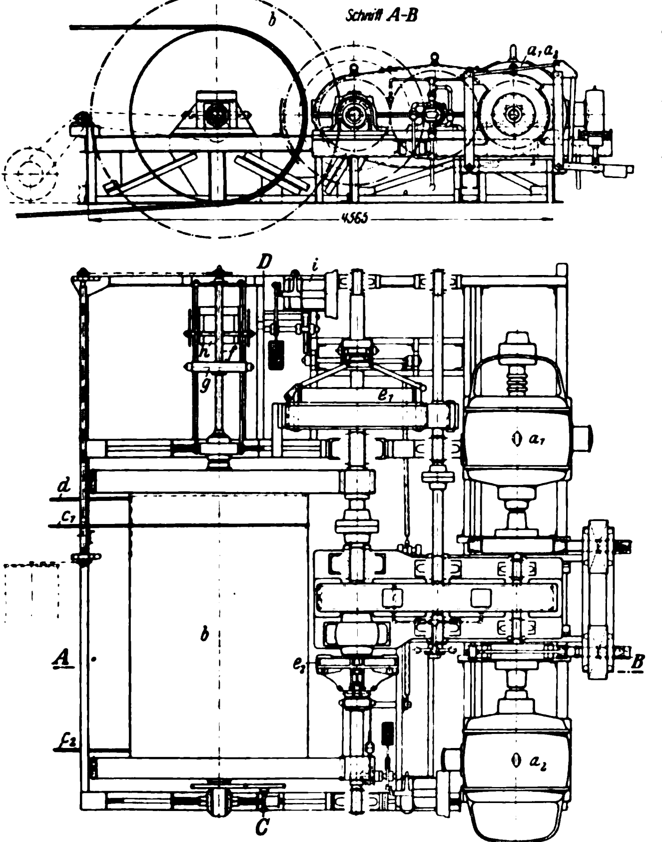
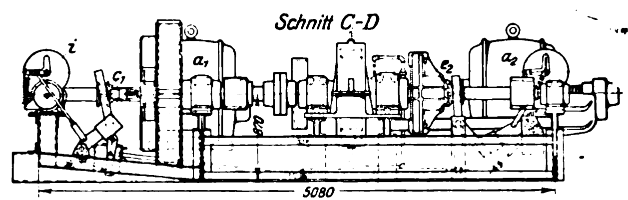


Abb. 1. Brückenkabelbagger.

durch das Gewicht der Laufkatze und der Last nicht auf Biegung, sondern nur der Druck beansprucht wird. Während der Maschinenturm auf dem gewachsenen Boden des Deckgebirges läuft, stützt sich der als Pendelstütze ausgebildete Gegenturm auf die Kohlenfläche des Mittelschnittes. Der Höhenunterschied zwischen beiden Fahrbahnen beträgt durchschnittlich 39 m, die Entfernung zwischen den beiden Stützpunkten rd. 150 m, die Gesamtentfernung zwischen Baggerstelle und äußerster Absturzstelle rd. 250 m. Die feste Brücke zwischen beiden Stützen wird jenseits der tieferstehenden Pendelstütze in einem Ausleger fortgesetzt, der durch Abspannseile an der Brücke befestigt ist. Die Pendelstütze mußte daher über die Brückenlinie hinaus erhöht werden, um einen Auflagepunkt für die Abspannseile zu schaffen. Zum Ausgleich der Höhenunterschiede zwischen den Fahrbahnen der beiden Türme sind Brücke und Ausleger gelenkig am Maschinenturm befestigt, wobei aber der Winkel zwischen der oberen Verlängerung der Pendelstütze





a_1, a_2 Motoren für Schürf- und Fahrwinde
b Seiltrommel
c_1, c_2 Fahrseile
d Schürfseil
e_1, e_2 elektrisch betätigte Kuppelungen
f Schraubenspindel
g Wandermutter
h Anschläge
i Motorbremsmagnet

Abb. 2. Schürf- und Fahrwinde mit Stoppwinde.



und dem Brückenträger auf der einen Seite und dem Ausleger auf der anderen Seite unveränderlich ist. Die Pendelstütze muß also den Ausgleich durch Bewegungen in der Richtung der Brückenachse herbeiführen; zu diesem Zweck ist sie auf dem Fahrwerk gelenkig gelagert. Auch eine gewisse Verdrehung der Brücke um die Pendelstütze muß möglich sein, wenn beide Stützen sich ungleichmäßig fortbewegen, oder wenn der Brückenkabelbagger einer nicht geradlinigen Straße zu folgen hat. Endlich ist noch eine Bewegung der Pendelstütze um die senkrechte Achse der Brücke in der Fortbewegungsrichtung des Baggers erforderlich, um die Unebenheiten im Gelände zu überwinden. An der Brücke befindet sich möglichst in der Nähe der Schürfstelle das Führerhaus, von dem aus der Bagger gesteuert wird. Sowohl der Maschinenturm, als auch die Pendelstütze sind zur Fortbewegung mit Raupenfahrwerken versehen; jede Raupe hat ihren besonderen Antriebsmotor.

Die Arbeitsweise geht in der Art vor sich, daß der leere Kübel sich durch Ablassen der Tragkabel an der Schürfstelle auf die Erde aufsetzt und dann über den Boden fortgezogen wird, bis er gefüllt ist. Dann wird er angehoben und durch die Pendelstütze hindurch nach der Absturzstelle verfahren. Hier stößt er gegen einen Entleerungsanschlag, so daß der Kübel zum Kippen kommt; dann läuft er unter gleichzeitigem Senken der Tragkabel wieder zur Schürfstelle. Zwei Tragseile werden am Ende des Auslegers in der üblichen Weise befestigt und sind am Maschinenturm mit einer beweglichen Schwinge verbunden. Die letztere wird durch eine mit zwei Trommeln ausgerüstete Hubwinde gehoben und gesenkt. Die Laufkatze hat nach der Druckgebirgseite zu einen Ausleger mit einer Umführrolle, mit der sie gegen die Entleerungsanschläge auf dem Fahrseil anstößt. Während der Ausleger sich unter dem Anschlag entlang weiter fortbewegen kann, wird die Umführrolle festgehalten und dadurch der Kübel zum Kippen gebracht. Die Schürf- und Fahrwinde (Abb. 2) ist eine Eintrommelwinde mit zwei Motoren. An den beiden Enden der Trommel laufen die Fahrseile, sowie die Schürfseile ein, und in der Mitte der Trommel das obere Fahrseil aus. Durch elektrisch betätigte Kuppelungen können abwechselnd zwei Fahrgeschwindigkeiten eingeschaltet werden. Der Wechsel der Fahrtrichtung wird durch Umschaltung der Motoren erreicht. Auf der verlängerten Achse der linken Trommel bewegt sich eine Wandermutter, welche Schaltvorrichtungen zum Einschalten der verschiedenen Geschwindigkeiten der Schürf- und Fahrwinde betätigt, wobei die Stellung der Anschläge abhängig ist von der Stellung der Entleerungsanschläge auf den Tragkabeln. Die Entleerungsanschläge sind verfahrbar, so daß sie beliebig an jede Stelle des Förderweges gesetzt werden können. Die Bewegung wird abgeleitet von einer besonderen, sogenannten Stoppwinde, die ebenso wie die Hub-, Schürf- und Fahrwinde im Maschinenturm aufgestellt ist. Über dem Führerhaus befindet sich ein geschlossener Raum, in welchem die Anlaßwiderstände untergebracht sind. Damit die Anlage auch bei Dunkelheit und undurchsichtigem Wetter einwandfrei arbeitet, sind Zeigervorrichtungen für sämtliche Bewegungen vorgesehen. Durch Anordnung verschiedener Endausschalter ist dafür gesorgt, daß selbst bei wenig aufmerksamer oder wenig sachkundiger Bedienung nachhaltige Störungen vermieden werden (M. Bruckmann, Z. V. d. I. Bd. 72, S. 737). *Ka.*

Leitungen.

Der Einfluß von Unterdruck und Ionisation auf die Lebensdauer von papierisolierten Hochspannungskabeln. Unter diesem Titel hat das Elektrotechnische Institut in Leningrad vorläufige Ergebnisse seiner Untersuchungen an Hochspannungskabeln veröffentlicht. Das Ziel war die Klärung der Zusammenhänge zwischen den zufolge von thermischen und chemischen Einflüssen entstehenden inneren Vakua und der Haltbarkeit der Kabel. Die Prüfstücke bestanden aus je 10 m Einfachkabeln von 16 mm Kupferdurchmesser, 10 mm Isolation, 2 mm starkem Bleimantel für 20,2 kV mit sorgfältigem Sprühschutz an den Enden, wo auch die Manometer zur Druckmessung angebracht waren. Die wichtigsten Feststellungen sind folgende:

1. Es entstehen Vakua der Größe von 350 bis 400 mm *Hg*; die Wanderung der Luft kann im wesentlichen nur im verseilten Leiter selbst und auf seiner Oberfläche stattfinden; es kann sich Luft zwischen Isolation und Bleimantel festsetzen (Blasen), aber dort nicht wandern, ebensowenig kann sie die Isolation durchdringen.

2. Das Entstehen innerer Vakua setzt die Lebensdauer des Kabels herab. Ein Beispiel hierfür zeigt folgender Versuch bei 60 kV, bei welchem zunächst Über- sodann Unterdruck im Kabelinnern erzeugt wurde:

Über- bzw. Unterdruck mm *Hg*	Lebensdauer h
+ 250	10,5
+ 200	8,8
+ 100	6,2
0	5,0
− 100	5,2
− 200	4
− 300	2

Dasselbe Kabel besaß bei 50 kV und 100 bzw. 200 bzw. 300 mm Unterdruck eine Lebensdauer von 13 bzw. 21 bzw. 11 h, bei 42,6 kV entsprechend von 36, 57,7 und 41 h. Zu jeder Spannung gehört also ein günstigstes Vakuum, und zwar liegt es um so tiefer, je höher die Prüfspannung ist.

3. Mit der Schering-Brücke ausgeführte dielektrische Verlustmessungen gaben folgende Zusammenhänge zwischen tg δ, Druck (bzw. Unterdruck) und Spannung:

Zustand im Kabel	tg δ bei Spannung			
	20 kV	30 kV	40 kV	50 kV
+ 400 mm *Hg*	0,025	0,035	0,0378	0,0335
0 „ „	0,033	0,038	0,0365	0,0315
− 300 „ „	0,039	0,038	0,034	0,029

Der Höchstwert von tg δ wird bei um so niedrigerer Spannung erreicht, je höher das Vakuum ist, eine schon bekannte Erscheinung. Das ist dieselbe Gesetzmäßigkeit, wie sie oben für die Lebensdauer festgestellt wurde.

4. Weitere Untersuchungen befaßten sich mit selbsttätigen Veränderungen des Vakuums während der Lebensdauerprüfungen als Folge von chemischen Veränderungen der Tränkmasse durch Ionisierung. Das eine Ende des Prüfstücks wurde hermetisch abgeschlossen, am andern befand sich ein Manometer und zeigte an, welche Druckänderungen bei Betriebspannung und anfänglichem Atmosphärendruck mit der Zeit entstanden. Das Vakuum erreichte nach 30 h etwa 150 mm und blieb dann konstant. Ferner erzeugte ein Temperaturabstieg des gleichmäßig erwärmten Kabels um 25° ein Innenvakuum von 180 mm.

Als Schlußfolgerungen empfehlen die Verfasser, dafür zu sorgen, daß der Luft von den Enden her freier Zutritt gewährt, ja, daß trockene Luft in den Leiter gepreßt oder Transformatorenöl unter Druck hineingebracht wird, um im Kabel einen Überdruck gegen die Umgebung aufrechtzuerhalten. (A. Smouroff und L. Mashkileison, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 47, S. 29.) *Eg.*

Meßgeräte.

Blindverbrauchsmessung in Drehstromnetzen. — Blindverbrauchsmeßgeräte für Drehstrom zeigen im allgemeinen nur richtig, wenn die Linienspannungen untereinander gleich sind und die Belastung in allen drei Zweigen gleichmäßig ist. G. Hauffe stellt für die Frankenfieldsche Schaltung eine Fehlergleichung auf. Danach ist der Fehler außer von der prozentualen Unsymmetrie des Netzes auch von der Phasenverschiebung zwischen den Spannungen der beiden gegenläufigen symmetrischen Systeme abhängig. Beträgt diese 0° oder 180°, so sind die auftretenden Fehler am größten; sie betragen 50 % bei einem Leistungsfaktor $\cos\varphi = 0,98$, 10 % bei $\cos\varphi = 0,64$. (G. Hauffe, Arch. El. Bd. 20, H. 2, S. 122.)

Elektrische Messung kleinster Längenänderungen. — Im Laboratorium der Bell Telephone Co. hat P. P. Cioffi ein Verfahren entwickelt, um Längenänderungen in der Größenordnung von $0,03 \cdot 10^{-6}$ mm bei einer Prüflänge von 100 mm zu messen. Die Bewegung wird zunächst durch eine Hebelübertragung vergrößert. Der lange Hebelarm trägt einen Hohlspiegel, auf den von einer Glühlampe ein Lichtstrahl unter einem kleinen Winkel und von dort auf eine photoelektrische Zelle fällt. Die besondere Eigenart des Verfahrens besteht nun darin, daß eng geteilte Gitter verwendet werden (durchsichtige und undurchsichtige Striche mit je 0,5 mm Breite), eines zwischen Lichtquelle und Hohlspiegel, das andere vor der photoelektrischen Zelle. Wenn das Bild der durchlässigen Striche wieder auf durchlässige Streifen fällt, erhält man maximale Belichtung der Zelle, umgekehrt, wenn es auf

dunkle Streifen fällt, keine Belichtung. Es genügt also die kleinste Spiegelbewegung, um einen sehr starken photoelektrischen Effekt auszulösen. Der Strom der Photozelle ist proportional der Belichtung, es wird also die kleine Spiegelbewegung vielfach aufgeteilt. (P. P. Cioffi, El. World, Bd. 91, S. 511.) *Kth.*

Beleuchtung.

Die P-H-Lampe. — In der Lichttechnischen Gesellschaft sprach C. F. O. Müller jun. über die neue P-H-Lampe und führte etwa folgendes aus: Bei allen lichttechnischen Anlagen sind es drei Hauptforderungen, die für die künstliche Beleuchtung in erster Hinsicht beachtet werden müssen, nämlich die Forderung der Wirtschaftlichkeit, der Hygiene und der Ästhetik. Es wird häufig der Fehler begangen, die Forderungen der Wirtschaftlichkeit auf Kosten der guten und einwandfreien Beleuchtung zu übertreiben, während fast ebenso oft das umgekehrte geschieht. Der Grund ist meistens darin zu suchen, daß es infolge Fehlens eines geeigneten Gerätes nicht gelingt, beide Forderungen zu vereinigen. Die Wirtschaftlichkeit einer Beleuchtungsanlage verlangt, daß der Wirkungsgrad möglichst gut sei. Die Hygiene erfordert, daß das Auge bei künstlicher Beleuchtung möglichst keine Nachteile gegenüber der natürlichen Tageslichtbeleuchtung empfindet. Vom ästhetischen Standpunkt aus betrachtet, ist nicht nur die Form einer Lampe maßgebend sondern auch die Qualität des erzeugten Lichtes. Es muß möglichst diffus sein, und es muß beachtet werden, daß warmes Licht die Stimmung hebt, kaltes sie herabsetzt. Wichtig ist schließlich richtige Lichtverteilung. Man glaubte vielfach in der sogenannten ganz indirekten Beleuchtung die ideale Beleuchtungsart gefunden zu haben, selbst unter Außerachtlassung der hohen Betriebskosten. Bei der ganz indirekten Beleuchtung ist aber die Zimmerdecke heller beleuchtet als der übrige Raum. Dies wirkt auf die Dauer sehr ermüdend, außerdem verlieren die Gegenstände des Raumes an Plastik, es fehlen die Übergänge zwischen Licht und Schatten.


Abb. 3. P-H-Lampe.

Eine neue Lampe, genannt P-H-Lampe (Abb. 3) vereinigt die Vorteile der indirekten Beleuchtung mit denen der direkten Beleuchtung. Als Großflächengeleucht schafft sich die P-H-Lampe selbst ihre reflektierende Decke, die optisch richtig geformt ist und dem Verstauben nicht ausgesetzt ist. Gegenüber der großen Fläche der Decke verschwindet die Fläche der P-H-Lampe, trotzdem sie ein Großflächengeleucht ist. Sie wirkt also nicht mehr störend, wie die beleuchtete Decke. Man kann sagen, daß durch die P-H-Lampe sowohl die Forderungen der Wirtschaftlichkeit wie der Hygiene als auch der Ästhetik in durchaus befriedigender Weise gelöst sind. Die P-H-Lampe besteht aus einem System von drei übereinander angeordneten Schirmen (meist aus Opalglas, unten sandmattiert). Diese Schirme werden von der in der Lampe angebrachten Glühlampe erleuchtet und reflektieren das empfangene Licht, so daß dieses bei seinem Weg nicht durch Milch- oder Mattglasglocken filtriert wird. Durch diese Anordnung wird eine außergewöhnlich günstige Lichtverteilung erreicht, ein sehr weiches und angenehm wirkendes Licht, und dabei werden die Verluste, die in den sog. geschlossenen Armaturen auftreten, vermieden. Da die P-H-Opalglaslampe ein Großflächengeleucht ist, ist die Leuchtdichte sehr gering. Sie beträgt durchschnittlich 0,15 bis 0,25 HK/cm² Oberfläche. Die Lampe ist also vollständig blendungsfrei bei jeder Beleuchtungstärke und jeder Aufhängehöhe.

Vom ästhetischen Standpunkt aus betrachtet, wirkt die P-H-Lampe sehr angenehm. Die Form ist rein zweckmäßig. Interessant ist es, daß man bei den einzelnen Lampen die Lichtverteilung in weitesten Grenzen ändern kann, indem man verschiedenartig behandelte Schirme verwendet. So läßt sich auch die Farbe des erzeugten Lichtes beeinflussen, indem man z. B. für die Unterseite in Tageslichtfarbe getönte Metallschirme verwendet. Diese P-H-Tageslichtlampen haben neben der vortrefflichen Tageslichtwirkung ebenso wie die normale P-H-Lampe einen vortrefflichen Wirkungsgrad. Wünscht man warmes Licht, so verwendet man Lampen mit Schirmen, deren Unterseiten mattvergoldet sind. Es lassen sich besonders tiefstrahlende oder mehr breitstrahlende Kombinationen herstellen. Die meist als Hängelampen, doch auch als Tischlampen und Wandarme verwendeten P-H-Lampen sind eine Erfindung des dänischen Architekten P. Henningsen und werden in Deutschland von der Firma Deutsche P-H-Lampen-Gesellschaft m. b. H., Karlsruhe, hergestellt und vertrieben. *of*

Das Unimeter. — Unter dieser Bezeichnung beschreibt L. Bloch ein neues Instrument zur Messung der Durchlassung und der Rückstrahlung von Stoffen verschiedenster Art. Im Gesichtsfeld befinden sich zwei aneinanderstoßende Vergleichsfelder, welche durch Regeln des einen auf gleiche Helligkeit gebracht werden, und zwar erfolgt die Lichtschwächung dieses Feldes nach dem Polarisationsprinzip durch Drehen eines Nikolschen Prismas. Die Beleuchtungstärke ist daher dem Quadrat der Tangente des Verdrehungswinkels proportional. Der besseren Übersichtlichkeit wegen ist neben der Winkelteilung noch eine Teilung nach dem Tangenten-Quadrat angebracht, so daß man zwischen 0 und 90 ° bzw. zwischen 0,01 und 100 ablesen kann; der Meßbereich ist demnach recht groß. Als Lichtquelle für beide Vergleichsfelder kann Tages- oder Lampenlicht benutzt werden, viele Messungen lassen sich auch im unverdunkelten Raum ausführen. Im einzelnen kann das Unimeter zu folgenden Untersuchungen dienen: 1. Durchlassung klarer und trüber Medien; 2. Durchsichtigkeit von Papieren u. dgl. Hierbei wird das zu prüfende Papier auf eine halb schwarze, halb weiße Fläche gelegt und der Kontrast dieser beiden Flächen ohne und mit dem zu prüfenden Stoff durch das Unimeter festgestellt. 3. Messung der zerstreuten und gerichteten Rückstrahlung verschiedener Körper u. a. auch der menschlichen Haut. Ferner kann das Instrument als Photometer und als Beleuchtungsmesser sowie zur Bestimmung der Leuchtdichte Verwendung finden. Unter Vorschaltung eines roten, grünen und blauen Glases vor das Okular kann endlich auch die Farbe von Lichtquellen oder von farbigen Körpern, Anstrichen usw. nach dem Dreifarbenmaßsystem festgestellt werden. Das Unimeter wird von der Firma Franz Schmidt & Haensch, Berlin, hergestellt. (L. Bloch, Licht u. Lampe Bd. 17, S. 207.) *Vg.*

Elektromaschinenbau.

Der Transverter, ein Hochspannungs-Drehstrom-Gleichstrom-Umformer. — Der Transverter dient zur wechselweisen Umformung von Drehstrom in Gleichstrom und besteht aus einer größeren Zahl von Transformatoren und Kommutatoren[1]. Die zeitlich verschobenen Spannungen in den einzelnen Ankerspulen gewöhnlicher Gleichstrommaschinen werden hier in Spulen auf feststehenden Transformatorkernen induziert, deren Flüsse durch drehstromseitige Zickzackschaltung die gewünschte zeitliche Lage haben. Von den einzelnen Spulenenden führen Zuleitungen zu feststehenden Kommutatoren, über welche Bürsten mit synchroner Drehzahl umlaufen, so daß von diesen eine Gleichspannung abgenommen wird. Die Wendespannung zur Kompensation der Reaktanzspannung wird durch Bürstenverschiebung und Kurzschluß jeweils derjenigen Lamellen erzielt, in deren Spulen vom Hauptfluß die gerade zur einwandfreien Stromwendung erforderliche Spannung induziert wird. Die bestehenden Ausführungen müssen sehr hohe Streuspannungen besitzen, da die Gleichstrombelastung nicht für jeden Kern kompensiert werden kann. Durch eine vorgeschlagene Hilfswicklung, welche um alle drei Kerne gemeinsam kurzgeschlossen ist, läßt sich dieser Nachteil beseitigen. Die Belastungsströme drehstromseitig ergeben im Außennetz einen völlig sinusförmigen Strom, da sich die Oberwellen des Kompensationstromes der einzelnen Transformatoren gegeneinander aufheben. Die Streuung läßt sich berechnen, indem man die tatsächlichen Ströme zweckmäßig in Grund- und Zusatzströme zerlegt. Daraus ergeben sich drei gesonderte Streukreise, doch sind die induzierten Streuspannungen für alle Gleichstromspulen unabhängig von der besonderen drehstromseitigen Wicklungsverteilung des betreffenden Transformators und nur abhängig vom Strom in der kurzgeschlossenen Spule selbst. Die Ergebnisse gewöhnlicher Gleichstrommaschinen bezüglich Stromwendung können also zunächst übernommen werden. Die Stromwendung ist gekennzeichnet durch die steigende oder abfallende Wendespannung und durch den Widerstand in den Zuleitungen zum Kommutator. Diese

[1] Vgl. ETZ 1924, S. 659.



bewirken in jedem Fall eine anfänglich beschleunigte, nachher verzögerte Kommutierung. Sie stellen eine Ohmsche Koppelung der verschiedenen im Kurzschluß befindlichen Spulen dar, bewirken daher einen Ausgleich unterschiedlicher Wendespannungen, korrigieren eine falsche Wendespannung, verringern die Spannung an der ablaufenden Bürstenkante und begünstigen damit die Stromwendung wesentlich. Berechnung des Stromverlaufes in den kurzgeschlossenen Spulen ist hier im Gegensatz zu gewöhnlichen Gleichstrommaschinen zulässig, da alle Daten genau zu ermitteln sind. Der Stromverlauf für verschiedene Belastungsfälle wird bestimmt. Abweichungen in der Wendespannung vom Sollwert sind bedingt durch die drehstromseitig nicht genau einzuhaltenden theoretisch erforderlichen Windungszahlen, ungleiche Lamellenteilung, ungenaue Einstellung der Bürsten, unterschiedliche Streuung einzelner Spulen und Pendelerscheinungen. Die Fehler sind nicht größer als bei gewöhnlichen Gleichstrommaschinen.

Der Transverter kann ein Drehstromnetz nur in Parallelarbeit mit Synchrongeneratoren oder -motoren speisen. Es gibt eine Kipplast, bei deren Überschreitung der Transverter außer Tritt fällt, weil von einer bestimmten Belastung an der Ohmsche Abfall gleichstromseitig nicht so stark ansteigt, wie die induzierte Spannung sinkt. Bei Untersuchung der wirtschaftlichsten Bauformen ergibt sich, daß die Strombelastung des Transverters für 1 cm Kernachse unter sonst gleichen Verhältnissen konstant sein muß und daß theoretisch beliebig große Transverter zu bauen sind. Es ergibt sich eine einfache Beziehung für die günstigste Kernzahl und weiter die Möglichkeit, mit dem Transverter beliebig hohe Gleichspannungen bis 100 kV und mehr zu erzeugen. Durch verschiedene Verbesserungsvorschläge kann der Transverter gegenüber den bisherigen Ausführungen betriebsfähig gemacht werden. (W. Grüning, Arch. El. Bd. 19, H. 5/6, S. 579.)

Die selbsterregte Drehstrom-Erregermaschine mit kurzgeschlossener Ständerwicklung. — In neuerer Zeit findet zur Kompensierung von Asynchronmaschinen häufig die selbsterregte Drehstrom-Erregermaschine mit kurzgeschlossener Ständerwicklung Verwendung. Diese Maschine bietet bekanntlich gegenüber der normalen eigenerregten Drehstrom-Erregermaschine den Vorteil einer Phasenkompensation der Asynchronmaschine bis zum vollkommenen Leerlauf oder sogar bis zum Generatorbetrieb. Das Verhalten der Erregermaschine beim Arbeiten auf konstante Spannung ist bekannt[1]. In einer Arbeit von Leonhard werden nun die Selbsterregungsbedingungen eingehend behandelt.

Die Maschine wird zuerst als selbständiger Generator auf beliebigen Ohmschen Widerstand und beliebige Selbstinduktion belastet untersucht, und die dabei auftretenden Spannungen und Frequenzen ermittelt. Es zeigt sich, daß mit einfachen Figuren in einem Widerstand-Selbstinduktion-Koordinatensystem Spannung und Frequenz ermittelt werden können. Dann wird dargelegt, wie nach übersichtlichen Methoden beim Arbeiten einer Asynchronmaschine als Erregermaschine, die an konstanter Spannung liegt, die Bedingung für Selbsterregung bei Leerlauf und bei verschiedenem Schlupf das Primärstromdiagramm der Asynchronmaschine gewonnen werden kann. Der Einfluß der verschiedenen Maschinenkonstanten auf das Stromdiagramm der Asynchronmaschine wird gezeigt. Zum Schluß wird auf den Generatorbetrieb der Hauptmaschine noch kurz eingegangen. (A. Leonhard, Arch. El. Bd. 20, H. 2, S. 129.)

Fernmeldetechnik.

Hoch belastbare Lautsprecher mit gutem Wirkungsgrad. — Außer einer frequenzgetreuen Wiedergabe sind bei einem Lautsprecher großer Wirkungsgrad und hohe Belastbarkeit sehr erwünscht, Eigenschaften, die bei den meisten heute üblichen Lautsprechertypen nicht vorhanden sind. C. R. Hanna verwendet, um das erstere Ziel zu erreichen, ein elektrodynamisches Antriebsystem. An einer sehr dünnen, leichten Membran, die in einem Gummiring gehalten ist, befindet sich die erregende Spule aus Aluminiumdraht. An die Membran schließt sich ein Exponentialtrichter an, der nach tiefen Frequenzen zu eine Grenzfrequenz von etwa 100 Hz besitzt. Die berechnete und die experimentell aufgenommene Frequenzkurve stimmen recht gut miteinander überein; sie sind von etwa 100 ... 4500 Hz geradlinig. Besonders große Belastbarkeit erfordern die tiefen Frequenzen, bei denen die Membranamplitude sehr hohe Werte annimmt. Um die Belastbarkeit weiter zu steigern, werden 2 ... 3 Lautsprecher verwendet, die für die Wiedergabe der tiefen, der mittleren oder der hohen Frequenzen eingerichtet sind und denen durch Vorschaltung eines elektrischen Netzwerks auch nur diese Frequenzen zugeführt werden. (C. R. Hanna, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 47, S. 253.) *E. M.*

Rotierende Rahmenantennen als Richtsender. — Zum Bau von Richtsendern haben sich Hochantennen als nicht geeignet erwiesen, da ihre Strahlung stark von klimatischen Einflüssen ihrer unmittelbaren Umgebung (Feuchtigkeit des Bodens usw.) abhängig ist. Eine geschlossene Rahmenantenne zeigt dagegen diese Einflüsse nicht in merklichem Maße. Diese wurde daher von T. H. Gill und N. F. S. Hecht näher untersucht und praktisch durchgebildet. Eine Rahmenantenne, deren Durchmesser klein zur Wellenlänge ist, hat als Richtkennlinie das Doppelkreisdiagramm. Die maximale Energie wird in Richtung der Windungsebene ausgestrahlt. Bei der praktischen Anwendung läßt man die Antenne gleichmäßig rotieren. In dem Augenblick, in dem die Rahmenebene in der Nord-Südlinie steht, wird ein besonderes Zeichen ausgesandt. Der Beobachter bestimmt nun die Richtung dadurch, daß er die Zeit mißt, die zwischen diesem Zeichen und der Beobachtung des Maximums oder besser des schärferen Minimums an seinem Standort verstreicht. Die Entwicklung des Rahmenrichtsenders für mittlere Wellen (500 ... 1000 m) und seine Anwendung in der Navigation, insbesondere der Luftnavigation, wird eingehend beschrieben. Zur Verringerung des Antenneneffekts und der Schwankungen der Antennenabstimmung während der Rotation muß die Rahmenantenne etwa 7 m hoch an einem Mast befestigt werden und der Sender muß so symmetrisch wie möglich in den Rahmen eingebaut werden. Die Versuche haben gezeigt, daß die Genauigkeit des Rahmenrichtsenders für die Luftnavigation ausreichend ist. Sie ist etwa gleich der des Richtempfangs. (T. H. Gill und N. F. S. Hecht, J. Inst. El. Eng., London, Bd. 66, S. 241.) *F. A. F.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Zum Problem der Kippschwingungen. — Im Schlußteil einer früheren Arbeit[1] war die Frage nach der Abgrenzung der Kippschwingungen gegenüber den selbsterregten Schwingungen angefachter Schwingungskreise noch offen gelassen. Eine inzwischen bekanntgewordene Untersuchung von van der Pol[2], welche sich mit Schwingungsvorgängen befaßt, die durch die Differentialgleichung zweiter Ordnung mit amplitudenabhängigem Dämpfungskoeffizienten beschrieben werden können, hat bewiesen, daß ein stetiger Übergang von der einen in die andere Schwingungsart existiert und auch charakteristische Übergangsschwingungsformen gezeigt. Kippschwingungen und rein harmonische Schwingungen sind also diametrale Grenzfälle. Der Grenzfall der Kippschwingungen liegt dann vor, wenn die in einem Energiespeicher — bei elektrischen Systemen also z. B. in einer Induktivität oder einer Kapazität — periodisch auftretende und wieder verschwindende Energie jedesmal vollständig irreversibel vom Gesamtsystem (einschließlich speisender Energiequelle) nach außen abgegeben wird. Rein harmonische, ungedämpfte Schwingungen anderseits sind nur möglich, wenn der Energieinhalt des Systems ungeändert bleibt, d. h. wenn dem Schwingungsbilde keine Energie zugeführt oder entzogen wird, so daß sich ein reversibler Energieaustausch zwischen mindestens zwei Speichern periodisch wiederholt. Die praktisch vorkommenden Schwingungen nähern sich meist mehr oder weniger dem einen oder anderen Grenzfall und können daher oft mit dementsprechenden Vernachlässigungen behandelt werden. Hierbei wird gezeigt, daß die für die vorgeschlagene Näherungsbehandlung der Kippschwingungen charakteristische Vernachlässigung aller Energiespeicher, die so klein oder so geschaltet sind, daß sie auf Frequenz und Energieumsatz keinen nennenswerten Einfluß ausüben, tatsächlich berechtigt ist. Die kleinen Speicher spielen nicht, wie man vermuten könnte[3], die Rolle eines notwendigen Schwungrades, sondern nur die eines unvermeidlichen Gestänges.

Mit Rücksicht auf eine angenäherte Behandlung der Kippschwingungen in der Transformatorschaltung der Dreielektrodenröhre unter Vernachlässigung des Gitter-

[1] R. Brüderlin, Arch. El. Bd. 15, S. 203; ETZ 1926, S. 1077.

[1] Arch. El. Bd. 17, S. 1 u. 103; ETZ 1927, S. 511.
[2] Jahrb. Drahtl. Telegr. Bd. 28, S. 178.
[3] Jahrb. Drahtl. Telegr. Bd. 28, S. 178.



stroms durch van der Pol[1] wird auf die vom Verfasser nachgewiesene wesentliche Rolle des Gitterstromes bei diesen Vorgängen hingewiesen. Der Richtigstellung von Fehlern, die im Schlußteil der Arbeit noch stehengeblieben waren, schließt sich dann noch ein Versuch an, eine schematische Gruppierung der selbsterregten Schwingungserscheinungen zu zeigen. Diese geht zum Unterschied von der Klassifizierung nach Schwingungen 1., 2. oder 3. Art, welche nur das Verhalten des Steuerorgans im Verlauf einer Periode charakterisiert, von der Zahl der frequenzbestimmenden Energiespeicher aus. Dabei kommen außer den reinen Grenzfällen der harmonischen Schwingungen und Kippschwingungen auch Kombinationen beider vor, für welche das charakteristischste Beispiel die intermittierende Röhrenschwingung („Amplituden-Kippschwingung") darstellt. Dieser Versuch wird an einer Gruppe von Beispielen kurz erläutert.

Zum Schluß werden einige mechanische Analogien zu den behandelten Schwingschaltungen gestreift und auf einen möglichen Zusammenhang mit der Riffelbildung auf Eisenbahnschienen[2] hingewiesen.

Auf eine wahrscheinliche Beziehung zwischen neuerdings von Fallou[3] mitgeteilten Beobachtungen und den seinerzeit[4] beschriebenen Kippschwingungen des Wechselstromlichtbogens wird aufmerksam gemacht. (E. Friedländer, Arch. El. Bd. 20, H. 2, S. 158.)

Heizung. Öfen.

Tagung des österreichischen und deutschen Fachausschusses für Schweißtechnik. — Mitte Februar d. J. fand eine gemeinsame Sitzung des österreichischen und deutschen Fachausschusses des VDI für Schweißtechnik in Wien statt. Während dieser Tagung wurden, wie üblich, eine Reihe wissenschaftlicher Vorträge gehalten, über welche hier auszugsweise berichtet werden soll.

1. Versuche mit dem Oszillographen zur Erforschung der Vorgänge im elektrischen Lichtbogen von Ing. Karl Bung, Köln.

Der Vortragende hat schon seit einiger Zeit eingehend die statischen und dynamischen Charakteristiken von Schweiß-Generatoren und -Transformatoren untersucht und hat die Wirkung der verschiedenen Charakteristiken hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit beim Bogenschweißen festgelegt. Aber nicht nur für die Darstellung der dynamischen Charakteristiken, sondern auch für die Eignung des Zusatzmaterials (Schweiß-Elektroden) ist das Oszillogramm ein geeignetes Untersuchungsmittel; es hat auch hier wertvolle Aufschlüsse gegeben, z. B. über die Unterschiede zwischen nackten, getauchten und umhüllten Stäben. Der Vortragende hat inzwischen diese Ergebnisse verglichen mit Untersuchungen des Schweißbogens durch Sonderfilmaufnahmen, welche man nach verschiedenen Verfahren unter Abblendung des Lichtbogens gemacht hat. Hierüber soll demnächst eine besondere Abhandlung berichten.

2. Neueste Versuche mit Röntgenstrahlen in der Schweißtechnik von Reichsbahnrat Dipl.-Ing. Kantner, Wittenberge.

Vortragender hat schon vor einiger Zeit auf diesem Gebiet eine kleine Sonderschrift veröffentlicht und verschiedentlich in Fachkreisen über dieses Thema berichtet. Im vorliegenden Beitrag gibt er eine Zusammenfassung alles dessen, was bisher bei der schweißtechnischen Versuchsanstalt der Reichsbahn im Ausbesserungswerk Wittenberge auf diesem Gebiete geleistet worden ist. Bekanntlich gibt es 2 Methoden, mit denen man versucht, das innere Gefüge eines metallischen Werkstoffes zu untersuchen, das elektro-magnetische Verfahren, welches nur für Eisenmetalle in Frage kommt, und das Röntgenverfahren. Für dieses mußten ganz besondere Apparate geschaffen werden, vor allen Dingen Sonderröhren. Auf der Werkstoff-Tagung war schon ein solches Prüfgerät zu sehen, das nicht nur für das Laboratorium, sondern auch für den Betrieb geeignet war; unverkennbar sind die Fortschritte, die hier gemacht worden sind. Es wäre zu wünschen, daß die deutsche Großindustrie, ähnlich wie die ausländische, recht bald in größerem Umfange solche Röntgengeräte beschaffen und anwenden würde. Es ist das einzige bisher wirksame Prüfmittel, die Schweißnähte auf ihre Brauchbarkeit hin am fertigen Stück zu untersuchen, ohne das Stück selbst zu zerstören oder angreifen zu müssen. Hat man diese Apparate, so fallen damit die Hauptbedenken, die heute noch unsere Behörden haben gegen die Einführung der Schweißtechnik, vor allen Dingen der Elektroschweißung im Kesselbau und im Eisenhochbau. Kantner bespricht zunächst die Einzelteile, dann die Gesamteinrichtung sowohl des Prüfraumes für kleine Werkstücke wie auch der fahrbaren Röntgenanlage, die an große Werkstücke herangebracht wird. Sodann zeigt er eine Reihe sehr wohl gelungener Durchleuchtungen und bespricht am Schluß die Schutzmaßnahmen, die das Betriebspersonal gegen Röntgenstrahlen zu ergreifen hat.

3. Vorschläge über Regeln für die Bewertung und Prüfung von Gleichstrom-Lichtbogen-Schweißgeneratoren und Lichtbogen-Schweißumformern von Ing. Ernst Schwarz, Wien.

Es ist eine eigentümliche Erscheinung, daß es für fast alle elektrotechnischen Geräte Regeln für die Bewertung und Prüfung gibt; nur über Schweißgeräte findet man nichts, obgleich schon verschiedene Fachleute seit einiger Zeit dringend auf diese Lücke hingewiesen haben. Neuerdings will sich auch der Fachausschuß für Schweißtechnik des VDI mit dem VDE darüber ins Benehmen setzen, doch wäre es wünschenswert, wenn dieses recht bald und gründlich geschähe. Vortragender unternimmt es, zunächst wenigstens für die Gleichstrom-Lichtbogengeneratoren und -umformer Vorschläge über Regeln für Bewertung und Prüfung zu machen. Am Schluß stellt er ein Muster für ein Leistungsschild auf. Die dort gemachten Vorschläge bieten eine vernünftige Grundlage zur Klärung der Angelegenheit.

4. Wirtschaftlichkeitsfragen der gesamten Schweißtechnik von Akademiedirektor Prof. Dr.-Ing. Schimpke, Chemnitz.

Ein sehr heikles Thema ist die Behandlung dieser Wirtschaftlichkeitsfragen. Über diese hat Vortragender schon vor einigen Jahren einen aufsehenerregenden Aufsatz im „Maschinenbau" veröffentlicht. Die Frage ist dann auf der vorjährigen Haupttagung des Verbandes für autogene Metallbearbeitung wiederum aufgerollt worden und hat einen außerordentlich lebhaften Meinungsaustausch hervorgerufen zwischen Fachleuten der autogenen und der Elektro-Schweißung. Es sind über diese Fragen Untersuchungen bei der Reichsbahn im Auftrage des Fachausschusses für Schweißtechnik des VDI angestellt worden, welche jedoch ergebnislos verlaufen sind. Jedenfalls soviel steht fest, daß bei Blechschweißungen die elektrische Bogenschweißung, normale Preise für Acetylen, Sauerstoff und elektrischen Strom vorausgesetzt, mit wachsender Blechstärke stets wirtschaftlicher wird. Interessant ist auch der Vergleich hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit der Gleichstrom- und Wechselstrom-Schweißung. Bei sehr billigem Kilowattstundenpreis ist die Gleichstromschweißung wirtschaftlicher, bei etwa 0,10 RM/kWh ist die Wirtschaftlichkeit ungefähr die gleiche, da das, was man beim Wechselstrom an Strom spart, wiederum als erhöhte Ausgaben für umhüllte Schweißstäbe draufgeht.

5. Über den Einfluß des Schweißens auf die Gestaltung von Dr.-Ing. A. Hilpert, Charlottenburg.

Nach Aufzählung der einzelnen Schweißarten wird die Schweißnaht zunächst als Verbindungsart an Stelle der Vernietung im Behälter- und Eisenkonstruktionshochbau, sodann an Stelle der Verflanschung beim Bau von Rohrleitungen, und schließlich die Herstellung von geschweißten, schmiedeeisernen Stücken als Ersatz für Gußeisen behandelt.

6. Die maschinelle Auftrags- und Nahtschweißung mit elektrischem Lichtbogen von Dr. E. Rosenberg, Weiz.[1]

Der Schöpfer der Querfeld-Dynamo, die als Lichtbogen-Schweißdynamo ebenso hervorragend ist wie als Zugbeleuchtungsmaschine, beschreibt hier eine Reihe von Vorrichtungen, welche man ersonnen hat, um sich von der Handfertigkeit des Elektrobogenschweißers zu befreien. Es sind im In- und Auslande schon eine Reihe von halb- und ganz selbsttätigen Bogenschweißmaschinen herausgebracht worden, jedoch bis jetzt nur für Sonderfälle, z. B. für die Schweißung der Bodenränder von Benzinfässern, oder der Längs- und Quernähte von Rohren und Behältern, oder für die Herstellung von Transformatorengehäusen. Der Beitrag zeigt einige dieser Vorrichtungen im Bilde, ohne auf Einzelheiten einzugehen. Die Maschinen zum Auftragen der Radspurkränze[2] sind leider übergangen.

[1] Jahrb. Drahtl. Telegr. Bd. 29, S. 114.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 508.
[3] Vgl. ETZ 1928, S. 109.
[4] Arch. El., Bd. 16, S. 273.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 43.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 1638.

7. Ersparnis an Löhnen, Gewicht- und Profilsorten beim vollständigen Schweißen eines 200 t-Ölleichters von Dr.-Ing. W. Strelow, Hamburg.

Der Verfasser, der selbst eine Zeit lang Betriebsleiter einer Werft war und hier mit Erfolg in Deutschland die Schweißung kleiner Schiffskörper durchgeführt hat, zeigt, daß bei der Bogenschweißung gegenüber der Nietung eine Ersparnis bis zu 56 % an Arbeiten für den Stahlschiffskörper, 42 % an den Gesamtarbeiten und bis zu 28 % an Werkstoff erzielt werden kann; während beim Nieten des gleichen Körpers 23 verschiedene Sorten Formeisen und 3 verschiedene Sorten Stabeisen verwendet werden müssen, ändert sich dieses Verhältnis in 4 Sorten Formeisen und 11 Sorten Stabeisen beim geschweißten Körper. Es ist ja bekannt, daß gerade beim Schiffbau die elektrische Bogenschweißung in der letzten Zeit nicht nur bei der Handels-Marine, sondern auch bei unserer Kriegs-Marine umfangreich angewandt wird.

8. Die Schweißung von Nichteisenmetallen von Oberregierungsrat Bardtke, Wittenberge.

Der Verfasser berichtet kurz über das Schweißen von Kupfer, Aluminium, Bronze, Nickel, Zink und Zinn, sowie am Schluß über das Blei-Löten. In diesem Aufsatz wird das, was dem Fachmann durch das Schrifttum bereits bekannt ist, gesammelt und kritisch beleuchtet.

9. Richtlinien zur Beurteilung und Abnahmeversuche für blanke (nicht umhüllte) Schweißdrähte von Ing. Julius Fuchs, Kapfenberg.

Der Referent hat sich bei den Böhler-Stahlwerken in letzter Zeit eingehend mit der Untersuchung blanker Elektroden für die elektrische Lichtbogenschweißung befaßt. Seine Ansicht, daß Umhüllungen auf Stäben keinen Wert haben, ist selbstverständlich abwegig und durch die Praxis längst widerlegt. Interessant ist jedoch die Tatsache, daß Stäbe mit nichtmetallischen Einschlüssen bedeutend bessere Schweißen ergeben als Stäbe aus möglichst reinem Eisen, und daß man diese Stäbe auch im Wechselstromlichtbogen gut niederschmelzen kann. Es ist zu wünschen, daß diese Stäbe recht bald zu billigen Preisen auf dem Markt erscheinen; es wird dann der Hauptnachteil der Wechselstromschweißung damit behoben. Interessant sind die Versuche, die der Verfasser angestellt hat, um den Grad der Unreinheit bei solchen Drähten zu bestimmen. Jedenfalls zeigen die Untersuchungen, daß die Abnahmebedingungen unserer Behörden, und auch die vom Fachausschuß für Schweißtechnik des VDI aufgestellten Richtlinien für die Abnahme nicht aufrecht erhalten werden können, und daß diese ganze Angelegenheit noch einer unparteiischen wissenschaftlichen Prüfung bedarf.

10. Über blanke und ummantelte Stäbe, Einfluß der Ummantelung auf die Güte und Wirtschaftlichkeit der Schweißung von Ing. Johann Titscher, Linz.

Vortragender legt sein Hauptaugenmerk bei der Gleichstromschweißung auf die Wahl des richtigen Schweißpols und macht auf die bisher kaum bekannte Tatsache aufmerksam, daß sich in diesem Punkt die Drahtsorten ganz verschieden verhalten, daß ferner der Stromverbrauch und die Schweißzeit bei Verwendung des Pluspoles an der Elektrode wesentlich günstiger werden als umgekehrt. Der Verfasser zeigt dann noch die bekannten Vor- und Nachteile von stark pastierten und umwickelten Stäben und führt dann eine Reihe von Beispielen an, um zu zeigen, wo man mit blanken, und wo mit umhüllten Stäben zu arbeiten hat.

11. Neuere Werkzeuge in der Gasschmelzschweißung von Ing. Rudolf Brendler, Wien.

Es werden einige bereits mehrfach in der Literatur ausführlich behandelte Neuheiten auf dem Gebiete des Brennerbaues gezeigt.

12. Verwendung von gelöstem Acetylen oder Entwicklergas. Verfahren und Einrichtungen zur Prüfung der porösen Massen für Acetylenflaschen von Oberregierungsrat Dr. W. Rimarski, Berlin-Halensee.

Vortragender verbreitet sich über das, was unter seiner Leitung auf diesem Gebiet in der Chemisch-Technischen Reichsanstalt Berlin in der letzten Zeit geschehen ist. Diese Arbeiten sind auch bereits aus der Literatur und sonstigen Vorträgen und Veröffentlichungen des Vortragenden hinlänglich bekannt.

13. Die deutschen Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel und die Bewertung der Schweißnähte von Dipl.-Ing. K. Vigener, Halle.

Der Vortrag des Verfassers löste seinerzeit in Wien eine lebhafte Aussprache aus. Die Schweißfachleute hat es nämlich befremdet, daß für die neuesten Werkstoff- und Bauvorschriften für den Kesselbau außerordentlich einschränkende Bestimmungen hinsichtlich der Schweißung überhaupt gemacht worden sind. Zunächst widerlegte Vigener den Vorwurf, daß die Dampfkesselüberwachungsvereine Schuld an diesen einengenden Bestimmungen trügen. Diese sind vielmehr aufgenommen worden auf Grund einer ganzen Reihe von Versuchsergebnissen, die allerdings zum Teil sehr lange zurückliegen, und sind vom deutschen Dampfkesselausschuß hauptsächlich auf Betreiben der Besitzer der Großkesselanlagen in die Vorschriften aufgenommen worden. Es steht zu erwarten, daß die Vorschriften bald entsprechend den neueren Ergebnissen der Schweißtechnik abgeändert werden. Heute schon haben die örtlichen Dampfkessel-Überwachungsvereine hinsichtlich der Bewertung und Anwendung der Bogenschweißung für die Instandsetzung von Kesseln ziemlich große Machtvollkommenheit, und es ist sicher, daß, wenn entsprechende einfache Prüfmethoden vorliegen, um die Güte der Schweißung am fertigen Stück festzustellen, und, wenn auch die Unsicherheit, die durch die jetzige manuelle Ausübung des Verfahrens vorliegt, durch Anwendung von maschineller Schweißung beseitigt wird, in größerem Umfange auch schon beim Bau von Dampfkesseln, die Schweißverfahren, besonders die elektrische Bogenschweißung, Platz greifen werden. Allerdings möchte ich aus eigener Erfahrung an dieser Stelle die Forderung erheben, daß die jetzigen Instandsetzungschweißungen nur ausgeführt werden sollten von solchen Unternehmungen, die amtlich dazu befugt werden sollten auf Grund einer Prüfung, daß sie hierfür das entsprechende Gerät und auch die entsprechend ausgebildeten Ingenieure und Schweißer haben; dann hören die vielen Rückschläge und das große Mißtrauen gegenüber der Schweißung von selbst auf.

14. Unfälle und Unfallverhütung bei Elektro- und Gasschmelzschweißung von Ing. Franz Osswald, Wien.

Über dieses Thema ist hinsichtlich der Gasschmelzschweißung schon außerordentlich viel veröffentlicht worden, und es bestehen darüber ja schon amtliche Vorschriften, während über die Unfallverhütung bei der Elektroschweißung noch kaum etwas veröffentlicht ist, auch in diesem Aufsatz ist dieser Punkt nur dürftig behandelt. Wenn auch hinsichtlich der Sicherheit die Elektroschweißung viel günstiger dasteht als die Gasschmelzschweißung, so sollte doch auf die wenigen Gefahrenpunkte auch von amtlichen Stellen hingewiesen werden[1]. (El. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 489 [Sonderheft Schweißtechnik 1928].)

I. C. Fritz.

Feuerfeste Materialien für Induktionsöfen. — Um die durch die elektromagnetischen Kräfte erzeugte Zirkulation des Metalles im Induktionsofen mit innen liegendem Eisenkern zu vermeiden, die ungünstig auf die Ausmauerung wirkt, wurde ein Induktionsofen nach Abb. 4 für einfache Phase mit Primärwicklung über dem Bad konstruiert. Der Kanal oder Herd, der den Einsatz enthält, hat die Gestalt eines kreisrunden Ringes mit schrägen Seiten und drei seitlichen Türen zum Einsetzen, Abschlacken und für Instandsetzungszwecke.

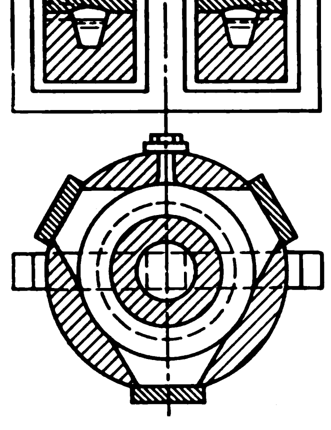


Abb. 4. Induktionsofen.

Die Hauptaufgabe bestand darin, ein geeignetes feuerfestes Material zu finden. Unter den verschiedenen untersuchten Materialien entschied man sich für Magnesiumoxyd, welches sehr wenig durch saure Schlacken angegriffen wird und selbst basisch ist. Die Frage nach dem besten Bindemittel war ziemlich schwierig, und anorganische Bindemittel, wie Magnesiumsulfat, Magnesium-

[1] Vgl. Schmelzschweißung Bd. 6, H. 9.



chlorid, Eisensulfat, Alundum usw. wurden versucht, erwiesen sich aber in der Praxis als ungeeignet. Die Schwierigkeiten bestanden darin, daß sich beim Trocknen der Oberfläche Dampftaschen bildeten, die später ein Reißen verursachten. Schließlich fand man ein Bindemittel in der Verwendung von Pech mit sehr geringem Wassergehalt. Das organische Bindemittel ist nur ein temporäres Bindemittel und dient nur dazu, das feuerfeste Material an Ort und Stelle zu halten, bis die Temperatur hoch genug wurde, das Magnesiumoxyd zu rekristallisieren und es in eine harte, dichte Masse zu verwandeln.

Um eine Ausmauerung von größter Dichtigkeit zu erhalten, wurde das geschmolzene Magnesiumoxyd auf gleichmäßige Größe gesiebt; zur Verringerung der Ausdehnung wurden gewisse Mengen nicht geschmolzenes Magnesiumoxyd zugesetzt, welches sich beim Erhitzen zusammenzog, so daß praktisch keine Ausdehnung oder Kontraktion in der Ausmauerung als Ganzes eintrat. Diese Ausmauerung wurde jetzt ständig während der letzten 7 Jahre verwendet, und die Kosten der Ausmauerung, auf 1 t erzeugten Stahl bezogen, sind sehr zufriedenstellend. Die allgemeine Ausmauerung eines kleinen Ofens ist in Abb. 5 gezeigt. Sie besteht aus:

Geschmolzenem Magnesiumoxyd 3,2 mm Körnung und Staub	45 %
Geschmolzenem Magnesiumoxyd durch 6,35 mm auf 3,18 mm Maschensieb	20 %
Geschmolzenem Magnesiumoxyd durch 12,7 mm auf 6,35 mm Maschensieb	20 %
Kalziniertem Magnesiumoxyd, feiner als 1,6 mm Maschensieb	8 %
Wasserfreiem Pech	7 %

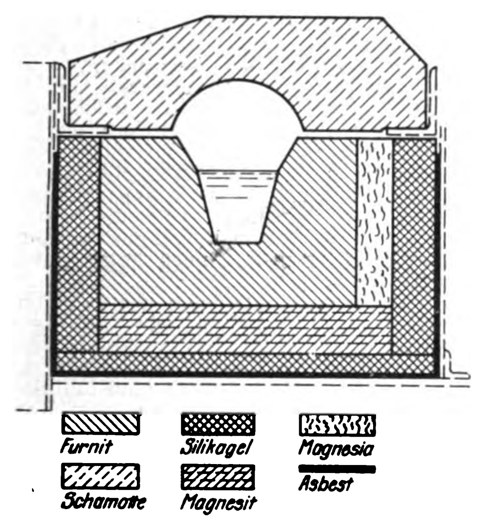


Abb. 5. Querschnitt durch den Ofen.

Dieses Material, welches „Furnit" benannt wurde, wird erhitzt und gut in Klumpen von 450 ... 900 kg gemischt und dann in den Ofen in Lagen von 25 ... 50 mm gestampft. Das geschmolzene Magnesiumoxyd hat ungefähr die folgende Zusammensetzung:

Silika	2 ... 4 %
CaO	2 ... 3 %
Fe_2O_3	0,2 ... 0,5 %
$Al_2O_3 + R_2O_3$	0,1 ... 0,5 %
Verbrennungsverluste	Spur
Chloride	Spur
Sulfate	Spur
MgO	93 ... 95 %

Das Bindemittel ist destilliertes Kohlenteerpech mit folgenden Eigenschaften:

Erweichungspunkt	60 ... 70 ° C
Viskosität bei 130 °	190 ... 240
Feuchtigkeit	1 %
Destillat unter 200 °	0

Der Schmelzpunkt der Ausmauerung liegt über 2200 °. Das Material erweicht sich nicht unter 2000 °, so daß die Ausmauerung beim Anschlagen mit einem Eisen einen metallischen Klang hat. Das Anheizen geschieht langsam in 24 ... 60 h, bis das Pech an der Innenseite des Kanals verkokt ist. Die erste Schmelze wird auf Kohlenstoff gemacht, so daß die folgenden Schmelzen praktisch keinen Kohlenstoff aufnehmen und Schmelzen mit 0,05 % C leicht hergestellt werden können.

Für dauernden Betrieb beträgt die Haltbarkeit der Ausmauerung durchschnittlich 2 Monate oder 400 Schmelzen mit 20 ... 25 % SiO_2 in der Schlacke. Einige Ausmauerungen haben 3 Monate gehalten mit zusammen 600 Schmelzen. Die Ausmauerung widersteht der anfressenden Wirkung der Schlacke sehr gut, so daß gewöhnlich keine Reparaturen während der ersten 100 Schmelzen nötig sind. (Transact. Am. Electrochem. Soc. Bd. 50, S. 145.) *Ill.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Selbsttätige Umformerwerke für die Vorortbahnen in Melbourne. — Die im Eigentum und Betrieb des Staates stehenden Victorian Railways faßten im Jahre 1913 den Beschluß zur Elektrisierung der von Melbourne ausstrahlenden Vorortbahnen[1]. Der Krieg verzögerte die Ausführung dieses Plans, so daß erst im Mai 1919 der erste elektrische Zug in Betrieb genommen werden konnte. Von den Unterwerken sind mehrere vollselbsttätig. Diese sind entweder mit zwei Maschinensätzen oder mit je einem Umformersatz ausgerüstet. Jeder Maschinensatz besteht aus einem Einankerumformer für 1000 kW Dauerleistung bei 1500 V Gleichstromspannung mit Transformator und selbsttätiger Schaltanlage.

Die Speisung der Umformerwerke geschieht mit Drehstrom von 25 Hz unter 20 000 V Spannung durch Freileitungen, die der Bahnstrecke folgen. Der Anschluß der Werke an die Freileitungen erfolgt durch Kabel, deren Endverschlüsse am letzten Mast der Freileitung vor dem Unterwerk angebracht sind.

Zum Schutze des Personals gegen die Gefahren der Hochspannung sind besonders umfassende Vorkehrungen getroffen. Die Umformersätze mit ihren Transformatoren, sowie die Hochspannung führenden Teile der Schaltanlage sind durch Gitter abgetrennt. Der Schlüssel zu den Türen in diesen Gittern steckt in einem Schloß am gemeinsamen Antrieb der Trennschalter in den Zuführungskabeln und des Trennschalters auf der 1500 Volt Gleichstromseite und kann nur herausgezogen werden, wenn diese Trennschalter geöffnet sind und daher die ganze Anlage spannungsfrei ist. Ebenso können die Trennschalter erst wieder eingelegt werden, wenn die Gitter geschlossen sind und der Schlüssel an seine Stelle gesteckt ist. Eine weitere Verriegelung macht es unmöglich, die Trennschalter zu öffnen, solange der Ölschalter eingeschaltet ist. Vor dem Ölschalter ist an die ankommende Leitung ein Einphasen-Öltransformator für den Steuerstrom der Anlage über Sicherungen angeschlossen. Die Leistungstransformatoren der Umformer sind selbstkühlende Öltransformatoren von 1080 kVA Dauerleistung. Für jeden Umformer ist ein dreipoliger Anlaßschalter vorhanden, der durch drei Schütze gebildet wird, die auf einer Marmorplatte befestigt und in einen Ölkessel eingebaut sind. Über dem Anlaßschalter sind auf einer Schieferplatte die Schütze für die Selbsterregung, die Hilfserregung und die Synchronisierung zusammengebaut. Im Pluspol des Umformers liegen hintereinander: Ein Schnellschalter, Prüfwiderstände mit den zugehörigen Schützen, ein gewöhnlicher Ausschalter und ein Trennschalter. Der Minuspol ist unmittelbar mit der Fahrschiene verbunden.

Der Anlaßvorgang weicht von dem sonst von der GEC verwandten Schema ab, weil ein Anwurfmotor vorhanden ist, dessen Ständerwicklung in Reihe mit den Schleifringen des Umformers liegt. Eingeleitet wird die Inbetriebsetzung des selbsttätigen Umformerwerks in üblicher Weise durch einen „Spannungswächter" am Fahrdraht, der bei sinkender Fahrdrahtspannung ein verzögertes Anlaßrelais einschaltet. Überdauert der Spannungstiefstand die Ablaufzeit des Relais, so wird das Hauptsteuerschütz geschlossen und dadurch eine Steuerwalze mit Motorantrieb in Bewegung gesetzt, die nacheinander den Hauptölschalter und den Anlaßschalter schließt und dann stehen bleibt. Der Umformer wird nun durch seinen Anwurfmotor hochgefahren. Dabei erhält er Fremderregung von einer besonderen vom Anker durch einen Riemen angetriebenen Erregermaschine, die an eine Hilfserregerwicklung auf den Hauptpolen des Umformers angeschlossen ist. Auf diese Weise wird das Anlaufen des Umformers mit richtiger Polarität erzwungen. Die Hilfserregung wird selbsttätig eingeschaltet, sobald die Erregermaschine die richtige Spannung hat. Läuft der Um-

[1] Vgl. ETZ 1913, S. 13, 724, 1920, S. 120, 294.

former synchron, so sinkt die Klemmenspannung an der Ständerwicklung des Anwurfmotors. Der Anker des an dieser Spannung liegenden Synchronisierrelais fällt ab und schaltet den Motor der oben erwähnten Steuerwalze wieder ein, die im Weiterlaufen erst den Ständer des Anwurfmotors kurzschließt und die Schleifringe des Umformers unmittelbar mit dem Transformator verbindet, dann die Selbsterregung einschaltet und den Schnellschalter sowie den Gleichstromhauptschalter schließt, so daß der Umformer über die Prüfwiderstände am Fahrdraht hängt. Übersteigt der Strom in diesen Widerständen nicht den zugelassenen Wert, so werden sie selbsttätig durch Schütze kurzgeschlossen.

Umformer und Transformatoren sind gegen unzulässige Erwärmung infolge Überlastung durch Überstromrelais auf der Drehstromseite und besondere Wärmerelais geschützt. Kurzschlüsse auf der Gleichstromseite lösen den Schnellschalter aus, der seinerseits die Schütze der Prüfwiderstände öffnet und dann wieder in die Einschaltestellung zurückkehrt, so daß der Umformer über die Prüfwiderstände am Netz hängt. Dauert der Kurzschluß an, so erwärmen sich die Prüfwiderstände und ein Wärmerelais spricht an, das den Prüfstrom so lange unterbricht, bis die Widerstände sich wieder hinreichend abgekühlt haben. Alle Lager, sowie die Wicklungen des Anwurfmotors, sind mit Wärmeauslösern versehen, die ebenso wie der Fliehkraftschalter von Hand in die Betriebstellung zurückgebracht werden müssen. Der Anlaßvorgang wird durch ein besonderes Zeitrelais überwacht, das den Umformersatz abschaltet und blockiert, wenn der Anlauf infolge irgendwelcher Fehler an den Maschinen oder den Apparaten nicht innerhalb seiner Ablaufzeit beendet wird. Sinkt die Belastung des Umformers länger als die Ablaufzeit des Abschalterelais dauert, unter einen bestimmten Wert, so wird die Maschine stillgelegt, bis eine größere Belastung auftritt. Bei Werken mit zwei Umformern wird der zweite Maschinensatz durch ein Zuschalte- und ein Abschalterelais entsprechend der schwankenden Belastung gesteuert. Versagt in diesen Unterwerken der erste Umformer beim Anlauf, so bewirkt das Überwachungsrelais für den Anlaßvorgang, daß dieser Umformer wieder stillgesetzt und dafür der zweite angelassen wird.

Die selbsttätigen Umformerwerke liegen stets am äußeren Ende der Strecken, die handbedienten in den Innenbezirken. Nur Rosanna und Greensborough liegen von der Stadt aus hintereinander an der gleichen Strecke. Zwischen beiden liegt der Bahnhof Heidelberg. Dort enden und fahren ab elf Stadtzüge in der Stunde, während Greensborough nur vier Züge in der Stunde durchfahren. Der Spannungswächter in Rosanna schaltet das Werk bei einer Mindestspannung von 1400 V während 25 s ein, der in Greensborough erst bei einer solchen von 1300 V. Dadurch wird erreicht, daß letzteres Werk nur in Betrieb kommt für Züge, die über Rosanna hinausfahren. Während Rosanna fast den ganzen Tag in Betrieb ist, schaltet Greensborough sich nahezu für jeden einzelnen Zug ein. So kommen auf den Umformer in Greensborough im Jahre ungefähr 3845 Schaltungen, während bei jedem der übrigen sieben Umformersätze diese Zahl nur etwa 620 im Jahre beträgt. Zur Ergänzung des vollselbsttätigen Betriebes ist von jedem Umformerwerk ein dreiadriges Kabel zum nächsten Bahnhof verlegt, durch welches der Bahnhofsvorsteher oder Signalwächter nach Anweisung des Überwachungsingenieurs das Werk ein- oder ausschalten kann. Diese Einrichtung wird z. B. dazu benutzt, den Umformer in Greensborough einzuschalten, bevor ein Zug nach Melbourne von der gegenwärtigen Endstation des elektrischen Betriebes in Eltham abfährt, da der Zug sonst während der für die selbsttätige Einschaltung des Umformerwerks benötigten Zeit von 80 s (25 s Verzögerungszeit des Spannungswächters und 55 s Anlaufzeit) mit niedriger Spannung fahren müßte. Außerdem ist eine Fernmeldeanlage vorhanden, die durch Meldelampen dem Bahnhofsvorstand anzeigt, ob das Umformerwerk in Betrieb ist oder ob Störungen vorliegen. Ursprünglich waren Vielfachschreiber eingebaut, die das Arbeiten jedes der 17 Relais der selbsttätigen Schaltanlage aufzeichnen sollten. Sie wurden ersetzt durch registrierende Stromzeiger und Zählwerke an den einzelnen Schaltgeräten.

Einige Betriebsergebnisse der selbsttätigen Unterwerke enthält die folgende Aufstellung. Beachtenswert ist darin der geringe Prozentsatz der Störungen. Leider ist diese Angabe lediglich auf die Zahl der Schaltvorgänge bezogen. Es wäre von großem Interesse auch zu erfahren, welchen Ausfall an Betriebstunden die Störungen verursacht haben.

Zusammenstellung 1: Betriebsergebnisse der selbsttätigen Umformerwerke in Melbourne.

Bezeichnung der Umformerwerke	Maschinen Einheiten	In Betrieb seit	Zahl der Schaltungen	Umformer-Betriebsstunden	Abschaltungen, die Wiedereinschaltung von Hand erforderten	Störungen in %
Springvale	A B	18. 7. 23 5. 12. 23	3450	11 250	17	0,49
Mitcham	A B	16. 8. 23 24. 4. 23	1812	10 567	8	0,27
Reservoir	A B	1. 10. 23 21. 6. 23	1678	10 595	13	0,77
Rosanna		14. 4. 23	1250	12 960	2	0,16
Greensborough ..		6. 7. 23	5665	4 222	5	0,09
		Gesamt	13855	49 592	42	0,306

Die neueren Unterwerke wurden mit Quecksilberdampf-Gleichrichtern von 900 kW Dauerleistung bei einer Überlastungsfähigkeit von 50 % während 2 h ausgerüstet.

Ein Vergleich der Anlagekosten der selbsttätigen und der handbedienten Unterwerke in Melbourne läßt sich nur schwer durchführen, da die Werke in der Zeit der unstabilen Wirtschaftslage unmittelbar nach dem Kriege errichtet wurden. Immerhin werden die Gesamtanlagekosten bei selbsttätigen Unterwerken geringer sein als bei handbedienten, weil die Gebäudekosten infolge der gedrängteren und billigeren Bauart niedriger ausfallen. Die Personalkosten sind bei selbsttätigen Werken ganz erheblich niedriger als bei handbedienten. Werke der letzteren Art in der vorliegenden Größe erfordern zur Bedienung je drei Mann, die sich in drei Schichten ablösen, wofür eine Gehaltsumme von 4905 $ jährlich für 1 Unterwerk oder 3066 $/1000 kW aufzuwenden ist. Demgegenüber betragen die persönlichen Unkosten für die Überwachung und Instandhaltung der selbsttätigen Unterwerke in Melbourne 620 $/1000 kW jährlich. Dabei ist die Instandhaltung eine sehr gründliche. In den Werken mit zwei Umformern wird jede Maschine alle 14 Tage, in denen mit einer Einheit alle acht Tage, mit Druckluft ausgeblasen, die Bürsten werden geprüft und gereinigt, und die Schaltapparate nachgesehen und, falls nötig, neu eingestellt. Über die Kosten für Erneuerungen und Reparaturen liegen infolge der verhältnismäßig kurzen Betriebszeit noch keine zuverlässigen Angaben vor.

Die selbsttätigen Schaltanlagen wurden von der General Electric Company geliefert. Die Umformer von der British Thomson-Houston Co., Rugby, sind bemerkenswert wegen ihrer eigenartigen Bauart, die gewählt wurde, um ihnen eine möglichst große Widerstandsfähigkeit gegen Rundfeuer zu geben. Um Überschläge vom Kommutator oder von den Bürsten zum Grundrahmen zu verhindern, ist die Welle der Umformer möglichst hochgelegt. Der Kommutator hat denselben Durchmesser, wie der Anker. Auf die Verbindungsfahnen zwischen Wicklung und Kommutator ist ein mehrflügliger Ventilator aufgeklemmt, der einen starken Luftstrom über die Kommutatoroberfläche bläst und so etwaige Lichtbögen zwischen benachbarten Bürsten von der Arbeitsfläche des Kommutators fort nach dessen Ende hin treibt, wo das Isoliermaterial zwischen den verlängerten Segmenten fortgeschabt ist. Die Bürstenarme sind außerdem mit Blasspulen ausgerüstet, die die Wirkung des Luftstroms unterstützen. Die einzelnen Bürsten sind mit ihren Litzen und den Federn vollständig im Messinggehäuse der Bürstenarme eingeschlossen. Eine Klappe in diesem Gehäuse macht sie zugänglich. Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei einem Rundfeuer nur Lichtbögen zwischen den Gehäusen der Bürstenarme und den Enden der Kommutatorsegmente auftreten, so daß die Schleiffläche des Kommutators unbeschädigt bleibt. (R. M. Harvey, Gen. El. Rev. Bd. 28, S. 491.) *Gthe.*

Lokomotiven für die Linie Mailand—Varese—Porto Ceresio. — Der elektrische Betrieb auf obiger Linie, die bekanntlich mit Gleichstrom von 650 V Spannung und dritter Schiene betrieben wird, ist auf die Güterzüge und einige Personenzüge der Strecke ausgedehnt worden, die bisher noch mit Dampf betrieben wurden. Für diese Betriebserweiterung wurden Lokomotiven beschafft, die in ihrem Aussehen den in Nordamerika gebräuchlichen Lokomotiven ähneln. Bei ihrem Entwurf wurde eine weitgehende Vereinfachung der elektrischen und mechanischen Ausrüstung und damit eine erhebliche Verbilligung angestrebt. Nachstehend die wesentlichen Kennziffern der Maschinen:

Bauart		C = C
Gesamtlänge über die Puffer		11 700 mm
Fester Achsstand		3 100 „
Raddurchmesser		1 060 „
Gesamtgewicht	rd.	51 690 kg
Achsbelastung	„	9 000 „
Gewicht des mechanischen Teils	„	32 420 „
„ „ elektrischen Teils	„	17 900 „
„ der Bemannung, der Geräte und des Sandes	„	1 350 „
Übersetzung der Zahnräder		19 : 58
Stundenleistung		1 350 PS
Zugkraft bei 65 km		5 000 kg
Normale Fahrgeschwindigkeit		65 km/h
Höchste zulässige Geschwindigkeit		85 „
Leistung der beiden Luftkompressoren		1000 l
Druck jedes Ventilators		100 mm
Leistung jedes Ventilators		100 m³

Die Lokomotive besteht aus zwei dreiachsigen Teilen, die durch eine Kugelgelenkkuppelung verbunden sind. Beide Teile besitzen durchbrochene Rahmen aus Stahlguß. Auch die Traversen für die Aufhängung der Motoren bestehen aus Stahlguß. Die Ausbildung der Rahmen erleichtert die Zugänglichkeit der Motoren. Das eine Fahrgestell trägt den Führerstand mit einem kleinen Vorbau, in welchem das Gebläse für die Kuppelung der drei Motoren sowie der Kompressor für die Bremsluft untergebracht sind. Das zweite Fahrgestell ist mit einem langgestreckten niedrigen Aufbau versehen, der am Kopfende den Ventilator und den Kompressor für die zweite Lokomotivhälfte, im übrigen die Anfahrwiderstände sowie eine kleine Hilfsbatterie enthält. Die Wagenaufbauten sind starr auf den Rahmen befestigt.

Die elektrische Ausrüstung wurde fast ausschließlich zusammengestellt aus Material, welches von alten Triebwagen der Varesiner Strecke stammte. Nach zwanzigjährigem Betrieb war der elektrische Teil dieser Triebwagen noch in bestem Zustande, während die Rahmen und die Fahrgestelle hätten erneuert werden müssen. Man beschloß daher, die elektrische Ausrüstung auszubauen und die Wagen als Anhänger weiter zu benutzen. Die einzelnen Ausrüstungsteile mußten vor dem Einbau in die neuen Lokomotiven zum Teil umgeändert werden, bei einzelnen Teilen, wie z. B. den Fahrschaltern, wurde ein vollständiger Neubau unter Verwendung von einzelnen Teilen der alten Schalter erforderlich. Die ursprünglich geschlossenen Motoren wurden in solche mit künstlicher Lüftung umgebaut, wodurch die Stundenleistung von 130 PS auf 200 PS ohne Verschlechterung der Stromwendung gesteigert wurde. Die Steuerung der Lokomotive ergibt drei Betriebsfahrstufen: 2 Parallelgruppen von 3 Motoren in Reihe, 3 desgl. von 2 Motoren in Reihe und alle 6 Motoren parallel.

Diese Bauart der Lokomotiven mit 6 Triebachsen ohne Laufachsen und mit 6 Motoren in Straßenbahnaufhängung wurden gewählt, um Erfahrungen zu sammeln für die geplante Elektrisierung mehrerer Strecken mit 3000 V Gleichstrom, bei der die Anwendung von 6 Motoren unvermeidlich erscheint, wenn bei Stundenleistungen von 1000 ... 2000 PS der zulässige Achsdruck von 15 t nicht überschritten werden soll.

Das Gewicht des mechanischen Teils der Lokomotiven ist geringer als das der bisher verwandten. Der Lauf der Maschine ist bei hohen Geschwindigkeiten so ruhig, daß sie außer für Güterzugdienst auch für Personenzüge benutzt wird. Die Maschine wurde von den Staatsbahnen entworfen und der elektrische Teil von der Werkstatt der Staatsbahn in Gasarate hergestellt. (Rivista Tecn. delle ferrov. It. Bd. 24, S. 1.) *Gthe.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Beitrag zur thermischen Speisewasseraufbereitung. — In der Z. VDI behandelt ein Aufsatz von R. Blaum „Die thermische Speisewasseraufbereitung" ausführlich die Herstellung eines für Hoch- und Mitteldruckkesselanlagen geeigneten Speisewassers, das man durch Destillation und thermische Entlüftung erhalten kann. Da die Ausführungen an dieser Stelle von Interesse sein werden, besonders die Erörterung der Speisewasseraufbereitung für Landkraftwerke, mögen sie kurz wiedergegeben und stellenweise kritisch beleuchtet werden.

Als man dazu überging, die Kesselspannungen und -leistungen zu erhöhen, trat das Problem der Speisewasseraufbereitung immer mehr in den Vordergrund, da es mit den alten Reinigungsmethoden, jedenfalls in der bisher gehandhabten Weise nicht mehr möglich war, einen Dampfbetrieb störungsfrei und wirtschaftlich genug zu gestalten. Selbst bei der Reinigung auf chemischem Wege können die geringen im Speisewasser noch vorhandenen Mengen schwer löslicher Salze gegebenenfalls zu einer zu großen Kesselstein- und -schlammbildung führen, die zu unliebsamen Störungen Anlaß geben kann. Auch ein bereits relativ kleiner Gehalt an gelösten Gasen (Sauerstoff und Kohlensäure) kann unter diesen Betriebsbedingungen schon zu Korrosionen führen. Aus diesem Grunde soll nur völlig reines und entgastes Wasser gespeist werden, um den skizzierten Schwierigkeiten vorzubeugen. Die Frage, ob nur durch Destillation oder auch auf andere Art und Weise (chemisch oder physikalisch) ein allen Anforderungen genügendes Wasser erhalten werden kann, wird offengelassen. Es sei hier ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß es in vielen Fällen nicht gelingt, mit der Destillation allein auszukommen, sondern, daß eine chemische Vorbehandlung des zu verdampfenden Rohwassers erforderlich ist. Ferner ist noch nicht entschieden, ob völlig reines, gasfreies Kondensat Kesselbaumaterial nicht angreift. Methodische Untersuchungen und Beobachtungen werden uns erst in der kommenden Zeit eine Klärung dieses viel umstrittenen Problems bringen. Von manchen Forschern[1] wird sogar verlangt, daß durch entsprechende Alkalizugabe ein bestimmter Alkalitätsgrad im Kessel unter allen Umständen aufrechterhalten werden soll.

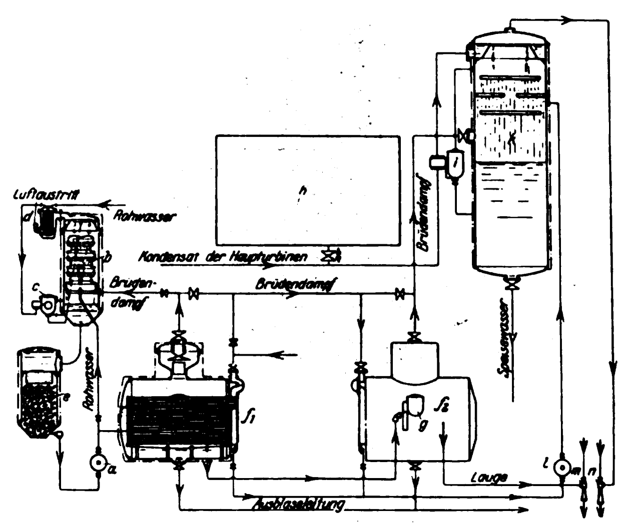


Abb. 6. **Thermische Speisewasseraufbereitung mit Zweistufenverdampfer; Bauart Atlas-Werke.**

Vielfach wird der Einwand erhoben, daß die Kosten für die Erzeugung des Destillates und die auftretenden Wärmeverluste im Verhältnis zu den erzielten Ersparnissen und Vorteilen zu hoch seien. Ein guter Nutzeffekt war selbstverständlich nicht zu erzielen, solange bei den Landkraftanlagen die Speisewasservorwärmung mit Rauchgasvorwärmern geschah, da eben der Verlust an Rauchgaswärme, der durch das geringe Temperaturgefälle zwischen den Abgasen und dem schon ziemlich heiß in die Rauchgasvorwärmer eintretenden Wasser verursacht wurde, zu groß war. Eine wesentliche Besserung in dieser Hinsicht trat ein, als man dazu überging, die Speisewasservorwärmung durch Anzapfdampf und die Luftvorwärmung durch die Heizgase zu bewirken. Trotzdem scheint nach vielen Angaben unter Ausnutzung aller Möglichkeiten eine Wirtschaftlickeit nur bei einem beschränkten Zusatzwasserbedarf zu bestehen. A. Splittgerber[2] gibt beispielsweise an, daß die wirtschaftlichen Grenzen durchschnittlich bei einem Zusatzwasserbedarf von 5 bis allerhöchstens 10 % liegen. Da in Landkraftwerken ein störungsfreier, ununterbrochener Kesselbetrieb bei hoher Belastung der Kessel eine wichtige Forderung ist, muß der Aufbereitung des Speisewassers besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Bei der chemischen Reinigung bestand kein direkter Zusammenhang mit der Wärmewirtschaft des Kraftwerkes. Dieses ändert sich bei Einführung der thermischen Aufbereitung, und zwar muß diese, wenn sie sparsam arbeiten soll, in den ganzen Vorwärmer mit eingeschaltet werden. Es wird daher als Aufgabe der thermischen Speisewasseraufbereitung folgende genannt:

„Die im Betrieb des Kraftwerkes entstehenden Speisewasserverluste durch Destillation von Rohwasser unter

[1] „Speisewasserpflege", herausgegeben von der Vereinigung der Großkesselbesitzer e. V., 1926, S. 23.

[2] Neuzeitliche Kesselwasseraufbereitung, Sonderdruck der Vereinigung der Großkesselbesitzer e. V., S. 10.

möglichst geringem Wärmeverbrauch zu ersetzen und gleichzeitig eine möglichst hohe Vorwärmung und vollkommene Entgasung des gesamten Speisewassers zu erreichen."

Es ist selbstverständlich, daß die wärmetechnische und bauliche Lösung von der Zusatzwassermenge abhängt. Beträgt der Wasserverlust 3 ... 7 % der umlaufenden Kondensatmenge, so kann selbst bei niedrig gehaltenem Verdampferdruck, die in den erzeugten Brüden enthaltene latente Wärme ohne weiteres an das Speisewasser abgegeben werden. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei industriellen Werken, bei denen häufig bis zu 30 % des umlaufenden Kondensates zu ersetzen sind. Von verschiedenen Seiten wird in diesen Fällen, wie bereits oben erwähnt wurde, die Wirtschaftlichkeit einer thermischen Speisewasseraufbereitung grundsätzlich in Frage gestellt. Auch wenn es sich darum handelt, den Abdampf von Kochereien, Dampfhämmern u. dgl. zu benutzen, gestalten sich die Verhältnisse anders.

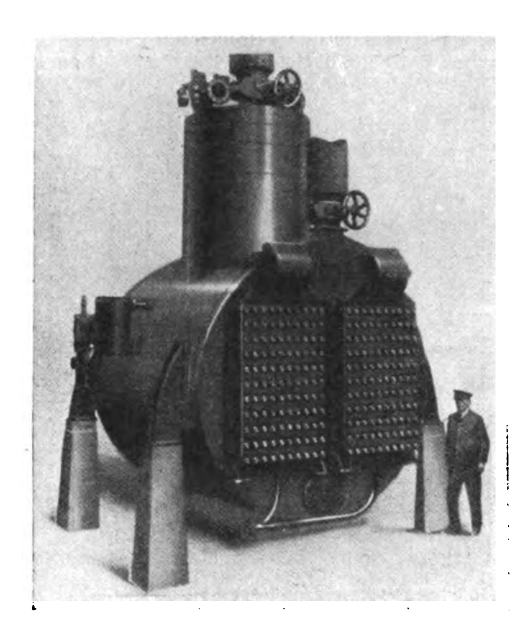


Abb. 7. Verdampfer für 20 t/h.

Man hält tunlichst den Heizdampfdruck für die Verdampfer möglichst niedrig, auch beim Anzapfverfahren, damit die Energieverluste äußerst klein gehalten werden. Selbstverständlich sind bei Niederdruckdampf sehr große Heizflächen erforderlich. Die Kosten für die Apparatur sind daher erhöhte. Zwischen diesen beiden Grenzen hat man sich bei der Wahl des wirtschaftlichen Verdampferdruckes und der Verdampfergröße zu entscheiden. Außerdem ist beim Einbau einer Anlage immer zu berücksichtigen, welche Abdampfmengen ohne Schädigung des Wirkungsgrades bereits vorhandener Anlagen entnommen werden können. Hiervon hängt es ab, ob ein- oder mehrstufige Verdampfer zu empfehlen sind.

Eine in Abb. 6 schematisch dargestellte thermische Aufbereitungsanlage der Atlas-Werke, Bremen[1], ist kurz beschrieben worden. Die Anlage arbeitet in der Weise, daß das Rohwasser vor Eintritt in den Verdampfer f_1 durch einen Mischvorwärmer b und ein Filter e hindurchgeht. In dem Mischvorwärmer wird es bis zur Entgasungstemperatur vorgewärmt durch den Brüdendampf des Verdampfers und dabei Sauerstoff und Kohlensäure größtenteils ausgeschieden. Ferner gehen hierbei die leicht löslichen Bikarbonate der Erdalkalien unter Kohlensäureabspaltung in schwer lösliche Karbonate über, die in dem nachgeschalteten Filter zurückgehalten werden. Das Wasser tritt also mit beträchtlich verminderter Karbonathärte in den zweistufigen Verdampfer ein. In diesem wird es bei möglichst niedriger Spannung verdampft. Die Brüden werden dem Mischvorwärmer und dem Entgaser k, durch den das ganze Kondensat fließt, zugeführt, und erwärmen dort das Kondensat. Um die Entgasung möglichst weitgehend durchzuführen, wird im Entlüfter ein der Mischungstemperatur entsprechender Unterdruck durch Wasserstrahlluftpumpen nach dem Patent von Dr.-Ing. P. H. Müller[2] gehalten. Vom Mischvorwärmer k muß das Wasser unmittelbar den Kesselspeisepumpen zufließen und darf nicht wieder Gelegenheit haben, Sauerstoff aufzunehmen. Der Speisewasserbehälter h, der dem Mischvorwärmer vorgeschaltet ist, soll Ungleichheiten im Wasserverbrauch aufheben. Da alles Wasser durch den Entgaser fließt, bevor es in die Speisepumpe kommt, braucht kein besonderer Gasschutz vorgesehen werden. Von dem Verhältnis der Menge des Zusatzwassers hängt die Wärmemenge ab, die das Kondensat im Mischvorwärmer aufnehmen kann. In wärmewirtschaftlicher Hinsicht wird die Anlage also um so günstiger arbeiten, je geringer die Zusatzwassermenge und je höher die Temperatur ist, mit dem das Speisewasser dem Kessel zufließt. Die Menge des Brüdendampfes hängt naturgemäß davon ab, ob mit ein- oder mehrstufigen Verdampfern gearbeitet wird. In dem Aufsatz wurden noch einige Anlagen beschrieben und dazu verschiedene Schaltbilder gezeigt, die veranschaulichen, wie man die thermische Speisewasseraufbereitung bei der Projektierung den vorhandenen Verhältnissen anpassen kann. Ein Verdampfer für 20 t/h Leistung ist in Abb. 7*[1] wiedergegeben.

Zum Schlusse werden noch einige Entgasungsanlagen beschrieben, die bei der chemischen Aufbereitung des Wassers in den Kreislauf vielfach mit eingebaut werden. Es wird darauf hingewiesen, daß eine restlose Beseitigung der gebundenen Kohlensäure nicht möglich ist, da die bei chemischen Reinigungsverfahren verwandte Soda bei hoher Temperatur im Kessel zu einem gewissen Teil in Ätznatron übergeht, indem sie dabei Kohlensäure abstapelt, die in den Dampfraum entweicht und dort Korrosionen hervorrufen kann. Aber auch diesem Nachteil kann man dadurch begegnen, daß man den Sodaüberschuß durch Natrium-Phosphat[2] bei der Reinigung ersetzt, wie es in Amerika schon teilweise mit Erfolg durchgeführt wird.

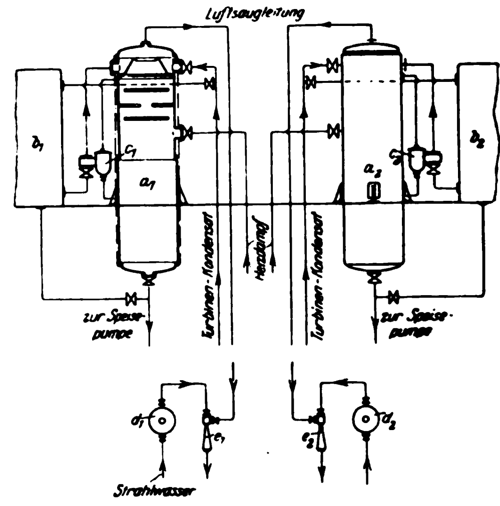


Abb. 8. Entgasungsanlage, Bauart Atlas-Werke, Dr.-Ing. P. H. Müller. Leistung 2 × 150 t/h.

In Abb. 8[3] ist eine Entgasungsanlage des Kraftwerkes Cellina in Venedig wiedergegeben, die mit Anzapfdampf beheizt wird und das Wasser bei 65 ° C vorwärmt. Diese Art der Entgasung hat den Vorteil, daß die Anlage vor die Kesselspeisepumpe geschaltet werden kann, so daß das entgaste Wasser dem Kessel unmittelbar zufließt. Die Speisewasserbehälter brauchen also nicht mit irgendwelchem Gasschutz versehen werden, da das gesamte Wasser vor dem Eintritt in die Speisepumpe entgast wird. (R. Blaum, Z. VDI Bd. 71, S. 285.)

K. Hofer.

Werkstatt und Baustoffe.

X. Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. — Der Verlauf der X. Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde, die vom 23. bis 26. VI. d. J. in Dortmund unter Leitung des Vorsitzenden J. Czochralski abgehalten wurde, legte wiederum Zeugnis von den rastlosen Arbeiten der Ge-

[1] Die Abbildung wurde dem besprochenen Artikel entnommen.
[2] DRP. Nr. 322548.

*[1] Diese Abbildung wurde ebenfalls dem besprochenen Artikel entnommen.
[2] Bericht über die Fortschritte in der Aufbereitung des Speisewassers in den Jahren 1925–27, Chemikerztg. 1928, Fortschrittsbericht Nr. 1, S. 12.
[3] Diese Abbildung wurde ebenfalls dem besprochenen Artikel entnommen.

sellschaft ab. Die auf der Tagung gehaltenen Vorträge lassen sich in vier Gruppen:

1. Gase in Metallen,
2. Aufbau der Metalle,
3. Untersuchungen der Metalle,
4. Korrosion der Metalle

einteilen. Hierzu soll vornehmlich auf die in den Vorträgen für die Praxis gezogenen Folgerungen eingegangen werden. Schon während der Herstellung kommen die Metalle mit Gasen in Berührung, die ihre Eigenschaften wesentlich beeinflussen und bei der Verarbeitung und Verwendung der Metalle Schwierigkeiten bereiten. Untersuchungen sind über die von einer bestimmten Metalimenge aufgenommenen Gasmengen in Abhängigkeit vom Gasdruck und von der Temperatur angestellt worden. Nach dem Vortrage von Prof. Dr. A. Sieverts, Jena, ist die Aufnahme von Kohlenoxyd durch Metalle, insbesondere Kupfer strittig; mit Eisen reagiert es in recht verwickelter Weise. Schwefeldioxyd ist in geschmolzenem Kupfer stark löslich. Eisen, Kobalt, Nickel Kupfer, Silber und Platin lösen in festem Zustande Wasserstoff in geringer Menge auf, ohne ihren metallischen Charakter zu ändern. Die Löslichkeit steigt mit der Temperatur. Beim langsamen Abkühlen wird der Wasserstoff fast vollständig abgegeben. Beim Abschrecken wird er vom Eisen zurückgehalten, das dadurch brüchig wird (Wasserstoffkrankheit des Eisens). Für Edelgase wurde kein lösendes Metall gefunden, so daß sie sich vorzüglich als Vergleichsgase eignen.

Wie Dr.-Ing. W. Hessenbruch, Bochum, ausführte, muß die Bestimmung der im festen Metall nach der Erstarrung vorhandenen Gasmengen als Betriebskontrolle des Erzeugers erfolgen. Hierzu wurden die Richtlinien für den Bau einer Gasbestimmung-Apparatur nach dem Vakuumverfahren gekennzeichnet, bei der die vorteilhafteste Erhitzungsvorrichtung der Hochfrequenzofen ist. Der Gasbestimmung in Metallen wird allgemein eine große Bedeutung beigemessen, so daß es bereits zu einer Zusammenarbeit auf diesem Gebiet zwischen Amerika, England, Schweden und Deutschland gekommen ist.

Zur technologischen Bedeutung der Gase in den Metallen ist, wie Dr.-Ing. E. H. Schulz, Dortmund, in seinem Vortrage ausführte, zwischen freien Gasen, die Hohlräume bilden (Gasblasen) und gebundenen, gelösten Gasen zu unterscheiden. Hohlräume können in gegossenen Werkstücken Schwächungen herbeiführen und bei der Verarbeitung durch Walzen zu Trennungen bzw. weniger fest zusammenhängenden Stellen im Werkstoff Anlaß geben. Untersuchungen mit Röntgenstrahlen haben sich hier als besonders brauchbares Hilfsmittel zur Überprüfung des Werkstoffs erwiesen. Gebundene Gase in Metallen wirken wie Legierungsbestandteile und können eine Härtung des Metalls herbeiführen.

Die Gase können einmal als solche mit dem Metall legiert sein, anderseits chemische Verbindungen bilden, die ihrerseits mit dem Metall legiert sind. Von praktischer Bedeutung ist die Legierung des Wasserstoffs mit Eisen, die sich beim Beizen bildet, ebenso die Aufnahme von Wasserstoff durch Kupfer bei hohen Temperaturen. Der Wasserstoff im Eisen kann aus der Legierung wieder austreten und zur Bildung von Beizblasen führen. Der Wasserstoff im Kupfer kann mit dem Sauerstoff reagieren und das entstehende Wasser zu Rissen im Kupfer Anlaß geben. Eine sehr beachtenswerte Rolle spielt nach neueren Arbeiten von Krupp wahrscheinlich der Sauerstoff im Eisen hinsichtlich der Alterungsneigung.

Wie Dr.-Ing. F. Rapatz, Büderich, ausführte, beeinflußt der Sauerstoff die Härtbarkeit des Stahles, indem er ihn leichter härtbar macht, aber auch die Härtbarkeit verringert. Die Oberflächenhärtung im Stickstoff verdrängt allmählich das alte Einsatzhärteverfahren, doch die Zukunft scheint einem Verfahren mit gleichzeitiger Einführung von Kohlenstoff und Stickstoff zu gehören. Die während der Erstarrung entweichenden Gase haben einen großen Einfluß auf die Primärkristallisation und damit auf die Festigkeitseigenschaften. Mit höherer Gießtemperatur bilden sich feinere Kristalle.

J. Czochralski, Frankfurt a. M., wies darauf hin, daß sich beim Erstarren der Metalle Poren oder Blasen bilden, die je nach der Spannung des Gases in ihnen Vakuumporen (Vakuolen) bis 0,2 at Unterdruck oder Gasblasen (Gasuolen) bis 6 at Überdruck sein können. Beide Erscheinungen sind außer vom Gasgehalt von der Größe und der Anordnung der Steiger abhängig. Eine Beheizung des Gußtrichters wird ihre Ausbildungsmöglichkeit verhindern. Wesentlich ist stets der ungehinderte Zufluß des flüssigen Metalls zum Blockinneren. Jedwede Überhitzung der Metalle ist zu vermeiden. Allzu feuchter Sand kann zur Ausbildung großer Dampfblasen führen. Silizium-Aluminiumlegierungen nehmen vornehmlich Stickstoff auf, daneben Wasserstoff und Sauerstoff. Ihre Aufnahmefähigkeit ist etwa ⅓ der des reinen Aluminiums.

Über das Schmelzen im Vakuum, um gasfreie Metalllegierungen zu erhalten, sprach Dr. W. Rohn, Hanau. Derartige Produkte werden für Thermoelemente für Meßzwecke, für funkentelegraphische Hochvakuumröhren, für Heizwiderstände für elektrische Glühöfen, als korrosionsfeste und oxydationsbeständige Legierungen, als Legierungen von hoher Festigkeit bei Temperaturen bis 1000 ° und darüber hergestellt. Da Schmelzen im Vakuum beliebig lange abstehen können, erhält man sehr saubere Korngrenzen und hohe Werte der Kerbzähigkeit. Im Jahre 1927 wurden bereits 150 t im Vakuum geschmolzene Metalle hergestellt.

Mit dem Aufbau der Metalle beschäftigten sich der Vortrag von Dr. E. Schmidt, Berlin-Dahlem, nach dem der Einfluß der mechanischen Zwillingsbildung auf die Kristallverfestigung der zu sein scheint, daß sie einen unstetigen, erheblichen Anstieg der Schubfestigkeit der Translationssysteme mit sich bringt, und ferner der Vortrag von Dr. G. Masing, Berlin-Siemensstadt, nach dem der in der Längsrichtung gemessene Ausdehnungskoeffizient des Zinks und Kadmiums beim Walzen um 5 bis 10 % sehr erheblich zu- und dann langsam wieder abnimmt. Prof. Dr. F. Sauerwald, Breslau, hat ein Preßverfahren bei höheren Temperaturen zur Herstellung synthetischer Körper aus Metallpulver entwickelt, wodurch eine wesentlich höhere Festigkeit der Körper wie der bei Raumtemperatur hergestellten erreicht und die Formgebung der Körper genauer wird. Nach Untersuchung von Dr. phil. E. Scheil, Dortmund, ist die Ausbildung der Transkristallisation des Aluminiums von dem Temperaturgefälle zwischen Schmelze und Erstarrungsgrenze, das vorwiegend von der Gießtemperatur beeinflußt wird, und von der Wärmeableitung von der Erstarrungsgrenze, die in erster Linie durch Kokillentemperatur und Kokillenwandstärke bestimmt wird, abhängig. Versuche von Dr.-Ing. G. Sachs, Berlin-Dahlem, haben erwiesen, daß besonders die Streckgrenze und auch die Zugfestigkeit der Kristalle einer Aluminiumlegierung mit 5 % Cu durch Vergütung (Abschrecken von 525 ° nach sechstägigem Glühen und Anlassen auf 100 °) sehr erhöht werden, ohne daß die Dehnung leidet. Die Streckgrenze ergab sich zu 18 ... 34,4 kg/mm², die Zugfestigkeit zu 33 ... 45,6 kg/mm², die Dehnung entsprechend zu 26 bis 7 %. Bei einigen unveredelten Kristallen wurden gefunden: Streckgrenze 2 kg/mm², Zugfestigkeit 17,5 ... 23,6 kg/mm², Dehnung 10 ... 17 %. Somit findet eine Verbesserung der technisch wichtigen Eigenschaften statt, wie sie etwa durch Kaltverformung nicht erreicht werden kann. In bezug auf die Rekristallisation sind die ausgeglühten Kristalle viel stärker „gestört" als die veredelten.

Prof. W. Fraenkel und L. Marx, Frankfurt a. M., berichteten über vergleichende Untersuchungen der Zugfestigkeit, Härte und elektrischen Leitfähigkeit vergütbarer Aluminiumlegierungen (Al mit Cu, Zn oder Li) bei Kalt-, Warm- und Kochvergütung. Letztere besteht darin, daß die Legierung im kochenden Wasser angeschreckt, mehr oder weniger lange bei 100 ° gehalten und erst dann ausgelagert wird. Bei Kaltvergütung ändert sich der elektrische Widerstand der verschiedenen Legierungen nur wenig, bei Warmvergütung sind Unterschiede vorhanden. Bei der Kochvergütung bestätigte sich der bei der elektrischen Leitfähigkeit schon früher gefundene stark verzögerte Verlauf der Vergütung auch bei der Untersuchung von Härte und Zugfestigkeit. Dr. G. Masing sprach über die röntgenometrische Verfolgung des Vergütungsvorganges in Beryllium-Kupferlegierungen und Dr. O. Dahl, Berlin-Siemensstadt, über Volumveränderungen beim Vergüten dieser. Bei der Vergütung einer Legierung mit 2 ... 3 Be bei 150 ° oder 200 ° tritt eine Längenverminderung um rd. 0,2 % und eine Steigerung des Torsionsmoduls etwa um 25 % ein. Die elektrische Leitfähigkeit nimmt je nach der Ausscheidung der γ-Kristalle schwankende Werte an. Derartigen Legierungen wird eine große Zukunft im Flugzeugbau zugesprochen, da sie die Grundlage für Werkstoffe mit hoher Wärmebeständigkeit bilden.

Zu den Untersuchungen der Kupferlegierungen im Kupferhüttenbetrieb wurde von Prof. Dr. M. v. Schwarz, München, auf das Verfahren mit auffallendem polarisierten Licht mittels Polarisations-Mikroskops hingewiesen, bei dem das Kupferoxyd in Schliffen hellrot aufleuchtet, während andere Einschüsse praktisch gleich dunkel bleiben. Das Verfahren ist auch für Phosphorbronze und Aluminiumleichtlegierungen anwendbar. Dr.-Ing. Max Haas, Aachen, beschrieb dilatometrische Untersuchungen der Metalle auf Grund ihrer Wärmeausdehnung mit



dem neuesten Chevenard-Dilatometer (mechanische Aufzeichnung auf beweglichem Tisch). Hieraus lassen sich wertvolle praktische und wissenschaftliche Schlüsse, wie z. B. zur Eignung von Kolbenlegierungen, ziehen.

Die Korrosion der Metalle wurde von Dr. phil. W. Köster, Dortmund, „Interkristalline Korrosion des Nickels" und „Untersuchungen über die Säurebeständigkeit des Systems Chrom-Eisen-Nickel" von Prof. Dr. W. Guertler und W. Ackermann, Berlin-Charlottenburg, behandelt. Die bei der Verarbeitung von Nickel vielfach auftretenden Risse sind auf Sprödigkeit des Metalls zurückzuführen, die durch Glühen in schwefelhaltigen Gasen hervorgerufen ist. Auch bei der zerstörenden Einwirkung von Hammerschlag auf Nickel ist diese auf Schwefelgehalt zurückzuführen. Guertler und Ackermann untersuchten 74 mit besonderer Sorgfalt im Vakuum hergestellte Legierungen. Als angreifendes Mittel wurde Salpeter-, Schwefel-, Salz- und Essigsäure verwendet. Bei Salpetersäure schützt bereits ein 20proz. Chromzusatz, ohne daß der Nickelgehalt von Einfluß ist. Bei Schwefelsäure vermag Chrom keinerlei Schutzwirkung auszuüben. Erst stärkere Nickelzusätze können den Angriff verhindern. Gegen Salzsäure versagt Chrom völlig, doch rufen wenige Prozent Ni eine wesentliche Besserung hervor. Bei Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd zur Salzsäure versagt wiederum Nickel vollkommen, während Chrom offenbar wieder seine schützende Oxydhaut entwickeln kann. Letzteres gilt auch bei Angriff durch Essigsäure. So macht sich jeder Zusatz nach seiner spezifischen Eigenart bemerkbar, insbesondere ist die Schutzwirkung des Chroms an die Möglichkeit der Bildung seines Oxydes gebunden. An der Bildung der Schutzhaut bei Gegenwart von Chrom beteiligt sich auch das Eisen.

Przygode.

Thermische und elektrische Leitfähigkeit einiger Legierungen. — Da Wärmeleitfähigkeitsbestimmungen sehr zeitraubend sind, diese Daten aber für viele der im Flugzeugbau benutzten Legierungen gebraucht werden, untersuchten Griffiths und Schofield, ob nicht die thermische Leitfähigkeit mit hinreichender Genauigkeit aus der elektrischen ermittelt werden könne. Nach dem Gesetz von Lorenz[1] gilt für reine Metalle angenähert $\lambda/\varkappa T =$ konst. (λ thermische, $\varkappa$ elektrische Leitfähigkeit, T absolute Temperatur). Die Verfasser finden, daß bei den von ihnen untersuchten Legierungen die Konstanz dieses Ausdruckes sogar recht gut ist und daß kein Grund zu der Annahme vorliegt, daß dies für alle Legierungen ähnlicher Zusammensetzung nicht ebenfalls gilt. Die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit kann also elektrisch vorgenommen werden. — Die vorliegende Untersuchung erstreckte sich auf Bronzen mit verschiedenem Gehalt an *Sn, Zn, Pb, Mn, Al*, ferner auf Aluminiumlegierungen mit *Ni, Mg, Fe, Zn, Mn, Ag*. Die Messungen an verschiedenen Bronzen zeigten, daß Verunreinigungen bzw. verschiedene Zusammenstellungen der Komponenten, die den spezifischen elektrischen Widerstand stark erhöhen, doch dessen Produkt mit dem Temperaturkoeffizienten nur wenig ändern. Auch die Einwirkung verschiedenen Prozentgehaltes eines der legierenden Metalle auf die thermische Leitfähigkeit und deren Änderung mit der Temperatur wurden untersucht. Letztere Abhängigkeit erwies sich als linear, und zwar zeigen die Legierungen gegenüber den reinen Metallen ein beträchtliches Wachsen der Wärmeleitfähigkeit mit der Temperatur. Die Lorenzsche Konstante fand sich, wie schon erwähnt, für alle Legierungen etwa gleich. Mittelwerte aus zahlreichen Einzelmessungen sind für verschiedene Temperaturen nachstehend zusammengestellt.

Bronzen.

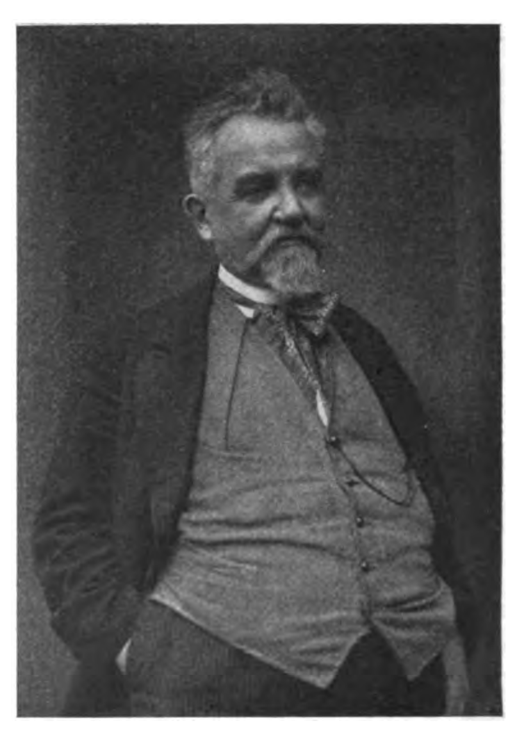
Temperatur °C	20	75	100	150	200	250
Lorenz-Konstante	6,15*	5,92	5,87	5,79	5,78	$5{,}81 \cdot 10^{-8}$.

* Extrapoliert.

(E. Griffiths u. F. H. Schofield, Engg. Bd. 125, S. 301.) *nkl.*

Verschiedenes.

Jubiläum. — Die Elektroüberwachung in Oberschlesien arbeitet seit dem 1. IX. 1903, kann also in diesem Jahre auf ihr 25jähriges Bestehen zurückblicken. Bis Juli 1906 wurde sie vom Oberschlesischen Überwachungs-Verein für elektrische Anlagen in Hindenburg O/S, also von einem besonderen Verein durchgeführt. 1906 erfolgte auf Einwirkung der Behörden die Zusammenlegung mit dem Dampfkessel-Überwachungs-Verein zu einem gemeinsamen „Oberschlesischen Überwachungs-Verein E. V." mit dem Sitz in Kattowitz. Obwohl die Elektroüberwachung im Gegensatz zur Kesselüberwachung eine freiwillige war und auch noch ist, so gehören ihr doch im oberschlesischen Industriebezirk ausnahmslos alle Gruben und Hütten, und auch die führenden gewerblichen Betriebe an, weil sie von Anfang an den Standpunkt einnahm, daß die Ausübung ihrer Tätigkeit niemals einen polizeilichen Charakter annehmen dürfe, sie vielmehr nur der fachlichen und wirtschaftlichen Beratung zu dienen habe. Seine stetige enge Fühlungnahme mit den Industrieverwaltungen, Behörden, Elektroindustrie, Verband Deutscher Elektrotechniker, Elektrotechnischen Verein, die



W. Vogel.

Pflege des Austausches seiner Erfahrungen im oberschlesischen Industriebezirk, die Veröffentlichung seiner Berichte über Untersuchungen elektrotechnischer Art, in Sonderheit über Unfälle, verschafften dem Verein Anerkennung in der Industrie und bei den Behörden. Im amtlichen Auftrage hat der Überwachungs-Verein in Oberschlesien die Untersuchung der elektrischen Unfälle sowie die laufenden Untersuchungen der elektrischen Anlagen im Berg- und Hüttenwesen, Lichtspieltheatern, Versammlungsräumen sowie die Prüfung von Aufzügen, Seilfahrtmaschinen u. dgl. zu besorgen.

Durch seine Erfahrungen in den oberschlesischen Industriebetrieben wurde der verdiente Leiter der Elektroüberwachung in Oberschlesien, Direktor W. Vogel, als Mitarbeiter zu den verschiedenen Kommissionen und Ausschüssen des VDE hinzugezogen. Direktor Vogel wurde im Jahre 1866 zu Potsdam geboren und besuchte als Schüler von Professor Slaby die Technische Hochschule zu Berlin. Nach einigen Anfangstellen war er seit 1893 tätig beim Elektrizitätswerk Hannover, bei der AEG, den SSW und seit 1903 beim Oberschlesischen Überwachungs-Verein. Herr Vogel feiert also zugleich mit seinem Verein das 25jährige Jubiläum einer zielbewußten und segensreichen Tätigkeit innerhalb des oberschlesischen Bergwerks- und Industriebezirks.

100jähriges Bestehen der T. H. Stuttgart. — Im Mai 1929 begeht die T. H. Stuttgart die Feier des 100jährigen Bestehens. Diejenigen Herren, welche keiner Stuttgarter Verbindung angehören, werden gebeten, ihre Anschriften der Vereinigung von Freunden der Techn. Hochschule Stuttgart E. V. in Stuttgart, Seestr. 16, anzugeben.

Wasserlöschung von Bränden in elektrischen Anlagen. — Vom Großkraftwerk Münster a. Neckar zusammen mit der städtischen Feuerwehr Stuttgart unternom-

[1] Vgl. Geiger-Scheel, Handb. d. Physik, Bd. 11, S. 83. Verlag Julius Springer, Berlin 1926.

mene Versuche haben ergeben, daß Spulen-, Kabel- und Ölbrände mit den meisten Handfeuerlöschern erfolgreich bekämpft werden können, wenn die Löschungsarbeiten sofort nach dem Entstehen des Feuers beginnen. Waren aber die Metallteile der Kabel, Armaturen usw. über die Entflammungstemperatur des Öls erhitzt, so versagte der Handfeuerlöscher, weil das Öl durch die heißen Metallteile immer wieder entzündet wurde. Als einziges erfolgreiches Mittel blieb das Spritzen mit Wasser übrig. Dies Ergebnis steht im Gegensatz zu der bisherigen Ansicht, daß das Spritzen mit Wasser in unter Spannung stehenden Anlagen wegen der damit verbundenen Gefahr unter allen Umständen vermieden werden muß. Angespritzt wurde die 35 kV-Leitung Münster—Obertürkheim in der Weise, daß ein normales Strahlrohr auf einer Autoleiter befestigt und der Strahl aus verschiedenen Entfernungen auf die Leitung gerichtet werden konnte. Das aus dem städtischen Wasserleitungsnetz entnommene Wasser wurde einer Motorpumpe zugeführt, mit welcher der Druck im Strahlrohr verändert werden konnte. Pumpen und Leiter standen auf Gummirädern isoliert, die Schläuche lagen dagegen auf dem Boden. Bei allen Messungen wurde zuerst der Strahl auf die spannungslose Leitung genau eingestellt und dann die Leitung unter Spannung gesetzt. Es ergab sich, daß zwischen Pumpe und Erde überhaupt keine Spannung auftrat und Gefahr für den Strahlrohrführer nur bestand, wenn der Wasserstrahl noch annähernd geschlossen auf die Leitung trifft. Als Gefährlichkeitsgrenze ergab sich bei kleinem Druck (2,5 atü)

für einen Strahlrohrdurchmesser von 8 mm weniger als 2 m,
für einen Strahlrohrdurchmesser von 14 mm weniger als 4 m,
für einen Strahlrohrdurchmesser von 28 mm etwa 4 m.

Wenn man das Strahlrohr durch einen 5 mm starken Kupferdraht mit dem Standrohr eines Hydranten verband, konnte die Leitung aus 0,5 m Entfernung angespritzt werden, ohne daß irgendwelche Spannungen am Strahlrohr gemessen werden konnten. Die Erdung des Strahlrohrs am Hydranten bietet daher vollkommenen Schutz auch bei kleinsten Entfernungen. Spritzte man aus etwa 2,5 m Entfernung mit dem 14 mm-Strahlrohr zwei Phasen von 2 m gegenseitigem Abstand gleichzeitig an, so zeigten sich weder Kurzschluß noch sonst irgendwie nachteilige Folgen.

Auch mit einer Zimmerspritze, bestehend aus einem etwa 8 l fassenden Blechgefäß mit eingebauter Handpumpe und 2 m langem Schlauch mit 3 mm breitem Mundstück wurden Versuche angestellt; beim Anspritzen aus 1 m Entfernung war kein Strom im Wasserstrahl meßbar; erst bei 0,5 m Entfernung wurden bei 30 kV 25 mA gemessen. Beim Ausgießen eines Eimers von 8...10 l Inhalt aus 1 m Entfernung auf eine unter 20 kV stehende Blechplatte ergaben sich aber kurzdauernde Ausschläge von 60...70 mA, die als gefährlich anzusehen sind.

Als Ergebnis kann festgestellt werden, daß das Löschen mit Wasser auch in Hochspannungsanlagen keine Gefahr bietet, wenn man darauf achtet, daß das Mundstück des Strahlrohrs nicht zu groß ist. Mit der Zimmerspritze (3 mm) ist eine Entfernung von 1 m einzuhalten. Im übrigen soll nur zerstreuter Strahl und das 8 mm-Mundstück oder Schlitzmundstück in 4 m Entfernung angewandt werden. Größere Mundstücke erfordern eine Entfernung von mindestens 10 m. Das Ausgießen oder Schleudern von Wasser aus Eimern, Zimmerspritzen (ohne Schlauch) oder sonstigen Gefäßen auf spannungführende Teile sind zu unterlassen. Weitere Versuche mit Wasser, dessen Leitfähigkeit durch Zusätze künstlich erhöht werden soll, sind in Aussicht genommen worden. Auch soll der Einfluß von Schaum untersucht und Messungen an einer 100 kV-Anlage vorgenommen werden.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei darauf hingewiesen, daß der vorstehende Bericht nur die Gefährdung betrifft, die durch den Übertritt von Spannungen auf das Strahlrohr für **den** entsteht, der das Strahlrohr bedient. Eine andere Frage ist selbstverständlich, inwieweit das Anspritzen mit Wasser elektrischen Maschinen, Schalttafeln und Apparaten schadet. Wenn die „Leitsätze für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe" sagen, daß die vorgenannten Teile elektrischer Anlagen vor Löschwasser zu schützen sind und daher die Verwendung nichtleitender Löschmittel empfehlen, so stehen diese Leitsätze keineswegs in Widerspruch mit den Ergebnissen der oben mitgeteilten Versuche, um so weniger, als die Leitsätze auch darauf hinweisen, daß bei Ölbränden und beim Brande von Holzmasten die Verwendung von Wasser nicht immer zu vermeiden und unter Umständen geboten ist. (Elektrizitätswirtschaft Bd. 27, S. 60.) *Ka.*

Normung im chemischen Apparatebau. — Kürzlich wurde von der Dechema, Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen, ein „Fachnormenausschuß für chemisches Großapparatewesen" ins Leben gerufen, der die Aufgabe hat, Apparateteile bzw. Apparateelemente zu normen. Zunächst sollen in Angriff genommen werden: Mannlöcher und Handlöcher, Schaugläser, Stutzen für Rohranschlüsse, Anschlußflanschen für Rohranschlüsse, Tragpratzen, Röhrenkühler und Austauscher, Vorrats- und Sammelbehälter. Näheres ist durch die Hauptgeschäftstelle der Dechema, Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen, Seelze b. Hannover, zu erfahren.

Ein Vorschlag zur Schreibweise der Potenzen. — Ein vor kurzem in der ETZ erschienener Aufsatz[1] regt mich an, auf eine praktische Schreibweise der Potenzen aufmerksam zu machen, die ich selbst seit Jahren benutze, die ich allenthalben empfehle und die doch nicht allgemein angewandt wird, obwohl sie viel sinnfälligere Zahlen gibt als die übliche und schließlich bereits vom AEF festgelegt worden ist. Es handelt sich darum, positive und negative Exponenten nur von 3 : 3 fortschreitend zu benutzen, also z. B. nicht zu schreiben:

$6{,}3 \cdot 10^7\,\Omega$; $5{,}2 \cdot 10^5\,\Omega$; $0{,}8 \cdot 10^8\,\Omega$, sondern
$63 \cdot 10^6\,\Omega$ oder $63\,\mathrm{M\Omega}$
$0{,}52 \cdot 10^6\,\Omega$ „ $0{,}53\,\mathrm{M\Omega}$
$80 \cdot 10^6\,\Omega$ „ $80\,\mathrm{M\Omega}$ ebenso nicht
$1{,}28 \cdot 10^{-10}$ Siemens: $9{,}4 \cdot 10^{-11}$ Siemens, sondern
$0{,}128 \cdot 10^{-9}$ Siemens oder $0{,}128\,\mathrm{nS}$,
$0{,}094 \cdot 10^{-9}$ „ „ $0{,}094\,\mathrm{nS}$.

Dadurch ist viel eher eine Vergleichsmöglichkeit für die Zahlen gegeben. Mein Vorschlag ist eigentlich eine Selbstverständlichkeit; denn im täglichen Leben sprechen wir nur von mg, g, kg, t, von mm, m, km; die Einheiten dekagramm, hektogramm, dm werden nicht mehr benutzt, cm nur wenig. Der AEF hat für die Potenzen von -9 bis $+9$ Formelzeichen festgelegt:

−9	−6	−3	+3	+6	+9
n	μ	m	k	M	G,

von denen nur die beiden äußersten, nano und Giga, noch wenig im Gebrauch sind. Wenn wir so bequeme Einheiten haben, weshalb mühen wir uns mit 10^{10}, 10^7, 10^5, 10^{-4}, 10^{-8} usw. ab?

Es wäre wünschenswert, wenn die Autoren aller technischen Zeitschriften auf den Gebrauch der AEF-Potenzenstufen achten wollten. Keinath.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Ausstellung für Hauswirtschaft in Kattowitz. — Mit der für die Zeit vom 16. IX. bis 3. X. d. J. geplanten Ausstellung „Die Inneneinrichtung des Hauses und die Technik im Dienste der Hauswirtschaft" wird der Zweck verfolgt, alle neuzeitlichen Errungenschaften der Technik für die innere Einrichtung von Wohnhäusern den Bauinteressenten selbst vorzuführen. Die Aussichten für den Absatz deutscher Erzeugnisse in technischen Geräten des Haushaltes sind im Bereich Polnisch-Schlesiens angesichts des stark steigenden Bedarfes besonders günstig. Abgesehen von der Vorführung der auszustellenden Geräte so, wie sie tatsächlich im Haushalt verwandt werden, sollte auch nicht an belehrendem Material in Form von eindringlichen und klaren Darstellungen mittels Bild und Diagramm gespart werden, das Aufschluß über den Grad der Wirtschaftlichkeit durch Vergleichungen gibt. Die Vertretung für Deutschland ist dem Syndikus Richard Wienecke, Berlin, Marburger Str. 11, übertragen. Zu Auskünften ist ferner die Handelsabteilung des polnischen Generalkonsulats, Berlin, Kurfürstenstraße 137, bereit.

[1] Gyemant, ETZ, 1928, S. 534.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Kommission für Hochfrequenztechnik.

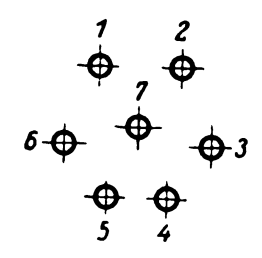
Nachstehend wird ein Normblattentwurf

DIN VDE 1507 „Rundfunkgerät. Röhrensockel mit 6 und 7 Stiften. Zuordnung der Stifte zu den Elektroden"

bekanntgegeben.

Noch nicht endgültig **Rundfunkgerät** **Röhrensockel mit 6 und 7 Stiften** **Zuordnung der Stifte zu den Elektroden** Elektrotechnik	DIN Entwurf 1 VDE 1507

Sockel von der Stiftseite gesehen



Zuordnung der Stifte bei 2-System-Röhren

Stift 1	Anode des ersten Systems	
Stift 2	Anode des zweiten Systems	wobei das zweite System vom ersten System gesteuert wird
Stift 3	Gitter des zweiten Systems	
Stift 4, Stift 5	Enden des Heizfadens[1])	
Stift 6	Gitter des ersten Systems	
Stift 7	für alle besonderen Zwecke	

[1]) Soll bei indirekt geheizten Röhren die Kathode mit einem Heizpol verbunden werden, so ist dafür Stift 5 zu nehmen.

Äußere Abmessungen für Sockel und Fassung siehe DIN VDE 1506.

August 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. Oktober 1928 an die Geschäftsstelle des VDE zu richten.

Kommission für Installationsmaterial.

Auf S. 1240 u. 1241 werden die Normblattentwürfe zu

DIN VDE 9651 „Fassung zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen), Berührungschutzprüflehre" und

DIN VDE 9652 „Fassung zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen), Tiefen- und Weitenlehre"

bekanntgegeben.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. September 1928 an die Geschäftsstelle zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Bekanntmachung.

Betrifft: Installations Selbstschalter.

Unter Bezugnahme auf die Veröffentlichungen in der ETZ 1927, S. 519 und 895 über Installations-Selbstschalter, die den „Leitsätzen für Installations-Selbstschalter" laut Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München entsprechen, wird hiermit bekanntgegeben, daß auch der nachfolgend aufgeführte Selbstschalter den genannten Leitsätzen entspricht:

Sursum-Stöpsel-Selbstschalter der Firma Leyhausen & Co., Nürnberg, 6 A 250 V, für Gleich- und Wechselstrom.

Prüfzeit: Juli 1928.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

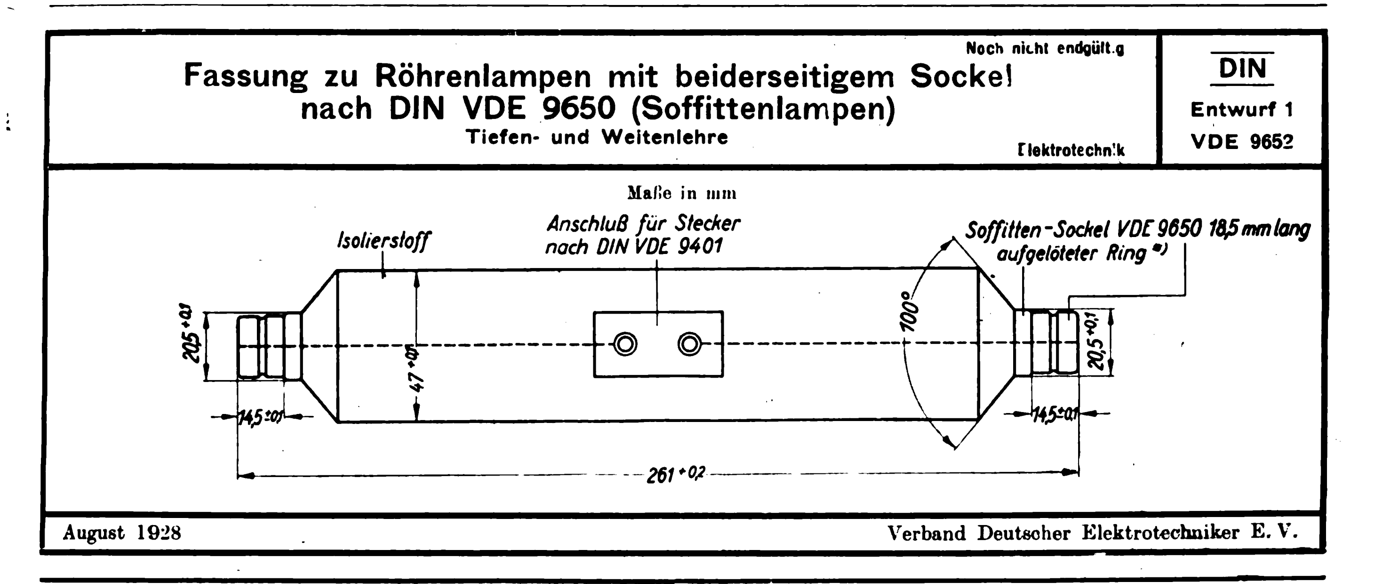
Noch nicht endgültig **Fassung zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen)** **Berührungsschutzprüflehre** Elektrotechnik	DIN Entwurf 1 VDE 9651

Maße in mm

Isolierstoff
6
Metall
Isolierstoff
Verbindungsleitung
Soffitten-Sockel VDE 9650 21,5 mm lang
aufgelöteter Ring *)
29-0,1
20,5+0,1
29-0,1
60°
20,5+0,1
17,5±0,1
Anschluß für Prüfleitung
17,5±0,1
257-0,2
Prüflampe
Prüflampe

*) Der Ring entspricht dem Raum der Lötstelle für die Sockelleitung.

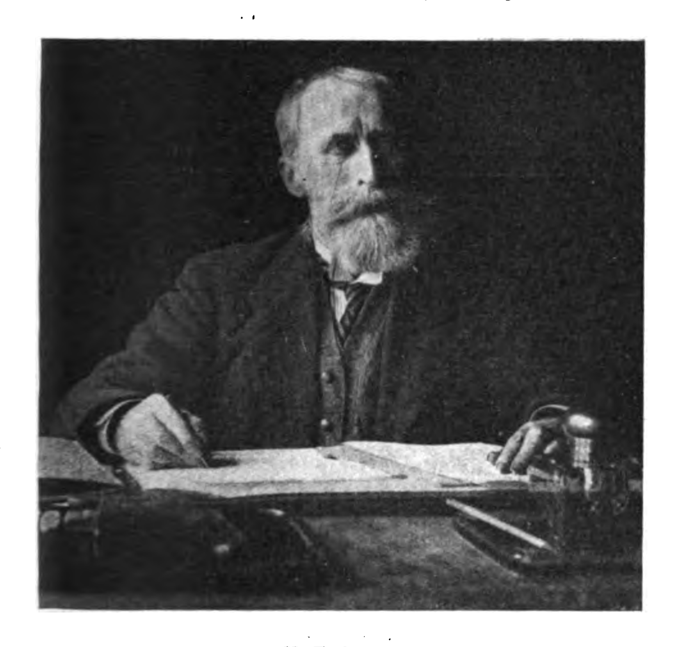
August 1928 Verband Deutscher Elekrotechniker E. V.



PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Tudor †. — Am 31. V. d. J. verschied Henri Tudor nach langem, schwerem Leiden. Dem Verstorbenen gebührt das Verdienst, die Grundlage der ersten für die Praxis brauchbaren elektrischen Bleiakkumulatoren geschaffen zu haben. Geboren 30. IX. 1859 in Rosport (Luxemburg), studierte er auf der Ecole Polytechnique in Brüssel



H. Tudor †.

und setzte seine Studien an der Sorbonne in Paris fort. Dort lernte er die Methode kennen, nach der Gaston Planté damals seine Akkumulatoren anfertigte, nach der es jedoch nicht möglich ist, Akkumulatoren mit ausreichender Leistungsfähigkeit herzustellen. Der Wunsch, seinen elterlichen Besitz in Rosport, mit dem eine kleine Wasserkraft verbunden ist, mit elektrischer Beleuchtung zu versorgen, gab ihm Veranlassung, sich eingehend mit der Frage der Herstellung elektrischer Akkumulatoren zu beschäftigen. Bekannt waren damals als Akkumulatoren noch solche nach Patent Faure unter Benutzung von Gitterplatten mit eingetragenem aktiven Material (Bleisalze bzw. Mennige), die sich jedoch praktisch wegen zu geringer Haltbarkeit und Lebensdauer nicht bewährten. Henri Tudor faßte, unter Mitarbeit seines schon früher verstorbenen Bruders Hubert, die glückliche Idee, eine solide Blei-Rillenplatte zuerst nach Planté zu formieren und dann die Rillen nach Patent Faure mit aktivem Material auszuschmieren, um von vornherein eine ausreichende Kapazität zu schaffen. Er rechnete darauf, daß eine genügende Plantéschicht sich in dem Maße nachbilden würde, wie aus den Rillen sich eingetragenes Material ablöste und unwirksam wurde. Dieser Gedankengang erwies sich in der Praxis als zutreffend. Die erste so hergestellte Akkumulatorenbatterie wurde in dem elterlichen Wohnsitz in Rosport 1883 aufgestellt und arbeitete einwandfrei.

Nachdem eine bescheidene Anfangsproduktion in Rosport und eine weitere Versuchsanlage für die öffentliche Beleuchtung der benachbarten Stadt Echternach eingerichtet war, wurde 1887 mit der Einführung von in Rosport hergestellten Akkumulatoren in Deutschland begonnen. 1888 wurde unter der Firma Büsche & Müller die Fabrikation in Hagen i. W. aufgenommen. Henri Tudor nahm hieran praktischen Anteil und verblieb ein Jahr zu dem Zwecke in Hagen.

Wenn auch die fortschreitende Entwicklung in den nächsten Jahren schon das ursprünglich von Henri Tudor gebrachte Herstellungssystem verließ und statt dessen das aktive Material aus dem Blei der Rillenplatten selbst durch einen Formationsprozeß erzeugt und auf der negativen Seite statt der Rillenplatten Gitterplatten eingeführt wurden, so kennzeichnet doch die Rillenplatte den eigentlichen Ursprung der Platten, die sich für stationäre Akkumulatoren hervorragend bewährten.

Persönlich war Tudor ein außerordentlich sympathischer, liebenswürdiger Mensch, ein gerader, zuverlässiger Charakter. Er wird allen, die Gelegenheit hatten, ihn näher kennenzulernen, unvergessen bleiben. *Bem.*

Auszeichnungen. — Dem Direktor der Reparaturfabrik Mülheim-Ruhr der AEG, Dipl.-Ing. G. Bierhals, wurde von der T. H. Braunschweig in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Entwicklung elektrotechnischer Spezialfabriken die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen.

Jubiläum. — Direktor Albert Geissler, der technische Leiter der Süddeutschen Kabelwerke in Mannheim, begeht in diesen Tagen sein 25jähriges Dienstjubiläum. Er ist an der Entwicklung der Firma zu ihrer heutigen Bedeutung hervorragend beteiligt, besonders durch den technischen Ausbau der Betriebsanlagen nach modernsten Gesichtspunkten und durch die Fortentwicklung der Fabrikationsmethoden.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Wahl der Maschinengröße in Kraftwerken.

Herr Dipl.-Ing. Heinz SCHLICKE empfiehlt in seinem Aufsatz, ETZ 1928, S. 527, die Anzahl der aufzustellenden Maschinen eines Kraftwerkes nach der sogenannten amerikanischen Methode zu bestimmen. Nach seinen Angaben geht diese Methode im wesentlichen darauf hinaus, die Kraftwerksleistung auf eine größere Anzahl kleinerer Maschinen zu verteilen und nicht etwa wenige große Maschinen vorzusehen. Diese Ausführungen können in ihren Voraussetzungen und Schlußfolgerungen nicht unwidersprochen bleiben. Zunächst ist es mir nicht recht er-



klärlich, mit welcher Berechtigung Herr SCHLICKE seine Vorschläge „amerikanisch" nennt. Es wäre von Interesse, zu erfahren, welche Kraftwerke in Amerika nach dieser Regel gebaut wurden. Nach meinen Feststellungen sind in den 15 größten und bedeutendsten Kraftwerken Amerikas im Höchstfalle nur je 3 Großmaschinensätze installiert. Diejenigen Anlagen, deren Ausbau im Laufe der Zeit dem wachsenden Strombedarf angepaßt wurde, zeigen das gleiche Bild verschiedenster Maschinengrößen und Arten, wie bei uns. Methoden des Ausbaus, wie sie Herr SCHLICKE empfiehlt, lassen sich hierbei nicht feststellen.

Abgesehen hiervon möge zu dem Aufsatz bemerkt sein, daß die Anzahl der aufzustellenden Maschinen und die Unterteilung der Leistung beim Kraftwerksbau wesentlich von den Betriebsverhältnissen abhängt, die der Errichtung des Werkes zugrunde liegen. Es mag Fälle geben, bei denen eine weitgehende Unterteilung der Maschinenleistung gerechtfertigt ist, keinesfalls läßt sich dies aber in der von Herrn SCHLICKE geschehenen uneingeschränkten Form vertreten. Die Anzahl der aufzustellenden Reservemaschinen ist davon abhängig, ob das Kraftwerk die Versorgung eines Verteilungsgebietes völlig selbständig übernehmen soll, oder ob es mit anderen Kraftwerken parallel arbeitet bzw. Austauschmöglichkeit mit anderen Netzen besteht. Die Sicherstellung der Versorgung durch Kuppelung der Netze und Parallelarbeit mehrerer Kraftwerke bildet heute in Deutschland die Regel und wird für die Zukunft in noch weiterem Maße anzustreben sein. Damit entfällt die Notwendigkeit, in jedem Kraftwerk eine Maschine als Reserve unbelastet mitlaufen zu lassen. Die kurzzeitige Überlastung der in Betrieb befindlichen Maschinen genügt in den meisten Fällen, um bei Ausfall eines Maschinensatzes die Stromlieferung bis zur Inbetriebnahme einer anderen Maschine sicherzustellen.

Die Anzahl der aufzustellenden Reservemaschinen ist weiterhin eine Frage der Erfahrung und Betriebsicherheit. Im allgemeinen hat es sich als richtig erwiesen, zu 3 oder 4 Betriebsmaschinen eine Reservemaschine bereitzuhalten. Jedenfalls können die Ausgangswerte einer Untersuchung nur dann als gleichwertig angesehen werden, wenn bei jeder Maschinenanzahl die gleiche Sicherheit in der Reservestellung beibehalten wird. Es ist nicht richtig, einmal bei großen Maschinen auf 3 Betriebsmaschinen 1 Reservemaschine und im anderen Falle bei kleinen Einheiten auf 11 Betriebsmaschinen ebenfalls nur 1 Reservemaschine anzunehmen. Das Verhältnis der Anzahl der Betriebsmaschinen zu der Anzahl der Reservemaschinen sollte in allen Fällen annähernd beibehalten werden. Zur Erzielung der gleichen verfügbaren Spitzenleistung sind z. B. entweder 4 Maschinen von 75 000 kW oder 19 Maschinen von je 15 000 kW vorzusehen. Man kommt dann auch bei der Feststellung der Energiegestehungskosten zu ganz anderen Ergebnissen. Unter Zugrundelegung der von Herrn SCHLICKE angegebenen Preise eines Turbosatzes ergeben sich für den Vergleich 22 Mill. bei Aufstellung von Großmaschinen und 25 (nicht 15,8) Mill. bei Aufstellung der 15 000 kW-Einheiten.

Hierzu kommt, daß die von Herrn SCHLICKE angegebene Ermittlung der Stromkosten in mancher Beziehung lückenhaft ist. Die Vergrößerung der Maschinenanzahl verteuert die Kosten/kW für den baulichen Teil in erheblichem Maße. Ebenso ergeben sich beträchtliche Mehrkosten für die Transformatoren, Schaltanlagen und Leitungen jeder Art. Mit einer weitgehenden Unterteilung der Maschinenleistung wäre billigerweise auch die Aufstellung einer entsprechend größeren Anzahl von Kesseln verbunden. Auch dies führt zu einer Erhöhung der Anlagekosten. Ferner ist es nicht richtig, die Unkosten für Bedienung und Betriebsführung bei vier großen Maschinen ebenso hoch anzunehmen wie bei zwölf kleineren. Ebenso sind die prozentualen Unterhaltungskosten bei größeren Maschinen geringer als bei kleinen Maschinen. Diese Tatsachen ließ Herr SCHLICKE außer acht. Schließlich sei noch erwähnt, daß die Sicherheit eines Kraftwerkes durch Unterteilung der Einzelleistungen nur bis zu einer gewissen Grenze erhöht wird, während eine zu weitgehende Unterteilung die Störungsquellen vermehrt. Man denke z. B. an die große Anzahl von Dampfschiebern, die für die Hauptsammelleitungen des Frischdampfnetzes einer Anlage mit 12 Maschinen erforderlich ist.

Allgemein läßt sich sagen, daß die zu wählende Maschinengröße je nach den Belastungsverhältnissen des Werkes sehr verschieden sein kann. Fährt das neu zu errichtende Werk mit einer guten Grundbelastung, so besteht keine Veranlassung, große Maschinensätze zu vermeiden. Je größer die Maschineneinheiten, um so geringer werden die Anlagekosten für das installierte Kilowatt. Diesen Standpunkt bringt KLINGENBERG in seinem bekannten Buche „Bau großer Elektrizitätswerke" wie folgt zum Ausdruck:

„Der Wunsch, die Anlagekosten herabzusetzen, führt zur Aufstellung großer Maschinensätze. Der Einheitspreis je kW nimmt allerdings bei Aggregaten von mehr als 5000 kW (auch dieser Wert liegt heute um ein Vielfaches höher) nicht mehr erheblich ab, wohl dagegen der Platzbedarf und damit die Kosten des Maschinenhauses und der Hilfseinrichtungen. Große Einheiten haben zwar außerdem den kleineren Dampfverbrauch bei hohen Belastungen und erfordern geringere Bedienungskosten. Eine größere Zahl kleinerer Einheiten läßt sich dagegen den Belastungsschwankungen besser anpassen. Die endgültige Entscheidung hängt deshalb auch hier vom Belastungsfaktor und von der Form der Belastungskurve ab und kann meist nur auf Grund einer besonderen Rechnung getroffen werden."

Diese besondere Rechnung erfordert naturgemäß eine enge Anpassung an die Verhältnisse, für die sie bestimmt ist. Sicher ist es nicht richtig, allgemein zu behaupten, daß die Aufstellung großer Maschineneinheiten sich nicht als lohnend erweist.

Berlin, 20. IV. 1928. H. Schult.

Erwiderung.

Die amerikanische Betriebsweise beruht nicht auf der Unterteilung der Gesamtleistung in möglichst viele kleine Einheiten, sondern darauf, daß die im Betrieb befindlichen Maschinen derart belastet werden, daß beim Ausfallen eines Maschinensatzes die anderen in der Lage sind, die Last der ausfallenden Maschine ohne weiteres zu übernehmen. Es spielt hierbei keine Rolle, ob die Turbosätze in einem einzigen Werk aufgestellt sind oder in mehreren, die durch gute Leitungen verbunden sind. Bei dem bedeutend höheren Verbrauch an elektrischer Energie in Amerika neigt man dort zur Dezentralisierung der Stromerzeugungsanlagen. Hier in Deutschland ist der Stromverbrauch noch nicht so bedeutend, daß die Zentralisierung in einige wenige großen Werke aufgegeben werden muß.

Die als Beispiele angeführten Kraftwerke arbeiten zwar vollkommen selbständig, doch wird am Schluß des Aufsatzes besonders gesagt, daß die Wahl der Maschinenzahl von den örtlichen Verhältnissen abhängig ist. Von der Aufstellung der 15 000 kW-Einheit habe ich abgeraten und außerdem erwähnt, daß 12 Maschinen nicht ausreichend sind. 19 Maschinen sind natürlich zuviel. Es wurde vielmehr festgestellt, daß die Aufstellung von 8 25 000 kW-Turbosätzen die günstigste ist. Es würden in jedem Falle 20 1000 m²-Kessel aufgestellt werden (siehe Feuerungstechnik, 16. Jahrg. Heft 3 „Die Wahl der Kesselgröße") und zwar am zweckmäßigsten in 2 Kesselhäusern zu je 10 Kesseln. Es würden also zu einem Kesselhause 4 Maschinen von je 25 000 kW oder 2 Maschinen von je 75 000 kW Leistung gehören. Die Zahl der Dampfschieber würde also um 2 in jedem Rohrstrang vermehrt werden. Es würde auf jeden Fall bei einem derartig großen Werke die Rohrleitung als Doppelring ausgebildet werden, so daß die Vergrößerung der Störungsquellen durch Vermehrung der Schieber ohne Belang ist. Wie steht es aber mit der Störungsmöglichkeit durch den Schieber im Abzweig zur Turbine? Es ist auf jeden Fall für die Betriebsicherheit vorteilhafter, wenn durch einen solchen Schieber eine 25 000 kW-Maschine ausfällt, als wenn eine 75 000 kW-Maschine aus dem Betrieb genommen werden muß.

Die Verteuerung des baulichen Teiles bei den kleinen Einheiten ist durch Berechnung des umbauten Raumes berücksichtigt. Die Bedienungskosten sind für 1 Maschine gerechnet, und zwar wurde für alle Größen der gleiche Preis eingesetzt. Die Kostenrechnung ist demnach für die kleinen Einheiten zu ungünstig.

Von den Schaltanlagen ist in dem Aufsatz nicht geredet worden, doch will ich trotzdem hierauf erwidern: Die Transformatorenleistung einer 75 000 kW-Maschine wird mindestens in 2 Einheiten unterteilt werden müssen. Auch wird man bei derartigen Leistungen, wie im Großkraftwerk Klingenberg, für jeden Generator 2 Ölschalter vorsehen. Die Kosten einer solchen Schaltanlage und Umspannung sind ebenfalls hoch. Nach meinen Erfahrungen sind die Unterhaltungskosten in Prozenten des Anschaffungspreises bei größten Maschinen eher höher als bei Großmaschinen. Daß ein 25 000 kW-Turbosatz bereits zu den Großmaschinen rechnet, wird wohl keiner abstreiten können.

Berlin 23. V. 1928. H. Schlicke.



LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrische Meßtechnik. Theorie und Praxis der elektr. u. magnet. Messungen. Von W. Jaeger. 3. umgearb. Aufl. Mit 556 Abb. im Text, 1 Fluchttafel, XXIV u. 553 S. in gr. 8°. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1928. Preis geh. 40 RM, geb. 43 RM.

Das Buch des bekannten Verfassers, das zuerst 1917 erschien und die zweite Auflage im Jahre 1922 erlebte[1], liegt nunmehr in dritter Auflage vor, ein Beweis, daß es sich gut eingeführt hat.

Der Verfasser stellt sich die dankbare Aufgabe, in seinem Werk die elektrischen und magnetischen Meßmethoden und Instrumente einschließlich der theoretischen Grundlagen, soweit sie für Laboratoriumsmessungen in Frage kommen, zusammenzufassen; rein technische Messungen an Maschinen usw. werden ausgeschlossen.

Die Einteilung des Stoffes ist bis auf geringe Umstellungen dieselbe geblieben wie in den beiden ersten Auflagen. Die Seitenzahl ist trotz textlicher Kürzungen infolge neuer Zusätze etwas größer als in der zweiten Auflage. Der I. Teil „Theoretische Grundlagen" hat den größten Umfang und bildet mit dem V. und VI. Teil, welche die „Meßmethoden für Gleich- und Wechselstrom" behandeln, den Kern des Werkes. Für den Laboratoriumsingenieur sind diese Teile das Wertvollste des Buches und geben die Erklärung dafür, daß das Buch innerhalb kurzer Zeit in fast alle elektrotechnischen Laboratorien Eingang gefunden hat und als Hand- und Nachschlagebuch gern benutzt wird. Es scheint hiermit auch die Frage gelöst, ob es angebracht war, den theoretischen Teil einem Buche über Meßtechnik voranzustellen, doch wäre eine ausführlichere Behandlung der Theorie des Wechselstromes, insbesondere der Mehrphasenströme und der Meßwandler bei der Bedeutung derselben für die Technik, im Interesse der angehenden Laboratoriumsingenieure und Physiker sehr erwünscht.

Der II. Teil über „Einheiten und Normale" hat keine erwähnenswerten Änderungen erfahren.

Die Ausführungen über „Elektrische Meßinstrumente", denen der III. Teil gilt, können jedoch den Elektrotechniker nicht restlos befriedigen. Erschöpfend beschrieben sind zwar die in früherer Zeit als Laboratoriumsinstrumente geltenden Elektrometer, Galvanometer usw. mit Spiegelablesung, dagegen sind die direkt anzeigenden Instrumente äußerst stiefmütterlich behandelt worden. Da der Verfasser auf S. 185 die an sich richtige Behauptung aufstellt, daß mit direktzeigenden Instrumenten höchstens eine Genauigkeit von 1‰ erreicht werden kann, so muß man daraus schließen, daß derselbe Messungen mit direktzeigenden Instrumenten nicht als Präzisionsmessungen ansieht und aus diesem Grunde auf eine ausführliche Behandlung derartiger Instrumente in seinem Buche verzichtet. Der Laboratoriumsingenieur wie der Praktiker ist jedoch bei sehr vielen Messungen auf die direkt zeigenden Instrumente angewiesen, so daß der Wunsch berechtigt erscheint, in einer späteren Auflage den direktzeigenden Instrumenten, zum mindesten soweit sie nach den Regeln für Meßgeräte des VDE Feinmeßgeräte sind, einen größeren Raum einzuräumen. Eine Umarbeitung der die direktzeigenden Instrumente betreffenden Abschnitte dürfte sich aber auch schon aus dem Grunde empfehlen, da verschiedene derselben nicht mehr dem heutigen Stande des Instrumentenbaues entsprechen. — Hier sei auch darauf hingewiesen, daß auf die Vorschriften und Regeln des VDE in dem Buche kaum Bezug genommen wird, was mit Rücksicht auf die Bedeutung dieser Richtlinien sehr zu bedauern ist; so wird beispielsweise (S. 214 ff.) auf die Bezeichnung der Instrumente, wie sie vom Verband in den Regeln für Meßgeräte bereits seit mehreren Jahren festgelegt ist, keine Rücksicht genommen. Zwar klagt der Verfasser auf S. 184, daß „die Nomenklatur der Instrumente schwankend und unsicher geworden ist", führt aber selbst als elektrodynamische Meßapparate Instrumente auf, für die in der Praxis seit langem die Bezeichnung elektrodynamisch nicht mehr üblich ist.

Auch die sehr kurz gehaltenen Bemerkungen über Zähler dürften nach Ansicht des Berichterstatters diesem so weit entwickelten Gebiet nicht völlig gerecht werden. In gleicher Weise ist auch, um nur wenige Beispiele hervorzuheben, der Abschnitt über „Funkenschlagweiten" mit Rücksicht auf die Messung höherer Spannungen zu kurz gefaßt und ließe sich unter Bezug auf die Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke ohne weiteres dem gegenwärtigen Stande der Meßtechnik anpassen.

Der IV. Teil umfaßt die „Hilfsapparate und -vorrichtungen für Gleich- und Wechselstrom". Über die hierin erwähnten Sonderfragen liegen glücklicherweise eine größere Anzahl von Einzeldarstellungen vor, so daß der Praktiker nicht auf die in 40 Seiten zusammengedrängten Ausführungen dieses Buches angewiesen ist. Der VII. Teil über „Magnetische Messungen" hat sich ebenso wie die Darstellung der „Elektrischen Temperatur- und Strahlungsmessungen" im VIII. Teil gegen die frühere Auflage wenig verändert.

Der Verlag hat die buchtechnische Ausstattung der vorliegenden Auflage in bewährter Weise durchgeführt.

A. Kutzer.

[1] ETZ 1918, S. 112; 1923, S. 748.

Materialprüfung mit Röntgenstrahlen unt. bes. Berücks. d. Röntgenmetallographie. Von Prof. Dr. R. Glocker. Mit 256 Textabb., VI u. 377 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 31,50 RM.

Das Buch erschien zu Beginn der Werkstofftagung in Berlin. Deutet schon dieses keineswegs zufällige Zusammentreffen auf die Absicht des Verfassers hin, sich an den Praktiker zu wenden, so überzeugt das Studium des Buches darüber hinaus, daß diese Absicht vorzüglich durchgeführt ist. Nach den physikalischen Grundlagen behandelt der Verfasser die drei Methoden der Materialprüfung mit Röntgenstrahlen: Die Materialdurchstrahlung zur Erkennung von groben Inhomogenitäten (Absorptionsmethode), die Röntgenspektralanalyse zur Feststellung von Elementen in Gemengen oder Verbindungen und die Röntgenmetallographie (Interferenzmethode) zur Erforschung des atomaren und feinkristallinen Aufbaues der Stoffe. Entsprechend der großen Bedeutung der letztgenannten Methode nimmt sie auch im Buch von Glocker den breitesten Raum ein. Überall bringt der Verfasser nicht nur die theoretischen Unterlagen in möglichst einfacher Form (schwierigere mathematische Überlegungen sind in besonders gekennzeichneten Kapiteln durchgeführt, deren Überspringen das Verständnis für die Methoden nicht beeinträchtigt), sondern vor allem auch Beispiele praktischer Anwendung, ihre Behandlung und Auswertung, und endlich Hinweise über Auftreten und Beheben jener kleinen experimentellen Fehlerquellen, die physikalisch so uninteressant und für die praktische Anwendung so wichtig sind. Gerade auch aus diesen Bemerkungen spricht eindringlich die große experimentelle Erfahrung des Verfassers.

So nimmt das Buch nach Zweck und Inhalt eine Mittelstellung ein zwischen den mehr vom physikalischen Gesichtspunkte aus geschriebenen Büchern von Ewald und Marck einerseits, dem in Amerika erschienenen Buch von Clark anderseits, das den Hauptwert auf Wiedergabe praktischer Anwendungen und Anwendungsmöglichkeiten legt. Es ist m. E. der besondere Vorzug des in übersichtlicher Einteilung und klarer Sprache geschriebenen Glockerschen Buches, daß es den Leser instand setzt, sowohl gute Röntgenaufnahmen zu machen, als auch sie kritisch zu deuten.

Das Buch ist jedem zu empfehlen, der sich mit dieser interessanten Materie vertraut machen will. Es ist unentbehrlich für den Praktiker, Chemiker oder Metallographen von Hochschulen oder Industrielaboratorien, der seine Untersuchungsverfahren um die Röntgenmethoden bereichern will.

R. Berthold.

Grundrisse der Wirtschafts- und Staatslehre. Von Dipl.-Ing. Prof. Dr. H. Herner. Mit 190 S. in 8°. Verlag von Dr. Max Jänecke, Leipzig 1928. Preis kart. 2,40 RM.

Das Buch ist zur Belehrung für Ingenieure und Studierende der Technik geeignet, da der Verfasser auf die Bedeutung der Technik für das Wirtschaftsleben an verschiedenen Stellen hinweist. Nach meinem Empfinden hätte die Technik allerdings noch eine viel weitergehende Berücksichtigung verdient, doch stellt die Schrift gegenüber anderen Lehrbüchern der Wirtschafts- und Staatslehre in dieser Beziehung einen Fortschritt dar.

G. Becker.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Kautschuk. — Nach Wirtsch. u. Stat.[1] hat sich die Weltgewinnung von Rohkautschuk (Abb. 1) seit Kriegsende verdoppelt, seit 1913 verfünffacht und seit Beginn des Jahrhunderts verzehnfacht, hauptsächlich infolge des schnell wachsenden Kraftwagenverkehrs und der zunehmenden Verwendung von Hartgummi in der Elektrotechnik. Der bisherige Höchststand ist 1926 mit 648 000 t erreicht worden, von denen 299 000 t auf Britisch-Malaya und 211 000 t auf Niederländisch-Indien entfielen; dann kam ein Rückgang auf 623 000 t. Kautschuk wird heute fast ausschließlich auf Plantagen gewonnen, der Wildkautschuk spielt nur noch eine ganz geringe Rolle. Das wichtigste Rohkautschukernteland ist Britisch-Malaya, wo 1926 46 %, 1927 indessen nur 40 % der Welterzeugung produziert wurden. Mehr als die Hälfte der Ausfuhr Singapores beziehen die V. S. Amerika.

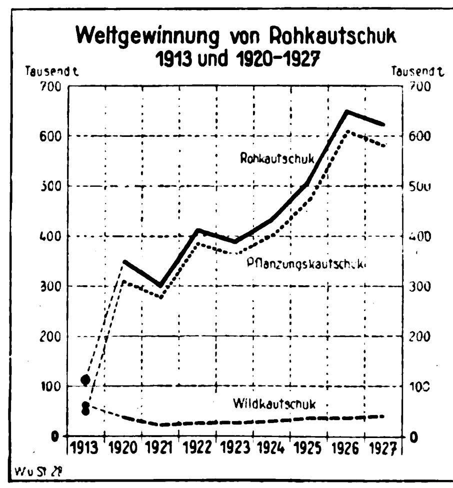
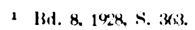


Abb. 1.

An zweiter Stelle steht Niederländisch-Indien (Sumatra und Java), dessen Anteile an der Weltgewinnung 1927 mit 233 000 t etwa 37 % ausmachte. Ceylon hat 1927 rd. 57 000 t, d. s. 9 % hervorgebracht, während das Wildkautschukland Brasilien infolge hoher Arbeitslöhne und großer Transportkosten 1927 nur noch 31 000 t bzw. 5 % ernten konnte. Langsam gestiegen ist die Erzeugung in Sarawak und Britisch-Borneo, Britisch-Indien, Indochina, wo sie 1927 insgesamt 37 000 t oder 6 % ausmachte.

Der Weltverbrauch von Rohkautschuk, der 1923 411 000 t betrug, ist 1927 auf 589 000 t gestiegen; 376 000 t absorbierten die V. S. Amerika. Erst in weitem Abstand folgen ihnen Großbritannien, Deutschland (40 000 t), Frankreich, Kanada und die übrigen Länder. Die amerikanische Union mit ihren 80 % aller Kraftfahrzeuge der Welt nimmt seit Jahrzehnten mit Ausnahme der letzten beiden Jahre mehr als zwei Drittel der gesamten Rohkautschukproduktion auf. Ihr Anteil ist 1927 aber infolge stärkerer Benutzung regenerierten Altgummis auf 64 % gefallen. Der Konsum Großbritanniens stieg in der letzten Zeit allmählich, u. zw. auf 45 000 t in 1927, d. s. 7,6 % des Weltverbrauchs. Deutschland ist im vorigen Jahr, Frankreich überflügelnd, mit nahezu 7 % erstmalig an die dritte Stelle der Konsumenten getreten; 10 % seines Verbrauchs kamen aus Brasilien, rd. 31 % aus Britisch-Indien und 37,7 % aus Niederländisch-Indien. Auf Frankreich entfielen 1927 36 500 t oder 6,3 % des Weltkonsums. In Kanada und Rußland nimmt die Kautschukverarbeitung erheblich zu.

Der Preis für Rohkautschuk, Para fine, betrug in London vor dem Krieg durchschnittlich 3 s 8½ d/lb, anfangs 1918 2 s 3 d und ist dann infolge großer Anbauerweiterungen noch stark gesunken. Bei 10 d/lb (1921) begann England mit Hilfe der Stevenson-Bill die Einschränkung von Ausfuhr und Produktion seiner Ernteländer und setzte erstmalig am 1. XI. 1922 den zollfreien Export auf 60 % der Standarderzeugung fest. Dieses Verfahren führte 1922/25 unter Schwankungen zu einer Preiserhöhung auf 55 d/lb (Dezember 1925). Ein 1926 beginnender Preissturz drückte die Notierung wieder auf den Stand vom Frühjahr 1925. Sie verringerte sich vom Sommer 1926 bis Herbst 1927 nach und nach weiter auf 16½ d, ist aber seit November 1927 infolge starker Käufe eines amerikanischen Verbraucherpools zunächst wieder gestiegen, um anfangs 1928 abermals erheblich, u. zw. Mitte März bis 11¾ d abzugleiten. Vom 1. XI. 1928 an will die englische Regierung die Restriktion aufheben.



[1] Bd. 8, 1928, S. 363.

Australiens elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Im Wirtschaftsjahr 1926/27 hat Australien dem Wert nach seine Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse nach den Angaben der El. Review[2] mit Ausnahme von Fernsprechgerät usw. fast durchweg erhöht, u. zw. nennenswert bei Akkumulatoren und Batterien (amerikanische Sendungen) sowie isolierten Drähten und Kabeln für Schwachstrom. Da der Wert des importierten Funkmaterials erst für das Berichtsjahr gesondert angegeben worden ist, läßt er sich mit dem des Vorjahres (Vakuumröhren) nicht vergleichen. Hauptlieferant war wieder das durch Vorzugszölle begünstigte England, dem aber die V. S. Amerika erhebliche Konkurrenz gemacht haben, ihre Zufuhren von Sammlern, Elektroventilatoren, Heiz- und Kochvorrichtungen, Vakuumröhren, Funkempfängern weisen die höchsten Beträge auf (bei Akkumulatoren und Batterien 499 000 £). Der Anteil Deutschlands betrug bei Dynamomaschinen 27 000, bei Schaltern, Sicherungen und Blitzableitern 7000, elektrischem Gebrauchsgerät 29 000, Fernsprechern 1300, Funkempfängern 10 000, Leitungsmaterial 27 000 £ und zeigt im Vergleich zum Vorjahr teilweise eine Erhöhung. Letzteres gilt auch für holländische Glühlampen (196 000 £). Die Ausfuhr des Commonwealth war wieder vorwiegend nach Neuseeland gerichtet und ist gegen 1925/26 bei elektrischen Maschinen und Geräten von 21 000 auf 74 000 £, also um 53 000 £ gewachsen, bei anderen Erzeugnissen dagegen von 29 000 auf 16 500 £, d. h. um 12 500 £ zurückgegangen.

Erzeugnisse	1926/27	1925/26	Änderung g. V.
	1000 £		
Dynamomaschinen	1041	1040	+ 1
Transformatoren, Induktionspulen	211	193	+ 18
Anlasser, Kontroller	364	246	+ 118
Akkumulatoren und Batterien	867	329	+ 538
Schalter, Sicherungen, Blitzableiter	415	302	+ 113
Meß- und Registrierinstrumente	156	160	— 4
Glühlampen	615	484	+ 131
Elektroventilatoren	46	37	+ 9
Heiz- und Kochapparate	86	54	+ 32
Anderes elektrisches Gebrauchsgerät[3]	528	500	+ 28
Telegrapheninstrumente und Zubehör	44	26	+ 18
Fernsprecher	158	375	— 217
Fernsprechschalttafeln und Zubehör	533	807	— 274
Vakuumröhren, Gleichrichter, Funkempfänger	654	142*4	
Isolatoren und Isoliermaterial	78	60	+ 18
Isolierte Drähte und Kabel	1680*5	1434*5	+ 246
Künstliche Kohlen	35	27	+ 8

Vorgänge im Ausland. — Am 21. VII. d. J. wurde in Amsterdam die „Finanzierungsgesellschaft für elektrische Unternehmungen" mit einem Kapital von 10,03 Mill. Gld gegründet, eingeteilt in 0,03 Mill. Gld Prioritätsaktien, 4 Mill. Gld Vorzugsaktien und 6 Mill. Gld Stammaktien. An der Gründung sind beteiligt: Proehl & Gutmann, Gebr. Teixeira de Mattos, Amsterdam, Dresdner Bank, Darmstädter und Nationalbank, Berlin, Elektrizitäts-A. G. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M., The Chase National Bank of the City of New York, Speyer & Co., New York, Hambros Bank Ltd., London. Zweck der Gesellschaft ist die Finanzierung von elektrischen Unternehmungen, die Verwaltung von und die Beteiligung an Betrieben, die hauptsächlich auf dem Gebiete der Elektroindustrie tätig sind. Die technische Bearbeitung der Unternehmungen wird in enger Anlehnung an die Lahmeyer-Gesellschaft erfolgen.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1320.
[2] Bd. 102, 1928, S. 1016.
[3] Infolge der schwierigen Dienstbotenverhältnisse besteht in Australien für elektrische Haushaltgeräte beträchtliche Nachfrage.
*4 Die Summe umfaßt nur Vakuumröhren.
*5 Hauptsächlich Telegraphen- und Telephonkabel.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 238: Welche Firma baut einpolige Druckknopf-Umschalter für 10 bis 15 A, 250 V und versenkten Einbau?

Frage 239: Wer stellt Kleister zum Wickeln von Papierrohren (Isolierrohren) her?

Abschluß des Heftes: 11. August 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19500 Expl.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

34. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 23. AUGUST 1928
(1245—1284)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 23. August 1928 | Heft 34

UMSCHAU.

Die neuere Entwicklung des Elektrizitätszählers.

Seit Wiederingangsetzung der Elektrizitätswirtschaft hat der Elektrizitätszähler stetig wachsende Bedeutung erlangt. Da durch ihn die Einnahmen der Elektrizitätswerke vermittelt werden, werden an die Genauigkeit seiner Angaben und an seine Betriebsicherheit hohe Forderungen gestellt, welchen noch durch gesetzliche Bestimmungen besonderer Nachdruck erteilt wird. Die Mannigfaltigkeit der Zählerformen für die verschiedenen Stromarten sowie für Sonderzwecke ist außerordentlich groß. Die Versuche zu Verbesserungen aller Art entsprechend den vielgestaltigen und wichtigen Anforderungen sind sehr zahlreich, und man kann in der Berichtsperiode von einer lebhaften Entwicklung sprechen, wenngleich naturgemäß nicht alle Neuerungen sich wirklich bewährt haben. Über die wichtigsten Fortschritte wird nachstehend in großen Zügen berichtet. Dabei sollen die großen Richtlinien gekennzeichnet werden ohne Anspruch auf lückenlose Vollständigkeit der Einzelheiten. In erster Linie wird auf die deutschen Verhältnisse Bezug genommen werden, auf die außerdeutschen nur in soweit, als charakteristische Unterschiede gegenüber den deutschen vorliegen, wie z. B. in England und den V. S. Amerika.

Die Entwicklung des Einphasen-Wechselstromzählers in Deutschland war bemerkenswert durch das Bestreben nach Verkleinerung der Abmessungen und Verminderung des Gewichtes. Beide Bestrebungen entsprangen wirtschaftlichen Gründen. Die deutsche Zählerindustrie war gezwungen, einerseits starke Preiserhöhungen der Rohstoffe sowie Lohnsteigerungen zu tragen, anderseits mußte sie auf fast allen Auslandsmärkten hohe Zollschranken übersteigen, wobei sie noch durch die Konkurrenz valutaschwacher Länder stark bedrängt war.

In Gegensatz hierzu trat die Forderung nach einer wesentlichen Verbesserung der meßtechnischen Eigenschaften der Zähler, welche ebenfalls aus wirtschaftlichen Anforderungen, nämlich denen der Elektrizitätswerke, entstanden war. Die Vergrößerung der Anschlußwerte, welche mit der allgemeinen Einbürgerung elektrischer Verbrauchsapparate eingesetzt hatte, machte Zähler für hohe Nennlasten bzw. starke Überlastbarkeit erforderlich. Anderseits bewirkte die allgemeine Verbreitung der Metallfadenlampen, daß die Zähler, etwa im Falle der Belastung mit nur einer Lampe, auch sehr kleine Leistungen zählen müssen. Beide Umstände hatten zur Folge, daß der Meßbereich der Zähler erheblich erweitert werden mußte.

Im abgelaufenen Jahre scheint die Entwicklung, soweit sie unter dem Einfluß der gekennzeichneten, einander widerstrebenden Forderungen steht, zu einem gewissen Abschluß gelangt zu sein. Einzelne Übertreibungen zugunsten der Gewichtsersparnis auf Kosten der Meßgenauigkeit werden bereits wieder berichtigt. Fast alle Zählerfabriken haben neue Typen herausgebracht, welche der neuen Sachlage Rechnung tragen sollen. Der gegenwärtige Zeitpunkt ist daher geeignet, Rechenschaft abzulegen über die technischen Fortschritte, welche es den Zählerfabriken ermöglichten, den genannten Forderungen nachzukommen.

Einige Firmen stellten ganz oder teilweise auf die sogenannte fließende Fertigung um. Die wirtschaftlichen Vorteile dieses Verfahrens ermöglichten es ihnen, die Verteuerung der Arbeit, welche durch die Verkleinerung bei gleicher oder besserer Qualität bedingt ist, wieder auszugleichen. Daneben aber vermochten sie die Fließarbeit zu einem Mittel auszugestalten, welches die Genauigkeit und Qualität der Herstellung erheblich verbessert. Die Fließfabrikation gestattet die rationelle Anwendung von Werkzeugen höchster Präzision, ferner können für jeden Vorgang des sehr komplizierten Fabrikationsganges Vorrichtungen benutzt werden, deren Arbeiten der menschlichen Willkür und Unzulänglichkeit entzogen ist. Die Fertigung wurde in zahlreiche genau durchdachte Arbeitsgänge zerlegt, und zwar derart, daß der nachfolgende den vorangehenden zugleich kontrolliert. Bei Auftreten irgendeines Fehlers gerät zwangläufig der Fluß der Fabrikation ins Stocken, weil die fehlerhaften Teile in die nächste Vorrichtung nicht mehr passen.

Neben diesen fabrikatorischen Einrichtungen waren zur Lösung der neuen und schwierigen Aufgaben in erster Linie konstruktive Fortschritte erforderlich. Eine gute Konstruktion kann einerseits die neuartige Fertigungsweise weitgehend unterstützen. Anderseits sind ihr aber auch noch wichtigere selbständige Aufgaben gestellt. Sehr intensiv gearbeitet wurde an einem leichten und doch möglichst stabilen Träger für die Innenteile des Zählers. Der Träger muß Sicherheit bieten gegen grobe Transportstöße sowie gegen Betrugsversuche mittels Verspannen von außen u. a. m. Fast allgemein hat sich das Prinzip durchgesetzt, die Grundplatte nicht mehr als versteifendes Element zu benutzen, sondern den Träger nur in einer kleinen Fläche die Grundplatte berühren zu lassen, im übrigen aber freitragend auszubilden. Diese Konstruktion steht im Gegensatz zu früheren und zu den heute noch beispielsweise in Amerika und England üblichen.

Der Träger wird, um den hohen mechanischen Beanspruchungen widerstehen zu können, sorgfältiger als früher nach den Gesetzen der Statik durchgebildet. Bemerkenswert ist eine Konstruktion, welche das Dreieck als statisch bestimmte Figur anwendet und damit außerordentliche Festigkeit erzielt. Manche Konstrukteure bilden den Träger so aus, daß seine Querschnitte überall hohe Trägheitsmomente bzw. Widerstandsmomente aufweisen. Eine neue Konstruktion ist so eingerichtet, daß Verschiebungen des Triebsystems, z. B. bei einem Fall oder Stoß, nur möglich sind, wenn das Blech des Trägers in gewissen Biegekanten nachgibt, welche nicht alle zueinander parallel sind. Das Spiel der Kräfte wird auf diese Weise so geleitet, daß ein an einer Biegekante auftretendes Biegungsmoment nur mit einer kleineren Komponente an der anderen angreift und letztere dann auf alle Fälle imstande ist, der Biegung zu widerstehen. Auf diese Weise wird eine Bewegung des Triebkernes überhaupt verhindert.

Auf den angedeuteten Wegen wurden mit einem Minimum an Materialaufwand sehr stabile Träger herausgebracht. Diese sind durchweg aus Eisenblech hergestellt. Der früher übliche Eisenguß ist fast ganz verlassen wegen der Vorteile, welche die Blechkonstruktion hinsichtlich Gewicht, Materialersparnis, schnellen Durchlaufs des Materials durch die Fabrikation usw. und, als Folge aller dieser Faktoren, des Preises bietet. Fast nur in amerikanischen und englischen Zählern werden noch Gußträger verwendet. Diese bieten hinsichtlich geschickter Ausnutzung der statischen Verhältnisse viel geringere Möglichkeiten und weisen in allen bekannten Fällen einen Überfluß an Material auf.

Im übrigen wurde beste Ausnutzung des von Kappe und Grundplatte vorgegebenen Volumens angestrebt durch möglichst geschickte Anordnung der Innenteile, insbesondere des Triebsystems und des permanenten Magneten, zur

Triebscheibe. In der Anordnung dieser Teile ist noch keine allgemein gültige Regel vorhanden, und es finden sich noch immer sehr verschiedenartige Aufbauten. Man kann drei Hauptformen unterscheiden, je nachdem das Triebsystem auf der Grundplatte liegend oder seitlich oder diagonal angeordnet ist.

Meßtechnische Fortschritte wurden erzielt durch Verbesserungen am Triebsystem, welche auf gesteigerte Ausnutzung der magnetischen Flüsse gerichtet waren, mit dem Ziele, bei kleinem Wattverbrauch hohes Drehmoment und günstige Belastungskurve zu erhalten. Es wurden auch einige ganz neue Triebsysteme herausgebracht. Dieser wichtigste Teil des Zählers weist noch sehr mannigfaltige Gestalten auf, welche bei den verschiedenen Fabrikaten stark voneinander abweichen. Seine Wirkungsweise, obgleich im Groben bekannt, bedarf selbst noch des tieferen Studiums. Einige wissenschaftliche Arbeiten wurden zur Aufklärung gewisser feinerer Vorgänge unternommen.

Die Belastungskurve wurde bei den Zählern der führenden Firmen gegenüber früher bedeutend verbessert, so daß diese Zähler den oben erwähnten Forderungen hinsichtlich Erweiterung des Meßbereiches durchaus genügen. Fast durchweg wurde zu ihrer Verbesserung ein Nebeneisen zum Stromkern angebracht, welches sich bei höheren Belastungen sättigt und dadurch bewirkt, daß der die Triebscheibe durchsetzende magnetische Fluß nicht proportional dem Strom, sondern schneller anwächst und so die Wirkung der Stromdämpfung kompensiert[1]. Auch bei den amerikanischen Zählern werden neuerdings bereits Sättigungserscheinungen im Eisenpfad der magnetischen Flüsse zur Hebung der Belastungskurve ausgenutzt. Die konstruktive Anordnung ist aber etwas verschieden von der deutschen.

Es ist in diesem Zusammenhang erwähnenswert, daß in den V. S. Amerika größter Wert auf gute Meßgenauigkeit gelegt wird, und daß hinter diesem Gesichtspunkt derjenige der Materialersparnis unter der Gunst der wirtschaftlichen Verhältnisse zurücktritt.

Die mit der Verbesserung der Belastungskurve ermöglichte Erweiterung des Meßbereiches legte bereits den Gedanken nahe, die Nennlast der Zähler auf neuartige Weise zu deklarieren. Es kamen Zähler heraus, welche für 10 A deklariert und von der PTR beglaubigt sind, aber die Anlaufsempfindlichkeit und die Meßgenauigkeit bei kleiner Last eines 5 A-Zählers besitzen. Das Drehmoment ist bei 10 A doppelt so hoch, als es die bisherigen 10 A-Zähler im allgemeinen aufweisen, wodurch eben die hohe Genauigkeit bei kleinen Belastungen bedingt ist. Diese Zähler vermögen die ganze Stufenreihe von Zählern für Nennstromstärken von 1,5 ... 10 A zu ersetzen. Da der meßtechnischen Erweiterung des Belastungsbereiches auch die thermische entsprechen mußte, so war auch eine besondere Ausbildung der Stromspulen erforderlich.

Die bei Änderungen von Spannung, Frequenz und Leistungsfaktor auftretenden zusätzlichen Fehler sind im wesentlichen die alten geblieben. Bei einigen zu klein dimensionierten Zählern sind allerdings diese zusätzlichen Fehler größer, als man sie bisher für zulässig gehalten hat.

Bemerkenswert sind Versuche zur Kompensation des Temperaturfehlers[2]. Eine Konstruktion verwendet einen Bimetallstreifen, durch welchen mit veränderlicher Temperatur ein Eisenstück in den Luftweg der motorisch nicht wirksamen Kraftlinien mehr oder weniger eingeschaltet wird. Nach anderen Vorschlägen wird die Scheibe mittels des Bimetallstreifens mehr oder weniger tief in den Luftspalt eingeführt. Wieder andere Konstruktionen benutzen Hilfswicklungen aus Material von besonderem Temperaturkoeffizienten, deren Fluß sich entsprechend der Temperatur ändert. Ein neuer Weg zur Lösung der gestellten Aufgabe wurde eröffnet mit der Entdeckung hochpermeabler Legierungen, deren Permeabilität bei gewissen verhältnismäßig niedrigen Temperaturen starke Änderungen mit der Temperatur erleidet.

Die für die Meßgenauigkeit sehr wichtige mechanische Reibung wurde von verschiedenen Seiten studiert. Mechanische Reibung tritt auf einerseits im Zählwerk, anderseits in der Lagerung der Triebscheibe. Die Zählwerksreibung wurde weiter herabgesetzt, indem man die Zahlenrollen auf Schneiden laufen ließ. Ein älterer Vorschlag, stehende Achsen für das Zählwerk zu verwenden, ergibt sehr günstige Reibungsverhältnisse und wurde neuerdings wieder auch von englischen Firmen aufgegriffen. Die Reibung der Triebscheibe tritt besonders im Unterlager in Erscheinung. Sie wurde besonders im Hinblick auf die zweckmäßigste Schmierung untersucht. Über die beste Schmierung herrscht noch keine Einigkeit, und es werden sehr verschiedenartige Öle empfohlen. Auch darüber, ob das Lager reichlich geölt oder nur mit einem Ölhauch versehen werden soll, gehen die Ansichten auseinander. Einige Zählertypen werden überhaupt nicht geölt.

Entsprechend den am Zähler erzielten meßtechnischen Fortschritten wurden auch die fabrikatorischen Einrichtungen und Vorkehrungen zur genauen Einstellung seiner Regelungsorgane vervollkommnet. Die serienmäßige Eichung der laufenden Erzeugung einer größeren Zählerfabrik stellt besondere Aufgaben, welche zum Teil mit neuartigen Hilfsmitteln gelöst worden sind. Beispielsweise sind Verfahren bekannt geworden, welche stroboskopische Methoden zur Eichung anwenden.

Die an den Einphasen-Zählern erzielten konstruktiven und meßtechnischen Fortschritte wurden auch auf die Drehstrom-Zähler für Drei- und Vierleitersysteme übertragen. Es liegen auch Versuche vor, den Drehstrom-Zähler in ähnlicher Weise zu verkleinern wie den Wechselstrom-Zähler. Da mittels des Drehstrom-Zählers im allgemeinen beträchtliche Energiemengen verrechnet werden, so mußte der Gesichtspunkt der Verbilligung jedoch zurücktreten hinter dem der Meßgenauigkeit. Es kamen einige Drehstrom-Zählertypen mit gegen früher erheblich gesteigerter Meßgenauigkeit heraus. Bei einer dieser Typen ist bereits ein Nebeneisen zum Stromkern angebracht, wodurch die Belastungskurve außerordentlich gestreckt wird. Einige Firmen gingen soweit, besondere „Großkonsumenten-Zähler" auszubilden, die besonders hohes Drehmoment haben, und deren Meßfehler innerhalb sehr enger Grenzen liegen.

Da in Drehstromnetzen auch starke Phasenverschiebungen und sonstige Abweichungen von den normalen Verhältnissen vorkommen, so stellen diese Zähler besondere meßtechnische Aufgaben.

Die fortschreitende Verzweigung der Netze und Verkuppelung der Kraftwerke brachte dem Zählerbau die Probleme der Summenmessung und der Fernmessung. Es sind Zählersätze erforderlich, welche die Leistung zweier oder mehrerer getrennter Stromkreise einzeln zählen und sodann summieren; ferner werden Einrichtungen verlangt, welche die Zählerstände ebenso wie auch die Angaben anderer Instrumente von verschiedenen Punkten des Netzes an eine zentrale Kommandostelle übertragen.

Eine große Anzahl von Vorschlägen zur Lösung dieser Aufgaben liegt bereits vor, und auf den eingeschlagenen Wegen sind beachtenswerte Erfolge erzielt worden.

Blindverbrauch-Zähler und Scheinverbrauch-Zähler wurden ebenfalls weiter gefördert, wenn ihnen auch seitens der Praxis weniger Bedeutung beigelegt wird als in den Zeiten der Kohlenknappheit, welche die Unterdrückung der Blindströme erheischte. Zur Erzeugung der bei diesen Zählern erforderlichen inneren Phasenverschiebung sind eine Anzahl von Methoden bekannt geworden, welche sich bewährt haben und nicht wesentlich verbessert zu werden brauchten. Jedoch bereitet die Definition des Blindverbrauchs und ebenso des Scheinverbrauchs noch gewisse begriffliche Schwierigkeiten bei Mehrphasenströmen, ferner bei Gleichrichteranlagen. Mit der Klärung dieser Fragen beschäftigen sich eine Reihe theoretischer Arbeiten.

Zur Zählung des Scheinverbrauchs wurden einige sinnreiche Konstruktionen vorgeschlagen. Bemerkenswert ist die exakte vektorielle Addition der Umdrehungsgeschwindigkeiten eines Wirk- und eines Blindverbrauchszählers mittels einer nach allen Seiten frei drehbaren Kugel. Daneben sind auch einfachere aber dafür im Prinzip ungenauere Konstruktionen üblich.

Die rotierenden Amperestunden- und Wattstunden-Zähler für Gleichstrom haben in der Berichtszeit, abgesehen von Verbesserungen konstruktiver Natur, keine nennenswerten Änderungen erfahren. Der ozsillierende Wattstunden-Zähler, welcher sich durch besonders hohe Konstanz seiner Angaben auszeichnet, konnte für hohe Stromstärken vereinfacht werden.

Gleichstrom-Amperestunden-Zähler nach elektrolytischem Prinzip traten mehr als früher in Erscheinung und wurden wesentlich verbessert.

Eine sehr rege Entwicklung erfuhren die Tarifapparate. Sie war verursacht durch die Tarifpolitik der Elektrizitätswerke. Das Ziel der neuzeitlichen Stromtarife geht dahin, die Ausbildung von Belastungspitzen zu verhüten und anderseits die Täler der Belastung möglichst zu heben. Die Wege, auf welchen man dieses Ziel zu erreichen versuchte, waren sehr verschiedenartig, und leider hat sich immer noch trotz zahlreicher Bemühungen keine Vereinheitlichung im Tarifwesen durchgesetzt. Besondere Beachtung fand der sogenannte Grundgebührentarif. Es wurden bereits von einigen Firmen kleine Maximumzeiger entwickelt, welche ermöglichen, die Grundgebühr einwandfrei zu ermitteln. Bisher wurden zwei Ausführungsformen bekannt, von welchen die eine auf thermischem Prinzip

[1] Vgl. u. a. DRP 321 169, 456 273, 436 252, DRGM 638 397.

[2] Vgl. u. a. DRP angem. Kl. 21 e, 53 932, 65 136, 73 611, 73 598.

beruht, die andere auf dem Prinzip des bisherigen Maximumzeigers mit dem Unterschied, daß der Zeiger selbst nicht von der Zählerachse unmittelbar sondern vermittels eines Relais fortgeschaltet wird.

Die schreibenden Zähler wurden im Rahmen der bewährten Konstruktionen weiter verbessert. Da sie dem Elektrizitätswerk genauen Aufschluß über den Verlauf der Belastung zu den verschiedenen Tages- und Nachtzeiten geben, erlangten sie immer größere Verbreitung, insbesondere für Großabnehmer.

Mit der Wiedereinführung des Hartgeldes fanden die Münz-Zähler wieder Eingang bei vielen Stromabnehmern. Bei diesen Apparaten wird der Kilowattstundenverbrauch durch einen Zähler registriert und außerdem auf die Stellung eines Organs übertragen, welches nach Aufbrauch der eingeworfenen Münzen die Installation abschaltet. Aus dem einfachen Münz-Zähler wurden u. a. Apparate entwickelt, welche die Grundgebühr selbsttätig einkassieren. Bei diesen arbeitet auf das den Stromverbrauch vom Münzvorrat abbuchende Organ außer dem Zähler ein kleiner Ferrarismotor, dessen Umdrehungsgeschwindigkeit entsprechend der gewählten Grundgebühr eingestellt ist.

Für Tarife, welche unter einer gewissen Grenze der Belastung pauschal, darüber nach Kilowattstunden verrechnen, sind die sogenannten Spitzen-Zähler mit mechanischem Gegendrehmoment erheblich verbessert worden. Ihre Meßgenauigkeit wurde gesteigert, ferner wurde eine Vorrichtung angebracht, welche dem Elektrizitätswerk gestattet, die Pauschalgrenze beliebig einzustellen, ohne den Zähler aus der Installation herauszunehmen. Auch wurde der Temperaturfehler verbessert.

Die Zähler für Tarife, deren Strompreis von der Tageszeit abhängig ist, wie Doppeltarif-Zähler und Dreifachtarif-Zähler, fanden in vielen Netzen immer weitere Verbreitung. Ihrer technischen Vervollkommnung, insbesondere zur Erhöhung ihrer Betriebsicherheit, wurde sehr große Aufmerksamkeit gewidmet. Auch die Tarifuhren erfuhren manche sinnreiche Vervollkommnungen.

Neuerdings werden Tarifzähler statt durch mechanische Uhren auch durch kleine Synchronmotoren gesteuert. Letztere sind so eingerichtet, daß sie, konstante Frequenz vorausgesetzt, als Uhren dienen können.

Für die neuzeitlichen Nachtstromtarife wurden Apparate entwickelt, welche nicht nur die Tarif-Zählwerke steuern, sondern auch zugleich die betreffenden Verbrauchstromkreise zu bestimmten Tages- und Nachtzeiten aus- bzw. einschalten.

Zahlreiche andere Sonderausführungen für die verschiedenartigsten Tarife können nicht im einzelnen aufgeführt werden.

Die angeführten Konstruktionen von Tarif-Zählern gehen größtenteils zurück auf Anregungen von seiten der Elektrizitätswerke. Diese haben dem Zählerwesen in den letzten Jahren größte Sorgfalt gewidmet und arbeiten nicht nur in der angedeuteten Weise mit den Zählerfabriken zusammen, sondern haben auch ihre Organisation zur Überwachung und Instandhaltung der installierten Zähler bedeutend vervollkommnet. Viele Elektrizitätswerke haben mustergültige Eichstationen und Reparaturwerkstätten eingerichtet. Die Ausbildung des Zählerpersonals wurde auf einen hohen Stand gebracht.

Von besonderer Bedeutung sind schließlich noch die Arbeiten der Normalisierungskommission des VDE, welche bereits zahlreiche Normungen vorgenommen hat. Die wichtigsten sogenannten aktiven Teile des Zählers haben sich bis jetzt allerdings als noch nicht reif für die Normung erwiesen, da sich ihre Entwicklung immer noch im Fluß befindet. Prof. Dr. Schachenmeier.

Überstromschutz bei Gleichstromlokomotiven.

Von **A. Buttler**, München.

Übersicht. Es werden die Eigenschaften der verschiedenen Überstromschutzapparate besprochen, die Stromkurven für die wichtigsten Fälle von Kurzschlüssen auf Gleichstrombahnen errechnet und Kurven zur Bestimmung des Arbeitsbereiches der Lokomotivschalter in Abhängigkeit von der Schaltgeschwindigkeit gegeben.

Beim Auftreten von Überströmen, sei es infolge von Überlast oder von Kurzschlüssen, muß der Hauptstromkreis der Lokomotive, d. h. die Verbindung der Lokomotive mit dem speisenden Unterwerk, unterbrochen werden durch Apparate des Unterwerkes, der Strecke oder mittels in der Lokomotive eingebauter Apparate.

I. Überlastschutz.

Je größer der Überlaststrom, desto schneller erwärmt er die Motoren bis zur zulässigen Höchsttemperatur. Die Überlastbarkeit eines Motors ist somit gegeben nicht nur durch das Verhältnis des Überstromes zum Dauerstrom $\frac{J}{J_d}$, sondern auch noch durch die Zeit t, während welcher dieser Überstrom zugelassen werden kann. Die Abhängigkeit der Überlast $\frac{J}{J_d}$ von der Zeit t_n bis zur Erreichung der Höchsttemperatur kann aus der thermischen Zustandsgleichung: $W\,d\,t = C\,d\,\tau + A\,\tau\,d\,t$ abgeleitet werden. Es ergibt sich die Formel:

$$t_n = -\frac{T}{\ln\left(1-\frac{W_d}{W}\right)},$$

Hierin bedeuten:

T in Min. die thermische Zeitkonstante des Motors $= \frac{C}{A} = \frac{\text{Wärmekapazität}}{\text{Wärmeabgabe}}$

W die Verluste (in Watt) bei dem Überstrom J,

W_d die Verluste bei dem Dauerstrom J_d.

An Hand dieses Ausdruckes sind in Abb. 1 die Überlastkurven für zwei verschiedene Bahnmotoren eingezeichnet worden: für einen Motor mit $T = 100$ und für $T = 50$ min*[1].

*[1] Über die Aufteilung der Verluste W siehe auch: Winkler. Das Erwärmungsproblem im elektr. Lokomotivbetrieb. El. u. Maschinenb. Bd. 43, S. 233.

Ideal wäre somit ein Überlastschutz, dessen Kennlinien möglichst genau den ausgezogenen Kurven in Abb. 1 entsprechen würden, d. h. bei hohen Strömen schnell ausschalten würde, bei geringen mit einer gewissen Verzögerung. Der ideale Schutzapparat müßte somit ein thermischer sein und möglichst die gleiche Zeitkonstante wie der zu schützende Motor aufweisen.

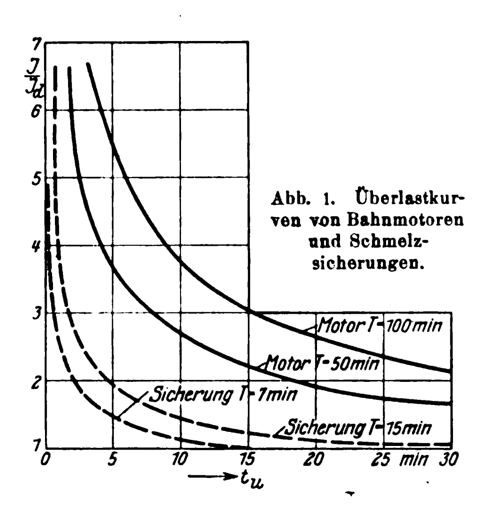


Abb. 1. Überlastkurven von Bahnmotoren und Schmelzsicherungen.

Der einfachste thermische Schutzapparat — die Schmelzsicherung — weist jedoch Mängel auf, die seine alleinige Anwendung bei Lokomotiven nicht für geeignet erscheinen lassen. Es seien genannt: 1. die Lästigkeit des jedesmaligen Auswechselns des Schmelzstreifens, 2. die äußerst geringe thermische Zeitkonstante, die gewöhnlich etwa $T = 15$ min nicht überschreitet, während Bahnmotoren Zeitkonstanten von 40 ... 200 min aufweisen. Aus Abb. 1 ersieht man, daß eine solche Sicherung bei Überlast viel zu früh durchbrennen würde, lange bevor der Motor noch die Grenze seiner Überlastungsfähigkeit erreicht hätte. Die Überlastkurven für die Sicherungen in

Abb. 1 beziehen sich jedoch auf Sicherungen, deren Dauerstrom gleich dem Dauerstrom des Motors ist. Falls wir die Sicherung für einen höheren Dauerstrom bemessen, z. B. für einen Strom gleich dem 2- oder 2,5fachen Dauerstrom des Motors, so erhalten wir die Kurven der Abb. 2, aus denen zu ersehen ist, daß auch hier die Sicherung nicht einwandfrei arbeiten würde, nämlich: bei starken Überlasten würde die Sicherung genügenden Schutz gewähren, während bei geringen Überlasten eine solche Sicherung zu spät ansprechen würde.

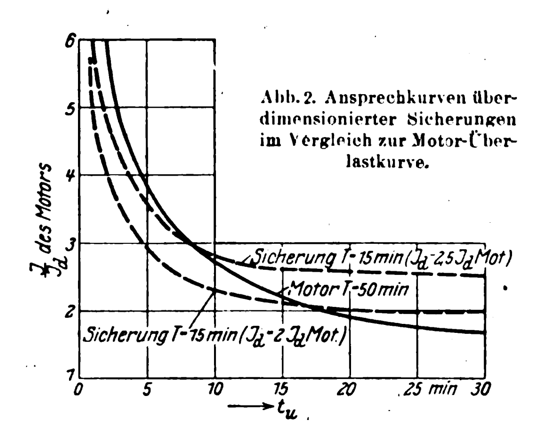


Abb. 2. Ansprechkurven überdimensionierter Sicherungen im Vergleich zur Motor-Überlastkurve.

Eine einwandfreie Lösung der Überlastschutzfrage mittels elektromagnetischer Relais mit abhängiger Zeiteinstellung ist nicht möglich, da ja solch ein Apparat keine Rücksicht auf die vorhergehende Belastung nimmt, z. B. würde ein Motor, der durch vorhergehende starke Beanspruchung schon eine hohe Temperatur aufweist, bereits bei geringen Werten von J und t abzuschalten sein. Ein magnetisch betätigtes Relais könnte dieses nicht berücksichtigen.

Praktische Verbreitung bei Hauptbahnlokomotiven haben nur Selbstschalter und unabhängige Überlastrelais erhalten. Die Stromunterbrechung beim Selbstschalter wird dadurch bewirkt, daß eine vom Hauptstrom durchflossene Spule bei Überschreiten einer bestimmten Stromstärke einen Anker anzieht; durch diese Bewegung wird entweder direkt der Hauptstromkreis unterbrochen oder die Spannung einer Feder ausgelöst, die das Stromschlußstück löst.

Beim Überlastrelais wird der Abschaltvorgang den Hauptschützen der Lokomotive übertragen. Die Auslösung erfolgt hier infolge der mehrfachen Übertragung (Hauptstromkreis — Relais — Steuerstromkreis — u. U. Druckluft) mit einer unvermeidlichen Verzögerung, die aber mit Rücksicht auf den geringen Grad der Überlast bedeutungslos ist. Abb. 3 zeigt die prinzipielle Schaltung.

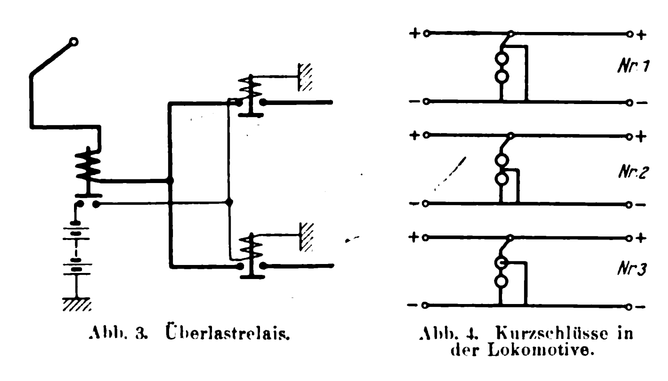


Abb. 3. Überlastrelais.

Abb. 4. Kurzschlüsse in der Lokomotive.

Oft wird auch in Reihe mit den Selbstschaltern oder der Hauptstromspule des Überlastrelais eine Schmelzsicherung geschaltet. Diese Anordnung hat nur den Zweck, eine Sicherheit für den Fall des Versagens eines der Apparate zu gewähren.

Eine Lösung der Überlastschutzfrage könnte auch auf dem Gebiete der Wärmerelais und der Fernthermometer gefunden werden. Es liegen noch nicht genügend praktische Erfahrungen mit Wärmerelais vor, jedoch ist eine Anpassung der Kennlinien des Relais an die Kennlinien der Motoren möglich, und das Wärmerelais könnte wohl als geeigneter Überlastschutz bei Lokomotiven Verbreitung finden.

II. Kurzschlußschutz.

1. Verlauf des Kurzschlußstromes.

Wir betrachten einen Streckenabschnitt, der mit direkt an das Unterwerk geschalteter Fahrleitung und Verstärker- bzw. Speiseleitung ausgerüstet ist. Es sind drei grundsätzliche Arten von Kurzschlüssen in der Lokomotive, die sich auf diesem Streckenabschnitt befindet, möglich, nämlich (Abb. 4):

Nr. 1: Kurzschluß über die Motoren,
Nr. 2: Kurzschluß über einen der Motoren,
Nr. 3: Kurzschluß in einem der Motoren.

Die größten Werte des Kurzschlußstromes ergibt zweifellos Kurzschluß Nr. 1, der im allgemeinen einem Streckenkurzschluß gleichkommt. Während Kurzschluß Nr. 3 nur einen Sonderfall des Kurzschlusses Nr. 1 darstellt, ist Kurzschluß Nr. 2 weniger gefährlich, da hier im Stromkreis die EMK eines Motors den Strom begrenzt.

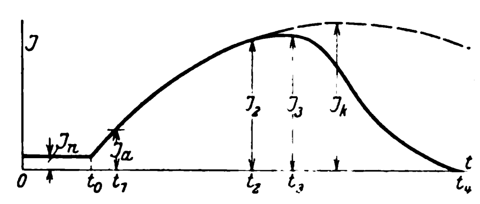


Abb. 5. Zeitlicher Verlauf des Kurzschlußstromes.

Der zeitliche Verlauf eines Kurzschlußstromes ist in Abb. 5 dargestellt. Es bedeuten hier J_n den Normalstrom, t_0 den Zeitpunkt des Einsetzens des Kurzschlusses. Der Kurzschlußstrom steigt zunächst annähernd nach einer logarithmischen Kurve an, deren Form durch die elektrischen Konstanten des äußeren Stromkreises und der Unterwerksmaschine gegeben ist. Falls der Kurzschluß nicht abgeschaltet wird, würde der Strom einen Höchstwert J_k erreichen und dann — gemäß dem Spannungsabfall der Unterwerksmaschine — abfallen. Beim Abschalten ändert sich der Stromverlauf folgendermaßen:

J_a ist die eingestellte Auslösestromstärke des Schaltapparates, die im Zeitpunkt t_1 erreicht wird. Im Zeitpunkt t_2 haben sich die Kontakte getrennt, der Strom hat inzwischen den Wert J_2 erreicht. $t_2 - t_1$ ist somit die Zeit des „mechanischen" Ausschaltens. In t_2 beginnt der Lichtbogen, der bis t_4 dauert. Der Höchststrom J_3 wird hierbei in einem Zeitpunkt t_3 erreicht.

Die Kurzschlußenergie kann von dreierlei Maschinen geliefert werden: a) fremderregten Generatoren, b) Nebenschlußgeneratoren (hierzu gehören auch die Einankerumformer), c) Gleichrichter. Wenn auch die Art der Unterwerksmaschine den Stromanstieg beeinflußt, so unterscheidet sich der Charakter der Stromkurve bei b) und c) nur unwesentlich von dem bei a). Es sei hier deshalb nur die Gleichung für den Fall eines fremderregten Generators im Unterwerk abgeleitet.

Für den Hauptstromkreis des Generators haben wir $(L_1 + L_2)\frac{d i}{d t} + (r_1 + r_2)\, i = E$. Hierin bedeuten:

L_1, r_1 Selbstinduktionskoeffizient und Ohmschen Widerstand des Generatorankers,
L_2, r_2 dasselbe des äußeren kurzgeschlossenen Stromkreises,
E die EMK des Ankers.

Die Lösung dieser Differentialgleichung erfolgt, wie bekannt, folgendermaßen: Es wird gesetzt $i = i_1 + i_2$ und die Gleichung in die zwei folgenden zerlegt:

$$(L_1 + L_2)\frac{d i_1}{d t} + (r_1 + r_2)\, i_1 = E$$

$$(L_1 + L_2)\frac{d i_2}{d t} + (r_1 + r_2)\, i_2 = 0.$$

Es bedeutet hier i_1 den stationären Strom, i_2 den Ausgleichstrom. Nach Beendigung des Vorganges, d. h. bei $t = \infty$, ist $\frac{d i_1}{d t} = 0$,

daher $i_1 = \frac{E}{(r_1 + r_2)}$. Es sei $r_1 + r_2 = R$,
$L_1 + L_2 = L$.

Die Lösung der zweiten Gleichung ergibt

$i_2 = i_x e^{-\frac{R}{L} t}$. Im Anfangszustande $(t = 0)$ ist $i_2 = i_x$,

ferner $i = i_1 + i_2 = J_n$, daher $i_x = J_n - i_1 = J_n - \frac{E}{R}$.

Folglich $$i_2 = \left(J_n - \frac{E}{R}\right) e^{-\frac{R}{L} t}$$

und $$i = \frac{E}{R} + \left(J_n - \frac{E}{R}\right) e^{-\frac{R}{L} t}.$$

Wir bezeichnen: $\frac{E}{R} = J_k =$ stationärer Kurzschlußstrom; $\frac{L}{R} = T =$ elektrische Zeitkonstante des Systems, und erhalten $$i = J_n e^{-t/T} + J_k (1 - e^{-t/T}) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Im Falle einer Nebenschlußmaschine beeinflußt der Kurzschlußstrom die Erregung, die EMK sinkt, so daß der stationäre Kurzschlußstrom geringer ist als bei der fremderregten Maschine und der Stromanstieg nicht so energisch vor sich geht.

Sowohl bei der fremderregten als auch bei der Nebenschlußmaschine würde infolge des Kurzschlusses die Drehzahl nachlassen und damit die EMK sinken. Die Unterwerksmaschinen besitzen jedoch ein großes Schwungmoment, weshalb ein merkliches Nachlassen der Drehzahl erst nach einer geraumen Zeit zu verzeichnen ist — einer Zeit, in der der Kurzschluß bereits abgeschaltet ist. Für unseren Zweck kann somit die Drehzahländerung unberücksichtigt gelassen werden. Dasselbe gilt auch von dem Einfluß der Ankerrückwirkung.

Der Ausdruck (1) ist auch für den Kurzschluß eines Gleichrichters gültig. Hier errechnet sich der stationäre Kurzschlußstrom zu $J_k = \frac{e}{r_1 + r_2}$, wo e die Gleichstromspannung bei Leerlauf abzüglich des Spannungsabfalles im Gleichrichter bedeutet, r_2 den Ohmschen Widerstand des äußeren Stromkreises und r_1 den Ohmschen Widerstand einer Phase des Transformators sekundär plus primär reduziert. Als Selbstinduktion ist hier außer der Selbstinduktion des äußeren Stromkreises noch die Streuinduktivität einer Phase des Transformators sekundär plus primär reduziert einzusetzen.

2. Mittelwerte von elektrischen Zeitkonstanten und stationären Kurzschlußströmen.

Widerstand, Induktivität und Zeitkonstante des kurzgeschlossenen Stromkreises sind nicht nur von den Konstanten der Unterwerksmaschine abhängig, sondern auch von der Bauart der Fahrleitung und von dem Abstand der Lokomotive vom Unterwerk. Es sollen nachstehend an Hand von überschlägigen Rechnungen einige Werte gegeben werden, die es ermöglichen sollen, sich ein annäherndes Bild von den Vorgängen beim Abschalten eines Kurzschlusses auf Gleichstrombahnen zu machen.

a) Ohmscher Widerstand der Fahrleitung.

Entsprechend einem Schienengewicht von etwa 45 kg/m nehmen wir den Ohmschen Widerstand für 1 km Gleis zu rd. 0,022 Ω an. Es errechnet sich somit der Gesamtwiderstand der Hin- und Rückleitung bei eingleisiger Strecke zu $0{,}022 + \frac{100}{57 q}$ Ohm/km. Bei Gesamtquerschnitten der Leitungen von 1200 und 2000 mm² sind 200 bzw. 600 mm² als auf die Rückleitung entfallend angenommen worden.

Gesamtquerschnitt der Leitungen für 1 Gleis q	240	800	1200	2000 mm²	Dritte Schiene
Eingleisig Ω/km	0,1	0,05	0,04	0,03	—
Doppelgleisig „	0,05	0,025	0,02	0,015	0,03

b) Selbstinduktion der Fahrleitung.

Der Selbstinduktionskoeffizient der Fahrleitung mit den Schienen ist in sehr geringem Maß von dem Querschnitt des Drahtes abhängig, dagegen stark von der gegenseitigen Anordnung der Leitungen. Für normalspurige Bahnen, bei Anordnung der Drähte in üblicher Weise, kann man mit folgenden mittleren, errechneten Werten von L für 1 km rechnen:

Oberleitung, eingleisig . .	$L = 1{,}5$ mH/km
Oberleitung, doppelgleisig .	$L = 1{,}3$ „
Dritte Schiene „ .	$L = 3{,}2$ „

(Vgl. auch Gen. El. Rev. Bd. 29, S. 490, und El. Bahnen Bd. 2, S. 402.)

c) Der Ohmsche Widerstand der Anker der Unterwerksmaschinen.

Er ist verschieden in Abhängigkeit von Größe und Spannung der Maschinen. Falls wir mit einem 3%igen Spannungsabfall im Anker bei Nennleistung rechnen, so ist $r_1 = \frac{0{,}03 e^2}{N . 1000}$ und wir erhalten folgende Werte:

$e =$ 750 V;	$N = 500 \ldots 2000$ kW:	$r_1 = 0{,}035 \ldots 0{,}0085$ Ω
$e =$ 1500 „	$N = 500 \ldots 2000$ kW:	$r_1 = 0{,}135 \ldots 0{,}067$ „
$e = 2 \times 1500$ „	$N = 500 \ldots 2000$ kW:	$r_1 = 0{,}540 \ldots 0{,}135$ „

d) Die Selbstinduktion von Gleichstromankern.

Sie ist ebenfalls abhängig von Leistung und Spannung der Maschine. Es können folgende für die Streuinduktion berechnete und durch Kurzschlußversuche an 750 V-Maschinen bestätigte Mittelwerte angenommen werden:

$e =$ 750 V;	$N = 500 \ldots 2000$ kW:	$L_1 = 2 \ldots 0{,}5$ mH
$e =$ 1500 „	$N = 500 \ldots 2000$ „	$L_1 = 7 \ldots 2$ „
$e = 2 \times 1500$ „	$N = 500 \ldots 2000$ „	$L_1 = 25 \ldots 7$ „

e) Mittelwerte der elektrischen Zeitkonstanten.

Aus c) und d) errechnet sich die elektrische Zeitkonstante der Gleichstromanker zu rd. $T_1 = \frac{L_1}{r_1} = 0{,}05$ s. Aus a) und b) erhalten wir für die Zeitkonstante der Fahrleitung $T_2 = \frac{L_2}{r_2}$:

Oberleitung, eingleisig:	$T_2 = 0{,}02 \ldots 0{,}05$ s
Oberleitung, doppelgleisig:	$T_2 = 0{,}03 \ldots 0{,}11$ s
Dritte Schiene, doppelgleisig:	$T_2 = 0{,}10$ s.

Die elektrische Zeitkonstante des gesamten kurzgeschlossenen Stromkreises ist jedoch $T = \frac{L_1 + L_2 l}{r_1 + r_2 l}$, wo l die Entfernung der Lokomotive vom Unterwerk in km bedeutet.

Bei einem Kurzschluß in unmittelbarer Nähe des Unterwerkes wäre $l = 0$, d. h. $T = T_1 \approx 0{,}05$ s, wogegen bei einem entfernten Kurzschluß der Einfluß der Konstanten der Unterwerksmaschine nur gering sein würde und etwa $T = T_2$ wäre. Wir sehen, daß der Wert der Zeitkonstante annähernd zwischen 0,05 und — falls die praktisch in Frage kommenden Entfernungen l eingesetzt werden — etwa 0,11 s variieren kann. In Abb. 6 ist der zeitliche Verlauf des Kurzschlusses bei diesen Werten dargestellt [laut Gl. (1) bei $J_n = 0$].

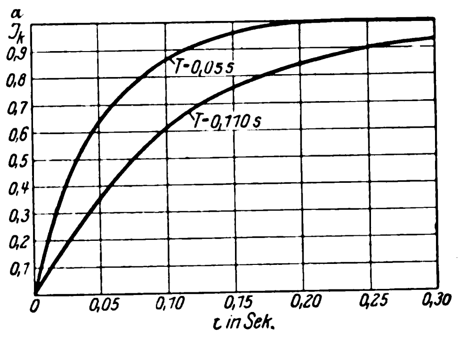


Abb. 6. Grenzkurven für den praktischen Verlauf des Kurzschlußstromes.

f) Der stationäre Kurzschlußstrom.

Bei 3 % Spannungsabfall im Anker ist $J_k = \frac{1{,}03\, e}{r_1 + r_2}$. Die Werte für r_1 (Maschine) und r_2 (Leitung) entnehmen wir den Absätzen a) und c). Für doppelgleisige Strecken haben wir dann:

		Kleine Leistungen		Große Leistungen
750 V	$r_1 + r_2 =$	$0{,}035 + 0{,}05\, l$	bis	$0{,}01 + 0{,}013\, l$ Ohm
1500 „	$r_1 + r_2 =$	$0{,}135 + 0{,}05\, l$	bis	$0{,}067 + 0{,}020\, l$ „
3000 „	$r_1 + r_2 =$	$0{,}540 + 0{,}05\, l$	bis	$0{,}135 + 0{,}030\, l$ „

(Als größte Gesamtquerschnitte der Leitungen sind für 1500 V-Netze 1200 und für 3000 V-Netze 500 mm² angenommen worden.)

In Abb. 7 ist die Abhängigkeit $J_k = \frac{1{,}03\, e}{r_1 + r_2}$ von l für diese Fälle dargestellt, aus denen zu ersehen ist, daß die Betriebspannung die Höhe des stationären Kurzschlußstromes nur wenig beeinflußt. Für eingleisige Strecken sind die entsprechenden Werte J_k nur unbedeutend geringer, weshalb ihre Aufzeichnung sich erübrigt.

g) Zweiseitige Speisung der Strecke.

Die oben errechneten und in Abb. 7 eingetragenen Werte der stationären Kurzschlußströme beziehen sich auf eine Strecke, die einseitig von einem Unterwerk gespeist wird. Falls die Strecke zweiseitig von zwei Unterwerken gespeist wird, ist der Gesamtwiderstand $R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, wo R_1 und R_2 die Widerstände einer Unterwerksmaschine plus Leitung bis zur Kurzschlußstelle darstellen. Wenn wir den Ankerwiderstand der Unterwerksmaschine vernachlässigen und die Entfernungen von den Unterwerken bis zur Kurzschlußstelle mit l_1 und l_2 bezeichnen, so ist $R' = \frac{a\, l_1 l_2}{(l_1 + l_2)}$, wo a den Ohmschen Widerstand für 1 km Leitung bedeutet. Für einseitige Speisung hätten wir entsprechend $R = a' l_1$, folglich: $R' = R \, \frac{l_2}{l_1 + l_2} = R \, \frac{l_0 - l_1}{l_0}$, wo l_0 die Entfernung zwischen den Unterwerken bedeutet.

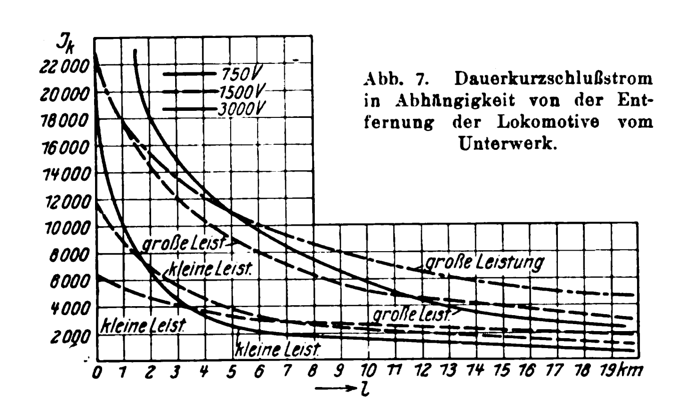


Abb. 7. Dauerkurzschlußstrom in Abhängigkeit von der Entfernung der Lokomotive vom Unterwerk.

Somit erhalten wir die stationären Kurzschlußströme in der Lokomotive bei zweiseitiger Speisung, J_{k_2}, indem wir den entsprechenden stationären Kurzschlußstrom bei einseitiger Speisung J_{k_1} mit $\gamma = \frac{l_0}{l_0 - l_1}$ multiplizieren.

Für die praktisch möglichen Werte von l_0 ergeben sich die in der Zahlentafel angeführten Werte von γ:

	l_0 = 15 km	l_0 = 20 km	l_0 = 30 km	Mittelwert
l_1 = 0 km	1,00	1,00	1,00	1,00
1	1,08	1,05	1,03	1,05
3	1,25	1,18	1,12	1,18
5	1,50	1,33	1,20	1,33
8	—	1,67	1,37	1,50
10	—	2,00	1,50	1,75
15	—	—	2,00	2,00

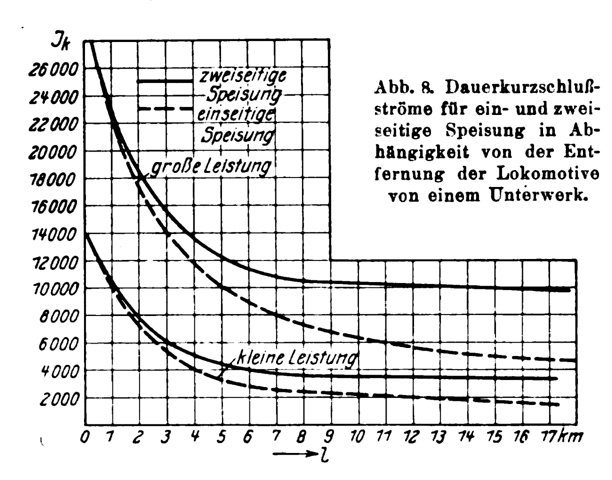


Abb. 8. Dauerkurzschlußströme für ein- und zweiseitige Speisung in Abhängigkeit von der Entfernung der Lokomotive von einem Unterwerk.

In Abb. 8 sind punktiert die mittleren Kurven für einseitige Speisung (aus Abb. 7) eingetragen — und hiernach die J_k-Werte dieser Kurven mit den Mittelwerten für γ aus obiger Tafel multipliziert. Es ergeben sich die (ausgezogenen) Kurven für die stationären Kurzschlußströme bei zweiseitiger Speisung.

III. Apparate des Kurzschlußschutzes.

Das Abschalten der Lokomotive beim plötzlichen Kurzschluß kann erfolgen durch: 1. Sicherungen, 2. Selbstschalter, 3. selbsttätige Schnellschalter, 4. Schütze, betätigt durch Überlastrelais, 5. Selbstschalter außerhalb der Lokomotive, d. h. Unterwerk- oder Streckenschalter.

1. Sicherungen.

Wie bereits gezeigt wurde, muß eine Schmelzsicherung, damit sie nicht bereits bei geringen Überlastungen schmilzt, überdimensioniert werden, z. B. für den doppelten Dauerstrom der Motoren ausgelegt sein. Solch eine überdimensionierte Sicherung würde aber verhältnismäßig lange Zeit zum Durchschmelzen beim plötzlichen Kurzschluß gebrauchen. Während für Straßenbahnwagen mit geringen Betriebströmen das Verhältnis Kurzschlußstrom zu Betriebstrom groß ist, ist bei Vollbahnlokomotiven dieses Verhältnis gering, übersteigt in den seltensten Fällen etwa 10 (s. u.). Folglich würde bei einer für den doppelten Betriebstrom ausgelegten Schmelzsicherung der plötzliche Kurzschluß nur einer etwa 5fachen Überlast entsprechen, und die Schmelzzeit wäre groß, etwa 1 ... 1,5 s. Anderseits ist die Lichtbogendauer beim Durchschmelzen der Sicherungen sehr gering, und es treten daher hohe Überspannungen auf. Aus diesen Gründen ist die alleinige Verwendung von Schmelzsicherungen als Kurzschlußschutz für Gleichstromlokomotiven als unzweckmäßig zu bezeichnen.

2. Selbstschalter.

Die Gesamtabschaltzeit von Lokomotiv-Selbstschaltern beträgt gewöhnlich etwa $t_4 - t_1 = 0{,}10 \ldots 0{,}15$ s (Abb. 5). Die Zeit $t_3 - t_1$ beträgt hierbei je nach Konstruktion 0,04 ... 0,06 s. Selbstschalter neuerer Bauart, bei denen langsamwirkende Klinkenmechanismen möglichst vermieden sind, weisen eine noch geringere Abschaltzeit auf. In Abb. 9 ist das

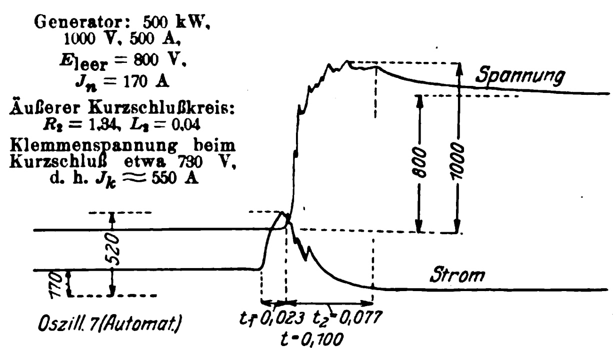


Abb. 9. Oszillogramm einer Kurzschlußabschaltung mittels Selbstschalter.

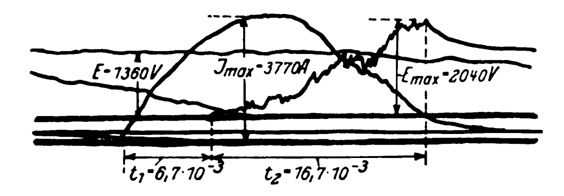
Oszillogramm eines Abschaltvorgangs gezeigt, bei welchem der Kurzschluß mittels eines solchen Selbstschalters abgeschaltet wurde. Es sind bei diesem Versuch, zwecks Bestätigung der vorhergehenden Rechnungen, Selbstinduktion und Widerstand des kurzgeschlossenen Kreises so gewählt worden, daß die elektrische Zeitkonstante des Stromkreises etwa $T = 0{,}03$ s beträgt, d. h. der Charakter des Stromanstieges einem Kurzschluß auf eingleisiger Strecke (Oberleitung) entspricht. Die Kontakte trennen sich hier bereits nach 0,023 s. Das Strommaximum tritt ebenfalls in etwa 0,023 s nach Einsetzen des Kurzschlusses auf.

3. Selbsttätige Schnellschalter.

Als solche werden gewöhnlich Selbstschalter bezeichnet, deren Gesamtauschaltzeit nicht wie bei gewöhnlichen Selbstschaltern 0,10 ... 0,15 s, sondern etwa 0,012 bis 0,020 s beträgt. Die beschleunigte Abschaltung wird hauptsächlich durch die Kombination von zwei Spulen erzielt. Der Kontakthebel wird hier gewöhnlich von einem Magneten gehalten, der von zwei einander entgegenwirkenden Spulen erregt wird, einer im Normalbetrieb überwiegenden, von einem Hilfstrom gespeisten, und einer vom Hauptstrom gespeisten. Bei Kurzschlüssen überwiegt das Feld der Hauptstromspule. Der Anker des Magneten wird von einer starken Feder abgezogen.

Die mechanische Abschaltzeit beträgt etwa 0,006 bis 0,010 s, die Brenndauer des Lichtbogens infolge der

kräftigen Funkenlöschung (starkes Blasfeld, Unterteilung des Lichtbogens), nur etwa 0,004 ... 0,010 s, wobei der Schalter meist um so schneller schaltet, je größer das Verhältnis J_k/J_a ist, d. h. je schwerer der Kurzschluß ist oder je niedriger J_a eingestellt ist. Die beim schnellen Abschalten großer Überströme auftretenden Überspannungen an der Abschaltstelle werden hier durch das bekannte Mittel, den Parallelwiderstand, unschädlich gemacht. Die Vorteile des schnellen Schaltens werden aber durch hohes Gewicht des Selbstschalters erkauft; während ein gewöhnlicher Selbstschalter etwa 15 ... 40 kg wiegt, beträgt das Gewicht von Lokomotiv-Schnellschaltern bis zu 400 kg.



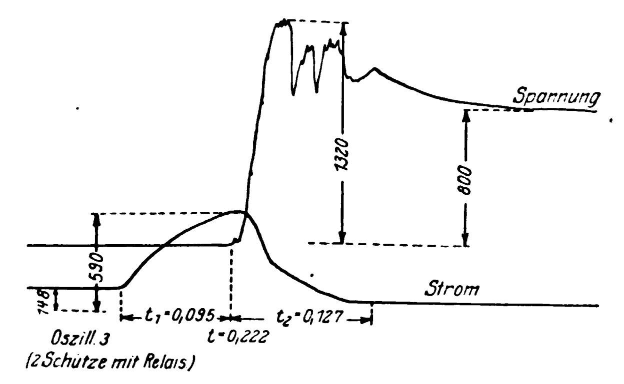
Einankerumformer, 2×375 kW, 2×800 V, 470 A
E_{leer} = 1360 V, J_k = 14 400 A, $T \approx 0{,}03$ s

Abb. 10. Abschaltung mittels Schnellschalter.

In Abb. 10 ist die oszillographische Aufnahme des Abschaltens eines Kurzschlusses mittels Schnellschalters gegeben.

4. Schütze, betätigt durch Überlastrelais.

Wie beim Überlastschutz, kann man auch beim Kurzschlußschutz die gesamte Abschaltarbeit den Hauptschützen übertragen, die hierfür besonders bemessen sein müssen. Die gesamte Abschaltzeit ist hier groß und beträgt je nach Spannung und Konstruktion der Schütze etwa 0,20 ... 0,30 s, wobei das Strommaximum in etwa 0,10 bis 0,15 s auftritt. Diese Art des Schutzes ermöglicht es, ohne zusätzliches Gewicht auszukommen. In Abb. 11 ist



Generator: 500 kW, 1000 V, 500 A
E = 800 V, J_n = 148 A
Äußerer Kurzschlußkreis: R_1 = 1,00 Ω, L_1 = 0,150 H, T_1 = 0,150 s
Klemmenspannung beim Kurzschluß etwa 700 V, d. h. $J_k \approx 700$ A

Abb. 11. Abschaltung durch zwei in Reihe geschaltete, durch Überlastrelais betätigte Schütze.

der Abschaltvorgang bei zwei in Reihe geschalteten elektromagnetischen Schützen, betätigt durch Überlastrelais, gezeigt. Die Zeitkonstante des Stromkreises entspricht den Verhältnissen auf einer doppelgleisigen Strecke (Oberleitung).

5. Abschalten durch Unterwerk- oder Strecken-Selbstschalter.

Die Unterwerksmaschinen erhalten gewöhnlich als Überstromschutz selbsttätige Schnellschalter, die nach demselben Prinzip wie die Lokomotiv-Schnellselbstschalter arbeiten, d. h. eine mechanische Abschaltzeit von etwa 0,008 ... 0,010 s und eine Lichtbogendauer von etwa 0,004 bis 0,010 s aufweisen. Auch in die Strecke können solche Schnellschalter eingebaut werden. In beiden Fällen hätte man damit zu rechnen, daß ein Kurzschluß in einer Lokomotive einen ganzen Streckenabschnitt stromlos macht.

IV. Die Zusammenarbeit des Lokomotivschutzes mit dem Unterwerkschutz.

Ein Kurzschluß in der Lokomotive bedeutet für das speisende Unterwerk eine starke plötzliche Überlastung, die im Falle des Kurzschlusses in unmittelbarer Nähe des Unterwerks einem Klemmenkurzschluß der Unterwerksmaschine gleichkommen kann. Das Maß der Überlastung eines Unterwerks ist durch $\frac{J_k}{J_n}$ gegeben, wo J_n der Normalstrom der Unterwerksmaschine, $\frac{N \cdot 1000}{e}$, ist. J_{k_l} ist der von einem Unterwerk gelieferte Kurzschlußstrom. Wir haben somit: $\frac{J_{k_l}}{J_n} = J_k \frac{e}{N \cdot 1000}$. In Abb. 12 sind Kurven $\frac{J_{k_l}}{J_n} = f(l)$ eingetragen, die aus den Kurven der Abb. 7 abgeleitet sind. Es sind hierbei Leistungen der Unterwerksmaschinen von $N = 500$ („Kleine Leistung") und $N = 2000$ („Große Leistung") angenommen worden. Die Kurven der Abb. 12 gelten sowohl für einseitige wie

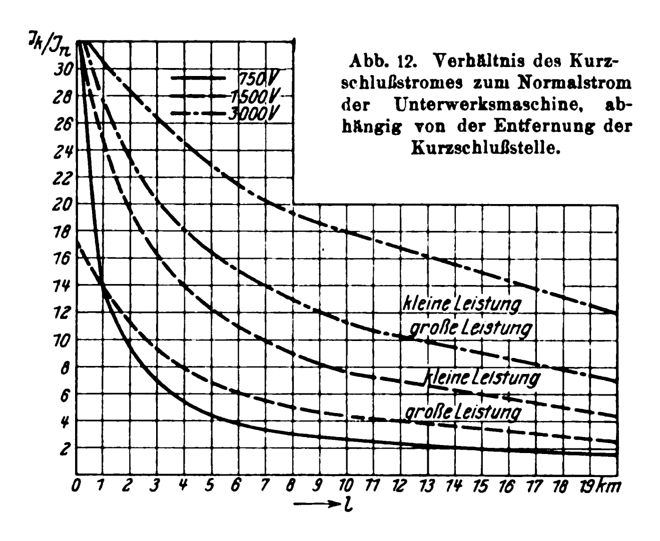


Abb. 12. Verhältnis des Kurzschlußstromes zum Normalstrom der Unterwerksmaschine, abhängig von der Entfernung der Kurzschlußstelle.

auch für zweiseitige Speisung der Strecke, da ja für die Unterwerke nur die Ströme J_k und J_n eines Unterwerks von Interesse sind.

Der Schalter des Unterwerks wird nicht bei jedem $\frac{J_{k_l}}{J_n}$ ansprechen; er wird vielmehr nur dann in Tätigkeit treten, wenn der Strom den Auslösestrom des Unterwerkschalters erreicht. Der Auslösestrom J_a des Unterwerkschalters beträgt ein Mehrfaches von J_n. Wir bezeichnen $J_a = \beta J_n$. Es entsteht nun die Frage, wie die Schaltarbeit zwischen Unterwerkschalter und Lokomotivschalter aufgeteilt wird, d. h. welche Kurzschlüsse werden vom Lokomotivschalter und welche vom Unterwerkschalter abgeschaltet? Das Ansprechen des Unterwerkschalters erfolgt erst dann, wenn der vom Unterwerk zur Kurzschlußstelle fließende Strom den Wert $J_a = \beta J_n$ erreicht. Wenn der Lokomotivschalter nicht arbeiten würde, würde der Kurzschlußstrom in der Lokomotive den Wert J_{k_l} (bei einseitiger Speisung) bzw. J_{k_2} (bei zweiseitiger Speisung) erreichen. Der Lokomotivschalter verhindert jedoch das Anwachsen des Stromes bis zu diesem Wert. Je nach der Geschwindigkeit des Abschaltens erreicht der Strom nur einen Wert von $J_{max} = \alpha J_{k_l}$ bzw. αJ_{k_2}, wo $\alpha < 1$ ist. Der von einem Unterwerk zur Lokomotive fließende Strom kann sich in diesem Falle ebenfalls nicht bis zum stationären Wert ausbilden; er wird vielmehr auch nach Erreichen des Wertes αJ_k abgeschaltet. Die Grenzwerte der Kurzschlußströme, die gerade noch vom Unterwerkschalter abgeschaltet werden, ergeben sich demnach aus der Gleichung $J_a = \beta J_n = \alpha J_k$

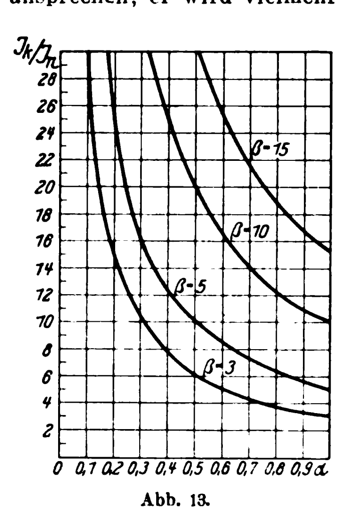


Abb. 13.

Hieraus: $\frac{J_{k_l}}{J_n} = \frac{\beta}{\alpha}$. In Abb. 13 ist die Abhängigkeit $\frac{J_{k_l}}{J_n}$ von α für einige Werte von β dargestellt.

Anderseits hatten wir in Abb. 6 die Abhängigkeit α von der Schaltgeschwindigkeit (t_1) des Lokomotivschalters für zwei verschiedene Werte der elektrischen Zeitkonstante des Kurzschlußstromkreises. Abb. 6 und 13 geben somit eine Antwort auf die oben gestellte Frage über die Zusammenarbeit der Schutzapparate. Wenn z. B. die mechanische Abschaltzeit eines Lokomotiv-Selbstschalters $t_1 = 0{,}025$ s beträgt, die elektrische Zeitkonstante der Anlage zu $T = 0{,}05$ s geschätzt werden kann, so zeigt Abb. 6, daß der Höchstwert des Kurzschlußstromes $J_{max} = \alpha J_k = 0{,}42 J_k$ betragen würde. Wenn der Unterwerkschalter bei fünffacher Überlast anspricht, d. h. $\beta = 5$ ist, so ist für $\alpha = 0{,}42$ laut Abb. 13 $\frac{J_{k_l}}{J_n} = 12$. An Hand der Abb. 12 und 8 können wir dieses Beispiel auch noch weiter verfolgen. Nämlich aus Abb. 12 für 1500 V-Bahnen, Unterwerk kleiner Leistung (etwa 500 kW) ergibt sich bei $\frac{J_{k_l}}{J_n} = 12$ die Länge $l = 5$ km, d. h. alle Kurzschlüsse, die im Bereiche 0 ... 5 km vom Unterwerk stattfinden, werden vom Unterwerkschalter abgeschaltet; die entfernteren Kurzschlüsse vom Lokomotiv-Selbstschalter. (Bei Versagen des Lokomotiv-Selbstschalters würde der Überlastungschutz des Unterwerks ansprechen.) Weiter finden wir aus Abb. 8, daß bei einseitiger Speisung der stationäre Kurzschlußstrom der Lokomotive im vorliegenden Fall entsprechend $l = 5$ km $J_k = 3000$ A wäre, bei zweiseitiger Speisung $J_k = 4200$ A.

In Abb. 14 sind die Kurven 6, 8, 12 und 13 vereint und die Benutzung dieser an einigen Beispielen gezeigt. Für die Beispiele sind angenommen worden: Unterwerkschalter auf $\beta = 5$ eingestellt, elektrische Zeitkonstante der Anlage $T = 0{,}08$ s.

Beispiel 1: Ein Lokomotivschalter mit $t_1 = 0{,}010$ s (Schnellschalter). Bei $\beta = 5$ würde bei allen Kurzschlüssen immer der Lokomotivschnellschalter ansprechen, der Lokomotivschalter würde immer dem Unterwerkschalter zuvorkommen. (Abb. 14 links unten und oben.)

Beispiel 2: Ein Lokomotivschalter mit $t_1 = 0{,}045$ s (Selbstschalter). Hier könnte der Unterwerkschalter nur bei $\frac{J_k}{J_n} = 12{,}5$ ansprechen. Der Arbeitsbereich des Unterwerkschutzes erstreckt sich hier bei

3000	V. Bahn	kl. Leistung	auf	18 km
3000	" "	gr. "	"	8 "
1500	" "	kl. "	"	5 "
1500	" "	gr. "	"	2 "
750	" "	" "	"	1 "

Es würden somit auf 750 V-Bahnen und 1500 V-Bahnen mit Unterwerken großer Leistung alle Lokomotivkurzschlüsse vom Lokomotiv-Selbstschalter abgeschaltet werden, und nur die Kurzschlüsse in unmittelbarer Nähe des Unterwerks würden zu einem Ansprechen des Unterwerkschalters führen, d. h. die Strecke stromlos machen.

Auf 3000 V- und auch auf 1500 V-Bahnen mit Unterwerken geringer Leistung würden hingegen fast alle Kurzschlüsse vom Unterwerkschalter abgeschaltet werden, da die Schaltgeschwindigkeit des Lokomotiv-Selbstschalters zu gering wäre.

Der Abb. 14 können wir auch noch die Werte der stationären Kurzschlußströme entnehmen. Für Beispiel 2, 1500 V, große Leistung, zweiseitige Speisung, hätten wir z. B. $J_k = 17\,000$ A. Bei $t_1 = 0{,}045$ s war $\alpha = 0{,}42$, d. h. der Höchstwert des in der Lokomotive auftretenden Kurzschlußstromes würde $J_{max} = 0{,}42 \cdot 17\,000 = 7140$ A betragen.

Beispiel 3: $t_1 = 0{,}09$ s (Schütze mit Überlastrelais). Bei $T = 0{,}08$ s haben wir laut Abb. 14 $\alpha = 0{,}73$ und für $\beta = 5$: $\frac{J_k}{J_n} = 7$.

Der Arbeitsbereich des Unterwerkschalters wäre hier:

3000	V. Bahn.	kl. Leistung	∞	
3000	" "	gr. "	17,5	km
1500	" "	kl. "	12	"
1500	" "	gr. "	5	"
750	" "	" "	3	"

Der Arbeitsbereich des Unterwerkschalters ist hier bereits größer, d. h. bei den meisten Kurzschlüssen würde der Lokomotiv-Kurzschlußschutz überhaupt nicht zum Ansprechen kommen, das Abschalten würde vom Unterwerk besorgt werden, wobei freilich die Strecke stromlos gelegt werden müßte. Nur für 750 V-Bahnen ist der Arbeitsbereich des Lokomotivschutzes ein befriedigender.

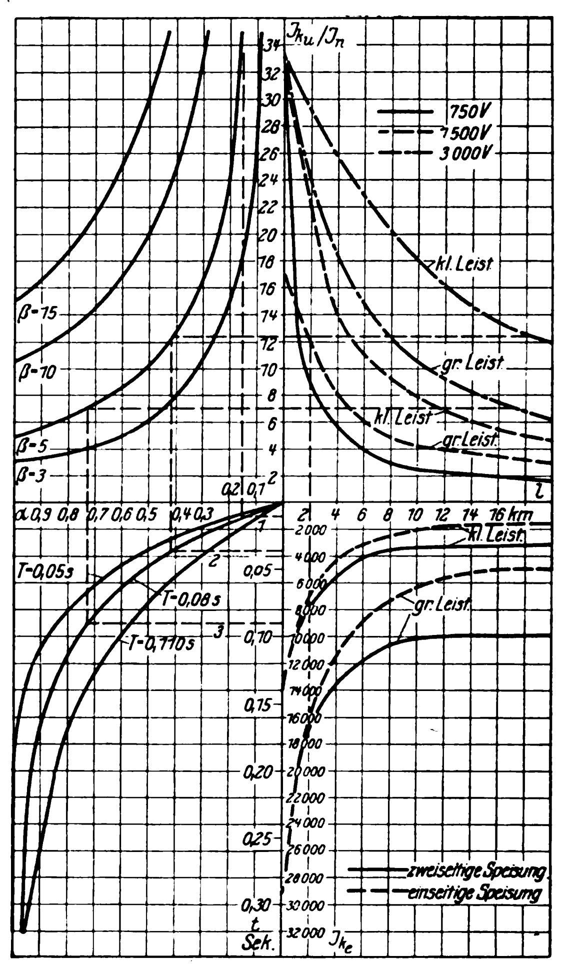


Abb. 14. **Kurven zur Bestimmung der Verteilung der Schalterauslösungen auf Lokomotive und Unterwerk.**

Aus diesen Beispielen ersieht man, daß für 3000 V-Bahnen schnellwirkender Schutz zwecks Vermeidung des Abschaltens der ganzen Strecke unbedingt erforderlich ist, während bei 750 V-Bahnen in den meisten Fällen sogar Schütze mit Überlastrelais eine vollkommen genügende Schaltgeschwindigkeit besitzen. Für 1500 V-Bahnen wären Schütze und Überlastrelais meist ein zu langsam wirkender Schutz, während anderseits die hohe Schaltgeschwindigkeit eines Schnellselbstschalters nicht immer erforderlich ist und höchstens bei Bahnen mit Unterwerken kleiner Leistung (etwa 500 kW) erwünscht wäre. In den übrigen Fällen würde die Schaltgeschwindigkeit von $t_1 =$ etwa 0,04 ... 0,05 s eines Selbstschalters genügen und nur in den seltensten Fällen zur Lahmlegung des Betriebes auf dem entsprechenden Streckenabschnitt führen.

An Hand der Abb. 14 können sowohl Arbeitsbereich des Lokomotivschutzes als auch die zu erwartenden Höchstwerte des Kurzschlußstromes für beliebige Sonderfälle bestimmt werden, nachdem folgende Werte geschätzt oder errechnet worden sind:

1. Elektrische Zeitkonstante des Stromkreises,
2. Verhältnis $\frac{\text{Auslösestrom}}{\text{Normalstrom}}$ der Unterwerkmaschinen,
3. Schaltgeschwindigkeit des Lokomotivschalters.

Fortschritte im Bau kompensierter Motoren.

Von L. **Hartwagner,** Dresden.

Übersicht. Es wird die Entwicklung des läufergespeisten kompensierten Motors für größere Leistungen geschildert. Sie wurde ermöglicht durch die Anwendung wenig gebräuchlicher Kommutatorwicklungen. An Hand der Spannungsformeln wird die Brauchbarkeit dieser Wicklungen nachgewiesen. Die Bedingungen für eine gute Kommutierung werden an Hand von Erfahrungswerten besprochen. Schließlich wird der mechanische Aufbau des Läufers für Motoren kleiner und größter Leistungen erörtert.

Wenn auch zur Zeit der cos φ-Tagung 1921 schon eine große Anzahl Mittel zur Phasenkompensation bekannt war, so schien doch im Bereich der kleineren und mittleren Motorleistungen die Kompensationsfrage nicht restlos gelöst zu sein. In den darauffolgenden Jahren setzte daher auch eine rege Erfindungstätigkeit auf diesem Gebiete ein. Besonderes Interesse erweckten seinerzeit die Lösungen des Kompensationsproblems, bei denen die Erzeugung des Blindstroms im Motor selbst erfolgte, die sogenannten kompensierten Drehstrommotoren. Solche Motoren hatten zwar schon Heyland, Blondel und Osnos in den Jahren 1901 und 1902 angegeben und zum Teil auch ausgeführt. Sie vermochten sich aber nicht in der Praxis einzubürgern und waren schon nahezu in Vergessenheit geraten. Die neueren Ausführungen kompensierter Drehstrommotoren stellten im wesentlichen eine Weiterentwicklung auf diesen Grundlagen dar. Es ist verständlich, daß man nun, nachdem die Kompensation mit so einfachen Mitteln im Motor selbst möglich war, über das Ziel hinausschoß und die Kompensation kleinster Motorleistungen forderte. Heute besteht kaum eine Meinungsverschiedenheit, daß der wirtschaftliche Gesichtspunkt der maßgebende ist und daß die Zusammenfassung kleinerer oder größerer Gruppen von Motoren zur gemeinsamen Kompensation in der Regel die wirtschaftlich beste Lösung der Kompensation von Anschlußanlagen ist. Für diese Art der Phasenverbesserung hat sich aber gerade der kompensierte Motor, der gleichzeitig Blind- und Wirkleistung abgeben kann, als recht brauchbar erwiesen.

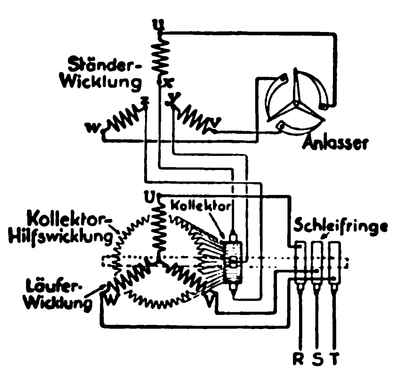
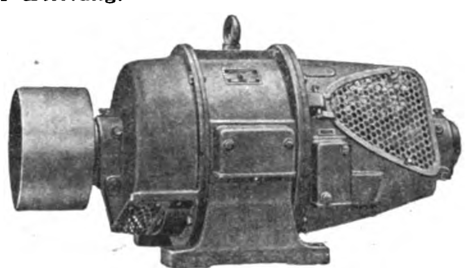


Abb. 1. Schaltung des läufergespeisten kompensierten Motors Type KD.

Die folgenden Ausführungen sollen sich mit der Entwicklung des vom Sachsenwerk gebauten kompensierten Motors — in der Folge KD-Motor genannt —, der zuerst 1923 auf den Markt gebracht wurde[1], befassen. Dem KD-Motor liegt die bekannte Schaltung nach Abb. 1 zugrunde.

Der Motor besitzt Läuferspeisung. Die Kompensationsspannung wird durch eine zweite auf dem Läufer befindliche, transformatorisch mit der Primärwicklung verkettete Kommutatorwicklung erzeugt. Kompensationswicklung, Ständerwicklung und Anlaßwiderstand liegen in Reihe. Der KD-Motor wurde zunächst für kleine Leistungen entwickelt. Die untere Leistungsgrenze verschob sich aber bald wegen der erheblichen Mehrkosten im Vergleich zum normalen Drehstrommotor, die eine Kompensation kleiner Leistungen meist unwirtschaftlich machten. Anderseits zeigte sich aber auch, daß es möglich war, die obere Leistungsgrenze sowohl mit Rücksicht auf die Ausführbarkeit an sich als auch auf eine wirtschaftliche Fertigung, ganz wesentlich zu steigern und so den gesamten Leistungsbereich dieser Maschinengattung erheblich zu erweitern. Heute können Leistungen bis zu 1000 kW sicher beherrscht werden. Die Leistungen von 4 bis etwa 250 kW werden bereits seit Jahren listenmäßig hergestellt. Es war besonders wertvoll, daß sich die KD-Motortype aus der normalen Drehstrommotortype entwickeln ließ und daß die Unterbringung der Kompensationswicklung wegen ihres geringen Platzbedarfs keine oder nur geringe Herabsetzung der Typenleistung der normalen Drehstrommotoren bedingte. Es konnten daher auch die gleichen Modelle verwendet werden mit Ausnahme des kommutatorseitigen Lagerschildes, das einen längeren Ausbau zeigt. Abb. 2 zeigt einen listenmäßigen Motor mittlerer Leistung.


Abb. 2. KD-Motor für 30 kW, 1500 U/min, 50 Hz.

Der Übergang zu immer größeren Leistungen bot anfänglich einige Schwierigkeiten, die durch die bisher gebräuchlichen Mittel nicht zu beheben waren. In nachstehendem soll gezeigt werden, wie diese Leistungssteigerungen erreicht wurden. Da die theoretischen Grundlagen als bekannt vorausgesetzt werden dürfen[2], soll hier nur soweit als notwendig darauf eingegangen werden.

Die Schwierigkeiten der Leistungssteigerung liegen nicht, wie man vielleicht annehmen möchte, in der Erzielung einer einwandfreien Kommutierung an sich. Diese kann stets günstig gestaltet werden, da die Kommutatorleistung nur einen Bruchteil der Motorleistung beträgt. Erschwerend ist vielmehr in erster Linie der mit steigender Polleistung wachsende Kraftfluß und sein Mißverhältnis zu der geringen Leistung der Kompensationswicklung. Diese geringe Leistung muß zudem mit einer relativ niedrigen Spannung erzeugt werden, da die Kompensationspannung nur einige Prozent der sekundären Stillstandspannung beträgt und diese ihrerseits wieder durch die Ausführbarkeit der sekundären Ständerwicklung und des Anlassers in ihrer Höhe begrenzt ist. Es besteht demnach die Aufgabe, mit einem verhältnismäßig großen Kraftfluß eine kleine Kompensationspannung zu erzeugen. Hand in Hand geht damit die Bedingung, daß der zeitliche Höchstwert der transformatorischen Spannung zwischen zwei durch die Bürsten kurzgeschlossenen Lamellen einen bestimmten Betrag nicht überschreiten darf, um eine Funkenbildung zu vermeiden.

Schon bei kleineren Leistungen, bei denen man an sich wegen der besseren Kommutation der einfachen Schleifenwicklung nach Abb. 3 den Vorzug gibt, gelangt man sehr bald auf die kleinstmögliche Zahl von einer Windung auf die Lamelle. Bei weiterer Steigerung des Kraftflusses kann man sich in der Weise helfen, daß man nur einen Teil des gesamten Flusses zur Erzeugung der Kompensationspannung benutzt, indem man das bekannte Mittel der Schrittverkürzung anwendet. Es ist technisch möglich, hierbei bis zu dem äußersten Wert der Schrittverkürzung von nur einer Nutteilung zu gehen, da die hierdurch stark verringerte Ausnutzung der Wicklung keine Rolle spielt[3]. Wie später noch näher begründet werden soll, ist es jedoch zweckmäßiger, andere Mittel zu verwenden. Ein solches ist die zweifache Schleifenwicklung ($a = 2p$) nach Abb. 4. Die zwei getrennten Wicklungszweige sind mit Verbindungen nach Punga zu versehen. Diese bezwecken, die richtige Potentialdifferenz zwischen zwei nebeneinanderliegenden Lamellen der verschiedenen Wicklungsteile herzustellen. Es genügen im allgemeinen drei Verbindungen, die durch das Läuferinnere geführt werden. Schrittverkürzungen sind bei dieser Wicklung praktisch nicht gut durchführbar, weil der Anschluß der Ausgleichsverbindungen nicht in einfacher Weise möglich ist. Auch

[1] S. a. Mitt. V. El. W. Bd. 22, S. 314.

[2] Vgl. Schmitz, Das Kreisdiagramm des Asynchronmotors mit Phasenschieber. El. u. Maschinenb. Bd. 41, S. 745. — E. Siegel und J. Labus, Der kompensierte Asynchronmotor, I. u. II. Teil. El. u. Maschinenb. Bd. 43, H. 46 u. 52.

[3] Vgl. Weiler, Ein Asynchronmotor ohne Blindverbrauch. Sonderheft der ETZ, Frühjahrsmesse 1924, S. 8.

die Verwendung mehrfacher Schleifenwicklung stößt auf technische Schwierigkeiten.

Damit erschienen die technisch brauchbaren Mittel erschöpft, die bezweckten, entweder durch Verwendung eines Teils des Kraftflusses oder durch Parallelschaltung von Wicklungsteilen die geringe Kompensationspannung mit hohem Kraftfluß in Einklang zu bringen. Nach dem Vorschlag von Prof. Richter, Karlsruhe, wurde die Verwendung der wenig bekannten offenen Wicklungen in Erwägung gezogen. Sie erweisen sich gerade für die größeren Polleistungen recht brauchbar, da auch bei hohem Kraftfluß infolge der wenigen in Serie geschalteten Leiter eine niedrige Kompensationspannung erzeugt werden konnte. Abb. 5, 6, 7 und 8 zeigen einige verschiedene Möglichkeiten der Ausführung offener Wicklungen. Bei allen diesen Wicklungen sind die einzelnen Windungen einerseits mit den Kommutatorlamellen, anderseits mit einem gemeinsamen Kurzschlußring verbunden. Abb. 5 zeigt eine Wicklung mit einer Windung zwischen Lamelle und Nullpunkt, die mit vollem oder verkürztem Schritt ausgeführt sein kann. Die Kompensationspannung (Phasenspannung) wird hier durch eine einzige Windung erzeugt. Während hier nur ein Leiter in jeder Nut liegt, zeigt Abb. 6 eine ähnliche Wicklung mit zwei Leitern je Nut. Um hier die gleiche Potentialdifferenz zwischen zwei Lamellen zu erzielen, ist eine Staffelung (Treppenwicklung) notwendig. Bei der offenen Einstabwicklung nach Abb. 7 liegt nur ein Leiter in der Nut, der auf der einen Ankerseite mit dem Kommutator, auf der anderen mit dem Kurzschlußring verbunden ist. Die ganze Phasenspannung wird also hier bei vollem Kraftfluß nur durch einen Leiter erzeugt.

Benutzt man nur einen Teil des Kraftflusses nach Abb. 8, so läßt sich theoretisch mit einem beliebig hohen Fluß eine beliebig niedrige Kompensationspannung erzeugen.

Um zu zeigen, daß es möglich ist, mit dieser Auswahl von Kommutatorwicklungen den gesamten Leistungsbereich der KD-Motoren lückenlos zu beherrschen, soll zunächst kurz auf die Berechnung der Lamellenspannung und Kompensationspannung eingegangen werden.

Es bezeichnen:

- e_t transformatorische Spannung zwischen zwei benachbarten Lamellen (Effektivwert);
- e_k Spannung zwischen zwei Bürstenbolzen = Kompensationspannung;
- k' Lamellenzahl pro Pol;
- w Windungszahl pro Lamelle (Schleifenwicklung);
- w' Windungszahl zwischen Lamelle und Nullpunkt (offene Wicklung);
- α Winkel (elektrisch) zwischen zwei Spulenseiten (Schrittwinkel);
- β Winkel (elektrisch) zwischen den Seiten einer an eine Lamelle angeschlossenen Spule (offene Wicklung);
- Φ Kraftfluß pro Pol;
- p Polpaarzahl;
- a halbe Zahl der parallelen Stromzweige;
- f Frequenz.

Unter Annahme geringer Eisensättigung und eines sinusförmigen Verlaufs der Feldkurve gelten folgende Ableitungen[4].

a) Schleifenwicklung (Abb. 3 und 4).

$$e_t = \sqrt{2}\,\pi f w \Phi 10^{-8} \frac{p}{a} \sin\frac{\alpha}{2}$$

$$e_k = \frac{\sqrt{3}}{\pi} k' e_t = \sqrt{3}\,\sqrt{2} f k' w \Phi 10^{-8} \frac{p}{a} \sin\frac{\alpha}{2}.$$

[4] Vgl. R. Rüdenberg, Die Bemessung von Drehstrom-Kollektormotoren. ETZ 1925, S. 265.

Für die einfache Schleife (Abb. 3), unter Annahme von $w = 1$, $f = 50$ Hz, lauten die Formeln:

$$e_t = 2{,}22\,\Phi\,10^{-6} \sin\frac{\alpha}{2},$$

$$e_k = 1{,}224\,k'\,\Phi\,10^{-6} \sin\frac{\alpha}{2}.$$

Unter gleichen Annahmen und für vollen Wicklungschritt, also $\alpha = 180°$ elektr., ergibt sich für die zweifache Schleife (Abb. 4):

$$e_t = 1{,}11\,\Phi\,10^{-6}; \qquad e_k = 0{,}612\,k'\,\Phi\,10^{-6}.$$

Aus diesen Formeln ist zu entnehmen, daß die transformatorische Lamellenspannung von dem die Spule durchsetzenden Kraftfluß abhängig ist und mit dem Sinus des halben Schrittwinkels abnimmt. Die Kompensationspannung ist proportional der Lamellenzahl, dem Kraftfluß und dem Sinus des halben Schrittwinkels.

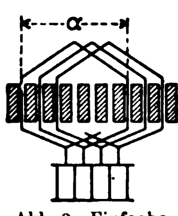


Abb. 3. Einfache Schleifenwicklung.

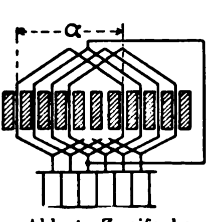


Abb. 4. Zweifache Schleifenwicklung.

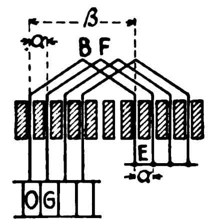


Abb. 5. Offene Einschleifenwicklung.

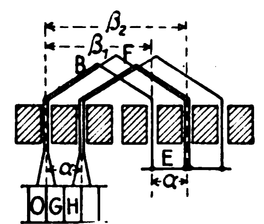


Abb. 6. Offene Einschleifentreppenwicklung.

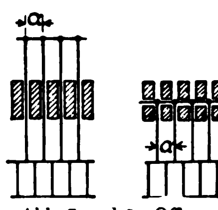


Abb. 7 und 8. Offene Einstabwicklungen.

b) Die Spannungen für die offenen Wicklungen nach Abb. 5, 6, 7 und 8 können in ähnlicher Weise abgeleitet werden.

Das Spannungsdiagramm für eine Wicklung nach Abb. 5 ist in Abb. 9 entwickelt. Die Spannung einer Windung mit vollem Schritt ist AB, die eines Einzelleiters OB. Der Schrittwinkel zwischen zwei an nebeneinanderliegende Lamellen führende Spulenseiten ist $\alpha = BOD$, der Winkel zwischen den Seiten derselben Windung $BOC = \beta$. Der Spannungsverlauf von einer Lamelle zur nächsten wird dann durch den Linienzug $OBEFG$ (Abb. 5 und 9) dargestellt. An die Spannung der ersten Spulenseite OB schließt sich die gleiche Spannung BE unter dem Winkel β an, hierauf EF unter Winkel α, dann FG unter Winkel α gegen OB, also parallel OD. Die resultierende Lamellenspannung ist dann OG. Im Dreieck FDB ist, da OBD und EBF kongruente Dreiecke sind, $FB = BD$ und Winkel $FBD = \beta$. Somit ist $DF = 2 \cdot BD \sin\frac{\beta}{2} = OG$. Da ferner $BD = AB \sin\frac{\alpha}{2}$, so ist

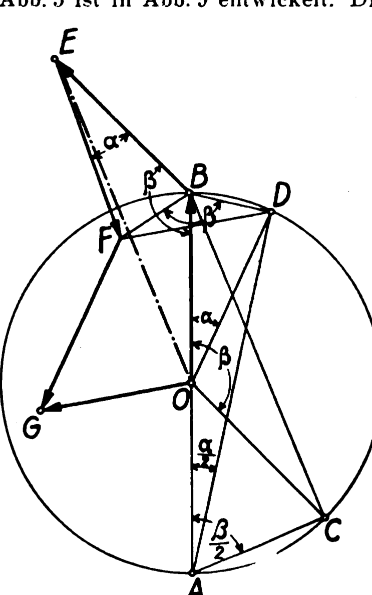


Abb. 9. Spannungsdiagramm für offene Einschleifenwicklung nach Abb. 5.

$$e_t = OG = 2\,AB \sin\frac{\alpha}{2} \sin\frac{\beta}{2}.$$

Die allgemeine Formel lautet:

$$e_t = 2\sqrt{2}\,\pi f w' \Phi 10^{-8} \sin\frac{\alpha}{2} \sin\frac{\beta}{2},$$

wobei w' = Windungszahl zwischen Lamelle und Nullpunkt. Die Kompensationspannung ergibt sich ebenfalls aus Abb. 5 bzw. 9 als Phasenspannung $OE = BC = AB \sin\frac{\beta}{2}$, somit ist

$$e_{k\,ph} = \sqrt{2}\,\pi f w' \Phi 10^{-8} \sin\frac{\beta}{2}.$$

Die Kompensationspannung zwischen zwei Bürstenbolzen ist dann

$$e_k = \sqrt{3}\,.\sqrt{2}\,\pi\, f\, w'\, \Phi\, 10^{-8} \sin \frac{\beta}{2}\,.$$

Nimmt man für die offene Einschleifenwicklung nach Abb. 5 $\beta = 180°$ el. an sowie $f = 50$, so ist

$$e_t = 4{,}44\,\Phi\, 10^{-6} \sin \frac{\alpha}{2}\,.$$

Da α hier auch der Winkel zwischen zwei Lamellen ist, so ist

$$\frac{\alpha}{2} = \frac{90°}{k'} \text{ und } e_t = 4{,}44\,\Phi\, 10^{-6} \sin \frac{90°}{k'}\,.$$

Die Kompensationspannung ist

$$e_k = 3{,}84\,\Phi\, 10^{-6}\,.$$

Bei der offenen Einschleifentreppenwicklung nach Abb. 6 ist die Lamellenspannung durch die Spannung *BF* definiert, da sich die Spannungen *OB* und *FG* als richtungsgleich und entgegengesetzt aufheben. Es ist daher

$$e_t = \sqrt{2}\,\pi\, f\, w'\, \Phi\, 10^{-8} \sin \frac{\alpha}{2}\,.$$

Derselbe Wert ergibt sich hier auch für die Lamellenspannung *GH*. Setzt man $w = 1$ und $f = 50$, so ist

$$e_t = 2{,}22\,\Phi\, 10^{-6} \sin \frac{\alpha}{2}\,.$$

Da hier die Lamellenzahl doppelt so groß als die Nutzahl ist, so ist hier $\frac{\alpha}{2} = \frac{180°}{k'}$ zu setzen, somit

$$e_t = 2{,}22\,\Phi\, 10^{-6} \sin \frac{180°}{k'}\,.$$

Für die Kompensationsphasenspannung ergeben sich zwei etwas verschiedene Werte. Sie ist

$$\text{für Lamelle } O = \sqrt{2}\,\pi\, f\, w'\, \Phi\, 10^{-8} \sin \frac{\beta_1}{2}\,,$$

$$\text{„} \quad \text{„} \quad G = \sqrt{2}\,\pi\, f\, w'\, \Phi\, 10^{-8} \sin \frac{\beta_2}{2}\,.$$

Wegen der geringen Differenz einer Nutteilung kann jedoch im allgemeinen mit einem mittleren Winkel β gerechnet werden.

Für $\beta = 180°$, $f = 50$, ist somit

$$e_k = 3{,}84\,\Phi\, 10^{-6}\,.$$

Die beiden Wicklungen Abb. 5 und 6 geben daher bei gleicher Lamellenzahl praktisch dieselben Werte. Die zweite Wicklung hat aber den Vorteil, daß man mit der halben Nutzahl auskommt.

Für die offene Einstabwicklung (Abb. 7) ist $w' = \frac{1}{2}$ zu setzen. Bei $f = 50$ ist dann

$$e_t = 2{,}22\,\Phi\, 10^{-6} \sin \frac{\alpha}{2}$$

oder

$$e_t = 2{,}22\,\Phi\, 10^{-6} \sin \frac{90°}{k'}\,.$$

Ferner ist

$$e_k = 1{,}92\,\Phi\, 10^{-6}\,.$$

Bei der Wicklung nach Abb. 8 ist der entsprechende Teilkraftfluß einzusetzen.

Die Beurteilung, für welche Höchstwerte des Kraftflusses bzw. für welche Motorleistungen die verschiedenen Wicklungsarten zweckmäßig zu verwenden sind, kann in erster Linie nach dem Maximalwert der Lamellenspannung erfolgen, der noch eine einwandfreie Kommutierung gewährleistet. Nach zahlreichen Ausführungen kann der zeitliche Höchstwert der Lamellenspannung für Schleifenwicklung zu 2,8 V als höchst zulässig angenommen werden. Bei sinusförmiger Spannungskurve soll daher der Effektivwert der Lamellenspannung $e_t = 2$ V nicht überschreiten. Die Voraussetzungen einer annähernden sinusförmigen Spannungskurve sind aber im allgemeinen nicht gegeben, da die Feldkurve infolge der Eisensättigung in der Regel ziemlich abgeplattet ist. Diese Abplattung bewirkt bei Durchmesserwicklung und ganz geringer Schrittverkürzung auch eine Abplattung der Spannungskurve der Lamellenspannung, bei starken Schrittverkürzungen jedoch eine erhebliche Steigerung der Amplitude gegenüber dem Effektivwert. Im ersten Falle kann daher der Effektivwert höher, im zweiten muß er niedriger gewählt werden. Eine sehr starke Schrittverkürzung ist also ungünstig. In einfacher Weise kann die Wirkung durch einen Faktor ausgedrückt werden, der das Verhältnis des Sinuswertes zum tatsächlichen Wert des Feldes für den jeweiligen Schrittwinkel darstellt. In Abb. 10 sind die Sinuskurve und die

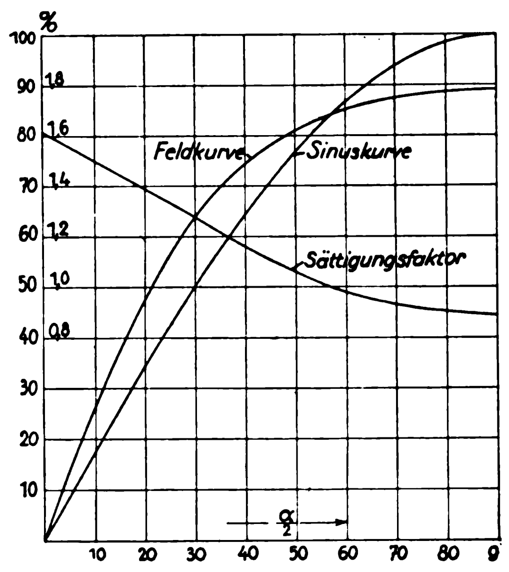


Abb. 10. Sättigungsfaktor, abhängig vom halben Schrittwinkel.

Feldkurve für den gleichen Kraftfluß einer normal gesättigten Maschine in Abhängigkeit von $\frac{\alpha}{2}$ eingezeichnet und hieraus die Kurve des Sättigungsfaktors ermittelt. Die zulässige Lamellenspannung für verschiedene Winkel $\frac{\alpha}{2}$ ergibt sich dann durch Division des Wertes von 2 V durch diesen Faktor. Die so ermittelte Kurve von e_t ist in Abb. 11 abhängig von $\frac{\alpha}{2}$ eingetragen. Sie gilt nur für Schleifenwicklungen. Für offene Wicklungen hat sich eine Reduktion der Lamellenspannung auf den Wert 0,8 V als notwendig erwiesen. Aus den vorher entwickelten Formeln für e_t ergeben sich dann für die verschiedenen Wicklungsarten die Höchstwerte des Kraftflusses, die in Abb. 11

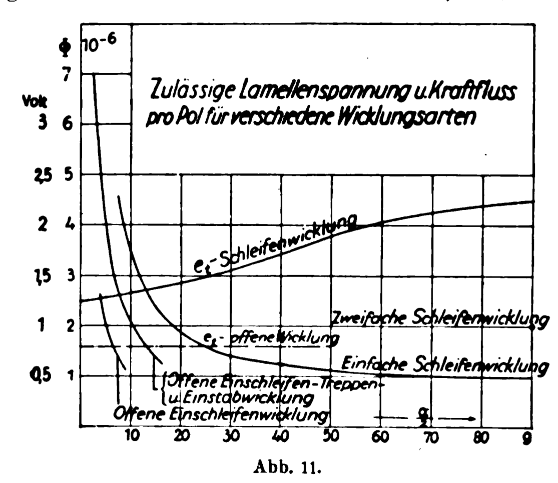


Abb. 11.

eingetragen sind. Die Kraftflußkurve für Schleifenwicklung gilt für $w = 1$. Die zweifache Schleifenwicklung ergibt nur einen Punkt für vollen Schritt. Für die offene Einschleifenwicklung ist voller Schritt, also $\beta = 180°$, angenommen. Alle Kurven gelten für $f = 50$ Hz. Eine gute Übersicht gibt Zahlentafel 1, die aus den Kurvenwerten von Abb. 11 gewonnen ist.

Sie zeigt, daß durch die getroffene Auswahl aus den verschiedenen Wicklungsarten sich alle Kraftflußwerte und damit alle Leistungswerte praktisch lückenlos beherrschen lassen. Die Höhe des Kraftflusses ist durch die Kommutation nicht begrenzt, da mit Hilfe der Wicklung nach Abb. 8 ein beliebig kleiner Teil zur Erzeugung der Kompensationspannung nutzbar gemacht werden kann.

Die Zahlentafel zeigt ferner, daß die offenen Wicklungen recht brauchbare Werte der Kompensationspannung ergeben.

Zahlentafel 1.

Wicklungsart	$\frac{\alpha^\circ}{2}$ el	Schritt %	Nuten p. Pol	Lamellen p. Pol	Kraftfluß p. Pol $\times 10^{-6}$	e_t Volt	e_k Volt
Einfache Schleifenwicklung	90	100			1,01	2,25	
	60	$66^2/_3$			1,05	2,02	
	45	50			1,15	1,8	
	30	$33^1/_3$			1,4	1,55	
	20	22,2			1,8	1,42	
Zweifache Schleifenwicklung	90	100			2,02	2,25	
Offene Einschleifenwicklung	5		18	18	2,06	0,8	7,9
	4,28		21	21	2,4	0,8	9,2
Offene Einschleifen-Treppenwicklung	10		9	18	2,07	0,8	8
	$7^1/_2$		12	24	2,76	0,8	10,6
	6		15	30	3,43	0,8	13,2
	5		18	36	4,13	0,8	15,9
Offene Einstabwicklung	5		18	18	4,13	0,8	7,9
	4,28		21	21	4,8	0,8	9,2
	$3^3/_4$		24	24	5,5	0,8	10,6
	$3^1/_3$		27	27	6,2	0,8	11,9
	3		30	30	6,9	0,8	13,2

Bei der Festlegung bestimmter Lamellenspannungen für eine einwandfreie Kommutierung wurde stillschweigend vorausgesetzt, daß auch die Reaktanzspannung gewisse Grenzen nicht überschreiten darf. Sie ist bei kleineren Leistungen an sich niedrig, wegen der geringen Windungszahl der Kompensationswicklung. Durch verschiedene Mittel, wie Anordnung der Wicklung an der Nutöffnung, durch geeigneten Schritt und richtige Bürstenbedeckung bei offenen Wicklungen kann sie noch weiter erniedrigt werden.

Immerhin zeigt sich aber, namentlich bei Motoren größerer Leistung, daß bei Belastung der aus der Transformator- und Reaktanzspannung resultierende Wert — in der Folge Funkenspannung genannt — doch zu hoch wurde und Funkenbildung veranlaßte. Hier wurde nun in der Einstellung auf untersynchronen Lauf ein Mittel gefunden, das durch Herabsetzung der Funkenspannung bei Belastung eine einwandfreie Kommutierung sicherte.

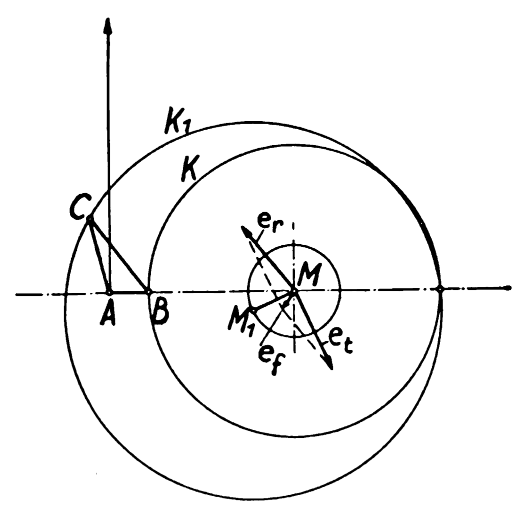


Abb. 12. **Kreisdiagramm für untersynchronen Lauf.**

Um die Wirkung dieser Maßnahme zu zeigen, sei hier kurz auf das Kreisdiagramm des kompensierten Motors (Abb. 12)[5] eingegangen. Hierin ist K der Heylandkreis des normalen Motors, sein Mittelpunkt M, K_1 der des kompensierten, Mittelpunkt M_1. Letzterer liegt unterhalb der Nullinie. Dies bedeutet, daß die Bürsten für untersynchronen Leerlauf eingestellt sind. Im Stromdreieck ABC ist AB Magnetisierungsstrom, AC Primär- und BC Sekundärstrom. Größe und Richtung der Kompensationsspannung sind durch MM_1 gegeben. Da die transformatorische Spannung in der kurzgeschlossenen Spule senkrecht zur Kompensationsphasenspannung liegt, ist e_t senkrecht MM_1 abgetragen. Die Reaktanzspannung dagegen ist von der Bürstenstellung unabhängig. Da sie phasengleich mit dem Sekundärstrom ist, so ist e_r parallel BC. Die vektorielle Addition ergibt die Funkenspannung e_f. Es geht daraus hervor, daß die Funkenspannung gerade in dieser Bürstenstellung sehr klein ausfällt, da die beiden Teilspannungen nahezu entgegengesetzt gerichtet sind. Da eingehende Versuche die günstige Wirkung der untersynchronen Einstellung bestätigten, so werden alle Motoren größerer Leistung in der Regel in dieser Bürstenstellung betrieben. Schließlich soll auch noch darauf hingewiesen werden, daß die Vergrößerung des Luftspalts zwischen Ständer und Läufer von günstigem Einfluß auf die Kommutierung ist. Der KD-Motor wird daher in der Regel mit vergrößertem Luftspalt ausgeführt, was auch mit Rücksicht auf die größere Betriebsicherheit als günstig zu werten ist.

[5] Vgl. T. Schmitz. Das Kreisdiagramm des Asynchronmotors mit Phasenschieber. El. u. Maschinenb. Bd. 43, S. 747.

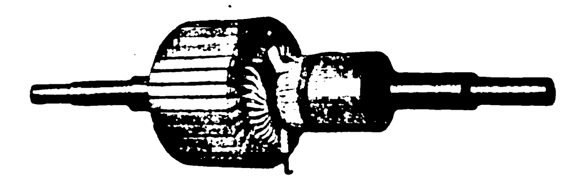


Abb. 13. **KD-Läufer mittlerer Leistung bei der Herstellung mit eingelegter Kompensationswicklung.**

Wenn auch der Leistungsbereich des KD-Motors durch Kompensationswicklung und Kommutator nicht eingeschränkt wird, so sind doch seiner Ausführungsmöglichkeit bestimmte Grenzen gezogen. Zunächst kann der Motor nur für Spannungen bis etwa 1000 V gebaut werden, da die Läuferwicklung für höhere Spannungen nicht mehr betriebsicher genug erscheint. Sein Hauptanwendungsgebiet sind daher die Anschlußanlagen mit Niederspannung. Da gerade dieses Gebiet ein außerordentlich großes und vielseitiges ist, ist diese Einschränkung von geringer Bedeutung. Die Leistung des KD-Motors wird ferner durch die wirtschaftliche Ausführungsmöglichkeit begrenzt. Hierfür sind die Drehzahl und die primäre Stromstärke bestimmend. Zu niedrige Drehzahlen ergeben teure Kommutatorkonstruktionen, während zu hohe Stromstärken die Kosten der Schleifringe und Bürstenapparatur wesentlich erhöhen. In solchen Fällen kann es dann wirtschaftlicher sein, einen normalen Motor mit getrennter Drehstrom-Erregermaschine zu verwenden.

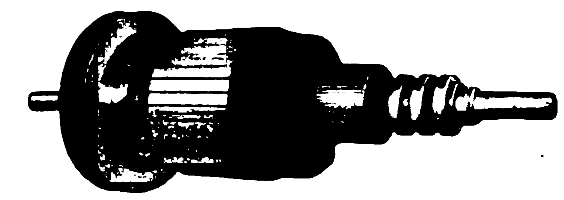


Abb. 14. **KD-Läufer nach Fertigstellung.**

Der mechanische Aufbau des KD-Motors konnte, wie bereits erwähnt, unter Zugrundelegung der normalen Drehstrommotortypen erfolgen. Die Unterbringung der Kommutatorwicklung bereitet bei kleineren und mittleren Leistungen keine Schwierigkeit. Die an sich geringe Reaktanzspannung gestattet es, die Kommutatorwicklung auf den Nutengrund zu legen. Abb. 13 zeigt einen derartigen Läufer während der Fertigung mit eingelegter Kommutatorwicklung. Die Ableitungen zu den Lamellen sind gebündelt, um einen Luftdurchgang durch das Läuferinnere zu ermöglichen. Der geringe Platzbedarf der Wicklung ist hier deutlich ersichtlich. Derselbe Anker nach Fertigstellung ist in Abb. 14 dargestellt. Die Läuferwicklung, eine einfache dreiphasige Spulenwicklung, ist in dieselben Nuten über der Kompensationswicklung eingelegt. Auch bei voller Bürstenbesetzung werden in der Regel alle Kommutatorlamellen mit Ausgleichsverbindungen versehen. Diese Verbindungen liegen auf der Kommutatorbüchse selbst und werden mit dem Kommutator gleichzeitig fertiggestellt. Die Durchführungen von den Läuferwicklungen zu den Schleifringen werden ebenfalls von vornherein eingelegt. Abb. 15 zeigt einen solchen Kommutator mit Ausgleichsverbindungen und Durchführungen fertig zum Aufziehen. In wesentlich anderer Weise gestaltet sich die Herstellung der Läufer für größere Motorleistungen, bei denen an Stelle der Schleifenwicklung die offene Wicklung tritt. Hier ist es meist nicht mehr möglich, die Kompensationswicklung auf den Nutengrund zu verlegen. Sie muß dann außerhalb der Läuferwicklung in der Nutöffnung angeordnet werden. An Stelle der Ausführung der Primärwicklung in Spulenform tritt hier die Zylindertrommelwicklung mit 2, 4 oder 6 Stäben in der Nut. Die Anordnung einer solchen Wicklung ist in

Abb. 16 im Schnitt durch die Nut dargestellt. Die Nut hat hier eine besondere Form erhalten, die sich den Wicklungen anpaßt. Die Stäbe der Primärwicklung werden durch einen besonderen Keil befestigt, um Verlagerungen zu vermeiden. Der Leiter der Kompensationswicklung, der nur aus einem einzigen Runddraht besteht, liegt an der Nutöffnung in einem Pertinaxrohr. Um eine zu enge Nutung, die die Ausnutzung der Maschine beeinträchtigt, zu vermeiden, werden auch vielfach zwischen den Haupt-

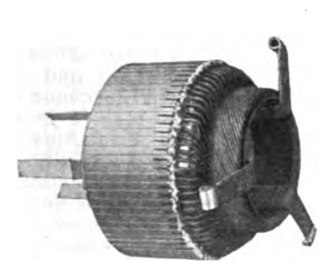


Abb. 15. Kommutator mit Ausgleichsverbindungen und Schleifringdurchführungen.

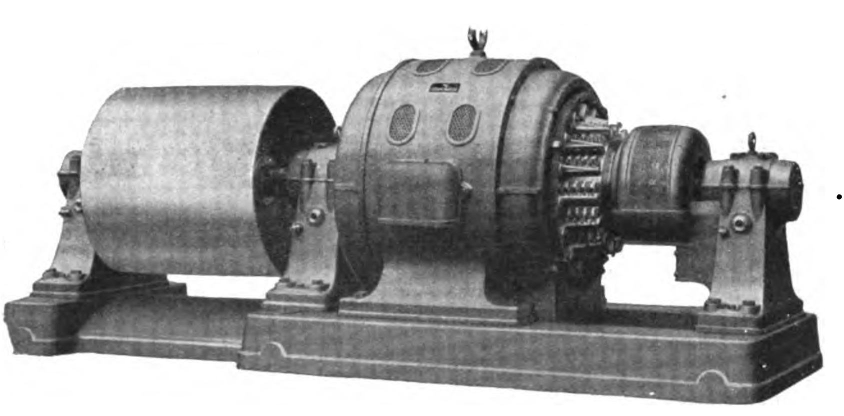


Abb. 19. KD-Walzwerksmotor 600 PS, stoßweise 1800 PS, 500 V, Drehzahl 500, 50 Hz.

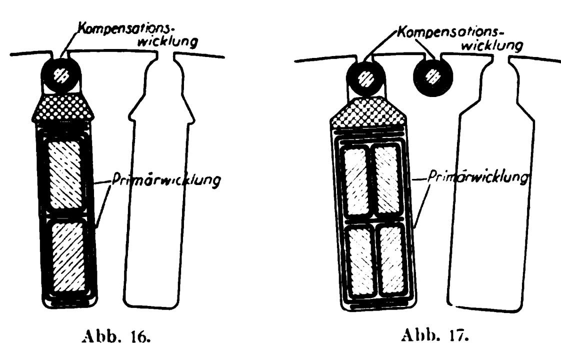


Abb. 16. Abb. 17.
Anordnung der Primär- und Kompensationswicklung großer KD-Motoren.

nuten besondere Zwischennuten für die Kommutatorwicklung angeordnet, wie das Abb. 17 im Schnitt zeigt. Einen fertigen Läufer stellt Abb. 18 dar. Die über der Läuferwicklung liegende Kompensationswicklung ist hier deutlich sichtbar.

Jedes Element besteht aus einem isolierten Runddraht, der an einem Ende mit einer Kommutatorlamelle verbunden

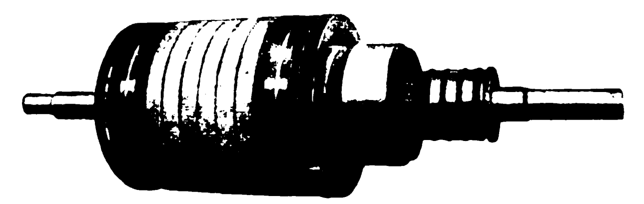


Abb. 18. Läufer eines KD-Motors großer Leistung.

ist. Am anderen Ende sind sämtliche Drähte durch eine Bandage leitend verbunden. Schließlich zeigt Abb. 19 einen KD-Motor in dreilageriger Ausführung für Riemenantrieb als ein Beispiel der elektrischen und mechanischen Ausführbarkeit hoher Leistungen.

Die bisherigen Erfahrungen an Tausenden ausgeführter Maschinen haben gezeigt, daß es in verhältnismäßig kurzer Entwicklungszeit gelungen ist, den läufergespeisten kompensierten Motor zu einer brauchbaren und betriebsicheren Maschine zu gestalten.

Das Buchholz-Schutzsystem und seine Anwendung in der Praxis.

Von **Max Buchholz,** Kassel.

Übersicht. **Der vorliegende Aufsatz beschäftigt sich im ersten Teil mit einer Schilderung der Grundprinzipien des Buchholz-Schutzsystems und der Wirkungsweise des für Transformatoren mit Ölausgleichgefäß bereits seit einigen Jahren im Betrieb befindlichen Schutzapparates. Es wird dann auf die Art eingegangen, in der der Schutz bei verschiedenen an Transformatoren vorkommenden Fehlern reagiert, und dabei Gelegenheit genommen, über Untersuchungen zu berichten, die betreffs des Eintritts von Luft in Transformatoren mit Umlaufkühlung ausgeführt worden sind. Mittel zur Abhilfe dieses Übelstandes werden genannt. Im Anschluß an eine Anleitung für das Betriebspersonal über zweckmäßiges Verhalten beim Ansprechen des Schutzes werden einige neuere Betriebsfälle aus der Praxis, die bisher noch nicht veröffentlicht sind, geschildert.**

Der Gedanke, elektrische Anlagen und die in ihnen eingebauten Apparate gegen unerwünschte Auswirkungen der elektrischen Energie zu schützen, ist fast so alt wie die Anwendung dieser Energieform in der Technik überhaupt. Wohl in keinem Zweig der Technik wird der Sonderaufgabe des Fehlerschutzes soviel Beachtung geschenkt, wie gerade in der Elektrotechnik. Das findet seine natürliche Erklärung darin, daß auch auf keinem anderen Gebiete die Zusammenballung großer Energiemengen auf einen Punkt, nämlich auf die anfänglich kleine Fehlerstelle, sich so schnell vollzieht und damit der Schadenumfang so schnell erweitert wird, wie gerade hier. Je größer die überhaupt vorhandenen Leistungen im Netz und je umfangreicher die Netze selbst werden, um so notwendiger mußte demnach ein sicher und schnell wirkender Fehlerschutz werden, der bei jedem beliebigen Fehler den zu überwachenden Apparat schnellstens der weiteren Energieeinwirkung entzieht.

So sind denn die Ansprüche des Betriebes an den Fehlerschutz immer größer geworden. Ursprünglich hatte die Schmelzsicherung allein genügt, um Leitungen, Apparate, kurz alle Teile der Anlage, zu schützen. Sie trat zwar erst in Aktion, wenn die an der Fehlerstelle konzentrierte Energie über den Nennwert der Leistung bzw. des Stromes hinausging, sie konnte aber befriedigen, solange eben diese Werte selbst noch klein und die überhaupt an der Fehlerstelle mögliche Leistung nicht viel größer als diese Nennleistung war. Als die Schmelzsicherung sich bei den höheren Spannungen und Leistungen als unzureichend erwies, um die Energiezufuhr einwandfrei zu unterbrechen, ging man dazu über, sie durch Überstromrelais zu ersetzen. Wenn auch durch die größere Anpassungsfähigkeit der Überstromzeitsysteme an die Bedürfnisse der Anlage schon ein großer Schritt vorwärts getan war, so haftete ihnen doch noch der gleiche Nachteil an, daß die Stromaufnahme der Fehlerstelle erst die Nennstromaufnahme des Apparates überschreiten mußte. Dazu kam, daß sich zur Vermeidung unnötiger Abschaltungen die Staffelung der Auslösezeiten als notwendig erwies und somit bei Fehlern in der Nähe der Energiequelle, die eigentlich besonders schnell hätten abgeschaltet werden müssen, sehr lange Auslösezeiten entstanden. Ganz abgesehen davon, daß bei komplizierteren Netzbildern das System als solches überhaupt versagte, konnte also auch der Überstromschutz als Fehlerschutz nur dort genügen, wo auch lange Einwirkungen großer Lichtbogen keine schweren Folgen zeitigen konnten. Auf Freileitungen ist das bei der Widerstandsfähigkeit des Baustoffes der Fall, auch

ist hier der unmittelbare materielle Schaden, selbst bei völliger Zerstörung der Fehlerstelle, nie bedeutend. Im Inneren von Apparaten aber ist erstens die Widerstandsfähigkeit der Baustoffe wesentlich geringer, zweitens sind hier auf geringstem Raum wertvolle Teile zusammengedrängt.

Diese verschiedenartige Widerstandsfähigkeit der einzelnen Anlageteile hat dann dazu geführt, daß im Laufe des letzten Jahrzehnts der Fehlerschutz von Leitungen und Apparaten sich in völlig verschiedener Weise entwickelt hat. Für den Leitungschutz scheint vorläufig eine technisch befriedigende Lösung im Distanzschutz der verschiedensten Systeme gefunden zu sein. Zum Schutz der Apparate hat bis vor kurzem der Differentialschutz allein das Feld behauptet, wenngleich ihm auch — zusammen mit wohl allen anderen elektrischen Schutzsystemen — der Fehler anhaftet, daß er nur wenige der vielen möglichen Fehlerquellen erfaßt. Sein Vorzug gegenüber anderen Systemen besteht in erster Linie darin, daß er schon bei einer Leistungsentwicklung an der Fehlerstelle, die weit unterhalb der Nennleistung liegt, anspricht. Seine in dieser Hinsicht beste Form (der Wattdifferentialschutz) ist aber so empfindlich, daß er schon in Fällen anspricht, in denen das gar nicht notwendig ist. Man muß ihn deshalb mit einer Zeitverzögerung ausrüsten und ihm damit einen Teil des Wertes nehmen, den er sonst unzweifelhaft besitzen würde, und für den man auch seine Kompliziertheit und die Notwendigkeit von Umschaltungen bei Anzapftransformatoren in Kauf nehmen würde.

umgebende Luft als Kühlmittel benutzt wird. Bei jeder Fehlerart an solchen Apparaten findet an der Fehlerstelle durch unvollständige Verbrennung eine Rauchbildung statt. Die verschiedene Durchsichtigkeit oder das verschiedene Absorptionsvermögen dieses Rauches gegenüber reiner Luft kann wiederum dazu dienen, Alarm- und Auslösevorrichtung in Tätigkeit zu setzen.

Am weitesten fortgeschritten in der Entwicklung und in der praktischen Anwendung ist der

Buchholzschutz für Transformatoren mit Ölausgleichgefäß[1].

Da bei Transformatoren mit Ölausgleichgefäß die Zersetzungsprodukte auf ihrem Weg ins Freie unbedingt das Verbindungsrohr zwischen Transformator und Konservator passieren müssen, so ist hier der gegebene Ort für den Einbau des Schutzapparates, den Abb. 1 in einigen praktischen Ausführungsformen zeigt. Der Apparat enthält, wie Abb. 2 in einer schematischen Darstellung zeigt, zwei Schwimmer mit je einer Kontakteinrichtung. Der eine liegt in dem als Gasauffanggefäß ausgebildeten Teil des Apparatebehälters und bewirkt dementsprechend durch Kontaktgabe stets eine Alarmmeldung, wenn aus dem Transformatorinnern Gas- oder Luftblasen entweichen, oder wenn der Ölspiegel unter den tiefst zulässigen Stand sinkt. Der zweite, untere Schwimmer, der die Auslösespule einschaltet, wird durch entweichende Gasblasen niemals aus seiner Ruhelage bewegt, da er tiefer liegt als die Oberkante der Auslaßöffnung, unter die der Ölspiegel

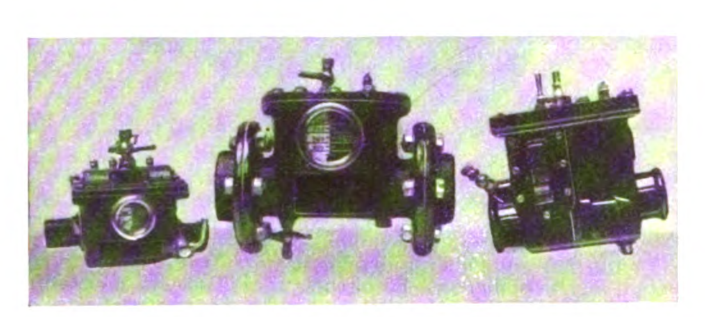


Abb. 1. Verschiedene Typen des Buchholz-Schutzapparates für Transformatoren mit Ölausgleichgefäß.

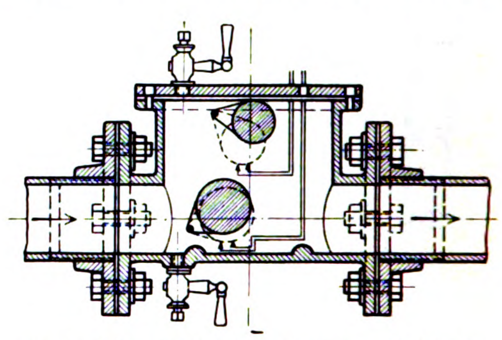


Abb. 2. Schematische Darstellung eines Buchholz-Schutzapparates.

Im Buchholz-Schutzsystem wird im Gegensatz zu all diesen elektrischen Schutzsystemen wohl zum ersten Male eine Einrichtung benutzt, die nicht durch die Abweichung des Strom-, Spannungs- oder Leistungszustandes vom Sollwert in Tätigkeit gesetzt wird, sondern durch mechanische Vorgänge, die mit jeder wie immer gearteten Störung verbunden sind, die aber auch nur im anomalen Betriebszustand, niemals betriebsmäßig, auftreten. Das System baut sich auf der Erkenntnis auf, daß jede elektrische Störung in einem Apparat von lokaler Wärmeentwicklung begleitet ist. Die Temperatur an den Fehlerstellen, die meist recht beträchtliche Werte erreicht, greift die in der Umgebung befindlichen Isolierstoffe an und entwickelt aus ihnen Zersetzungsgase und -dämpfe oder Rauch. Die nach dem Buchholz-Schutzsystem gebauten Apparate benutzen die besonderen physikalischen oder chemischen Eigenschaften dieser Zersetzungsprodukte, um ein Warnungsignal oder einen Auslöseschalter in Tätigkeit zu setzen. Je nach der Verschiedenheit des Isolierstoffes und des Zersetzungsvorganges in den zu schützenden Apparaten und entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen, die der Schutz des Objektes an die Tätigkeit des Schutzapparates stellt, wird die praktische Anwendung des Grundgedankens zu völlig verschiedenen konstruktiven Ausbildungen der einzelnen Apparate führen.

Bei dem zur Zeit noch in der Entwicklung befindlichen Schutzapparat für Ölschalter und Transformatoren ohne Ausgleichgefäß wird z. B. die Abweichung des spezifischen Gewichtes der Zersetzungsgase von dem spezifischen Gewicht der normalerweise oberhalb des Ölspiegels vorhandenen Luft, bzw. die Wechselwirkung von Zersetzungsgas und Platin oder Palladium aufeinander, zur Betätigung des Warnungsignals oder zur Einschaltung einer Absaugevorrichtung für die Öldämpfe benutzt. Zur gegebenenfalls erforderlichen Abschaltung wird der durch die Gasblasenbildung verursachte Überdruck in dem Luftkissen zwischen Ölspiegel und Apparatedeckel verwendet. Wesentlich andere Anforderungen stellt der Schutz von Generatoren und Trockentransformatoren, bei denen nicht Öl, sondern die

niemals sinken kann, wenn nicht die ordnungsmäßige Tätigkeit des Schutzes dadurch beeinträchtigt wird, daß hinter dem Apparat die Rohrleitung nochmals einen Knick nach unten hat. Findet dagegen im Inneren eines Transformators eine plötzliche, heftige Gasentwicklung statt, so muß eine dem Gasvolumen entsprechende Flüssigkeitsmenge schon in dem Augenblick vom Transformator zum Konservator abströmen, in dem sich die Blase an der meist weit von der Rohranschlußstelle entfernten Fehlerstelle entwickelt. Wenn die dadurch hervorgerufene Strömungsgeschwindigkeit genügend groß ist, wird der Auslöseschwimmer in Tätigkeit gesetzt (das geschieht also schon im Augenblick der *Entwicklung* der Gasblase).

Für das Ansprechen des Apparates sind verschiedene Entwicklungen möglich: Es kann im Transformator z. B. ein geringer Fehler vorhanden sein, durch den eine fortdauernde, langsame Gasentwicklung stattfindet. Die Zersetzungsgase (60 % Wasserstoff, 25 % Azetylen, 5 ... 10 % Methan und geringe Mengen anderer Gase) steigen in Blasenform auf, werden aber zunächst von dem Öl, in dem sie sämtlich in ziemlich hohem Maße gelöst werden, absorbiert. Nach einiger Zeit ist das Öl mit Gasen gesättigt, und die nunmehr aufsteigenden Gasblasen sammeln sich unter dem Deckel des Transformators. Sobald die dort vorhandenen geringfügigen Unebenheiten ausgefüllt sind, fließen die in der Folgezeit sich entwickelnden Gasmengen zum Buchholz-Schutzapparat ab. Das Warnungsignal, das vom oberen Schwimmer betätigt wird, ertönt, und das Bedienungspersonal wird dadurch auf den anomalen Zustand im Transformatorinneren aufmerksam gemacht. Es kann feststellen, ob die ausgeschiedenen Gase aus Zersetzungsprodukten oder aus Luft bestehen, indem es versucht, das durch den oben am Apparat angebrachten Ablaßhahn entweichende Gas anzuzünden. Ist das Gas brennbar, so ist der Transformator unbedingt fehlerhaft und möglichst umgehend aus dem Betrieb zu nehmen, um den Fehler, der natürlich dauernd wächst, rechtzeitig zu beseitigen. Brennt das gesammelte Gas jedoch nicht, so handelt es sich um

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 1760; 1927, S. 810.



Luft, und es muß zunächst festgestellt werden, ob diese Luftausscheidung fortdauernd bestehen bleibt oder allmählich geringer wird. Dieser letztere Fall tritt nach jeder Inbetriebnahme eines Transformators ein, aus dem die Luft nicht vollständig entfernt ist. Er ist harmlos. Im ersteren Falle dagegen werden vom Transformator dauernd an irgendeiner Stelle Luftmengen aufgenommen, die sich in dem Schutz, seiner Bestimmung gemäß, wieder ausscheiden.

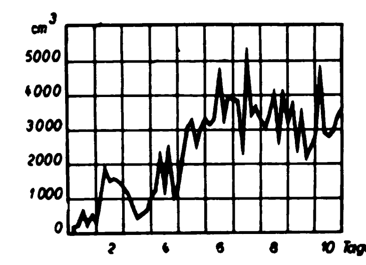


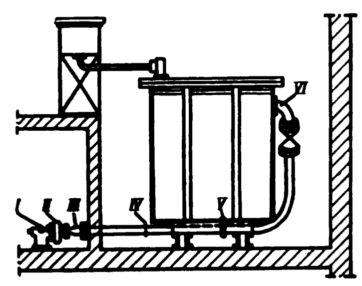
Abb. 3. Von einem Transformator mit Ölumlaufkühlung ausgeschiedene Luftmengen. (Ableseperiode 4 h.)

Die Eigenart des Schutzapparates hat es ermöglicht, diesen an sehr vielen Transformatoren der Praxis vorhandenen Fehler aufzudecken, dessen Bestehen bisher völlig unbekannt war, dessen Gefährlichkeit aber jedem Transformatorenfachmann einleuchtend ist[2]. Einen Anhaltspunkt über die ausgeschiedenen Luftmengen gibt Abb. 3, in der die an einem Transformator in einem Zeitraum von 10 Tagen beobachteten Gasausscheidungen zusammengestellt sind. Das Auffanggefäß des Schutzapparates war, um diese Messungen zu ermöglichen, besonders vergrößert worden, und die im Gefäß vorgefundenen Luftmengen wurden alle 4 h festgestellt und abgelassen. Im Maximum wurden im Laufe von 4 h über 5 l Luft aus dem Transformator beseitigt. In dem Zeitraum innerhalb der letzten 5 Tage sind 120 l Luft herausbefördert worden. Diese Menge kann natürlich nicht im Transformator selbst aufgespeichert gewesen sein, zumal sich die Erscheinung unvermindert dauernd zeigte. Die Nachteile dieses Zustandes sind ohne weiteres klar. Die eindringende Luft kann sich an ungeeigneten Stellen innerhalb der Windungen oder zwischen den Wicklungen festsetzen und an dieser Stelle die Isolierfestigkeit des Transformators soweit herabmindern, daß bei Überspannungen, unter Umständen auch schon im normalen Betrieb, sich weitgehende Schäden einstellen. Weiterhin wird auch durch das dauernde Vorhandensein von fein verteilten Luftbläschen das Transformatorenöl schnell verderben, denn es ist ja bekannt, daß die Berührung mit dem Sauerstoff der Luft zur Bildung von Säure und Schlamm im Öl Veranlassung gibt. Der Vorteil, den man durch den Einbau von Ölkonservatoren bei derartigen Transformatoren erreicht, ist vollständig aufgehoben durch die innige Berührung, in der das Öl mit der großen Oberfläche der kleinen Luftbläschen steht. Der Sauerstoff wird diesen Luftblasen deshalb in hohem Maße entzogen. Analysen derartiger Ausscheidungen haben gezeigt, daß nicht mehr das normale Verhältnis von Stickstoff zum Sauerstoff vorhanden ist, sondern der Stickstoff sehr stark überwiegt, in einigen Fällen fehlte sogar der Sauerstoff vollständig.

Zur Auffindung der Ursache sind an einem Transformator Versuche vorgenommen worden. Die Anordnung dieser Versuche zeigt Abb. 4. An verschiedenen Punkten des Transformators bzw. der Rohrleitung sind Manometer aufgesetzt, um die Druckverhältnisse zu studieren. Dabei zeigte sich das in Abb. 5 dargestellte Ergebnis. Bei stillstehender Umlaufpumpe waren an sämtlichen Meßstellen geringe Überdrücke gegenüber der Atmosphäre vorhanden. Sobald jedoch die Umlaufpumpe eingeschaltet wurde, zeigte sich an den Meßstellen *I*, *II*, *III* und *VI* ein zum Teil recht bedeutender Unterdruck. Es lag also die Möglichkeit vor, daß hier Luft von außen angesaugt wurde und in feinsten Bläschen in den Transformator eintrat. Der Auftrieb dieser kleinsten Bläschen ist so gering, daß sie ohne Schwierigkeit den Luftabscheider in der Verbindungsleitung zwischen Kühler und Transformator passieren und sich erst im Transformator, in dem die Ölgeschwindigkeit sehr gering wird, ausscheiden. Die Ursache des Unterdruckes war leicht zu erkennen. Die Saugrohrleitung besaß einen viel zu geringen Querschnitt. Die Ölgeschwindigkeiten waren darin so groß, daß der statische Druck unter den Atmosphärendruck sinken mußte.

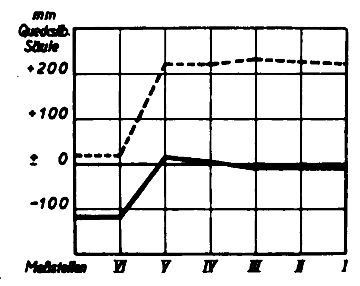
Als Abhilfemaßnahme wurde die 100 mm weite Saugrohrleitung auf 175 mm erweitert, mit dem Erfolg, daß nunmehr der Unterdruck völlig verschwand, wie Abb. 6 zeigt. An keiner Stelle ist noch ein Unterdruck vorhanden. Auch sind die Unterschiede des Druckes zwischen Lauf und Stillstand der Ölumlaufpumpe wesentlich geringer geworden. Sobald diese erweiterte Saugrohrleitung zur Verwendung gelangte, konnten auch weitere Luftausscheidungen nicht mehr festgestellt werden.

Das gleiche Ziel läßt sich natürlich auch auf anderem Wege erreichen, wie ebenfalls experimentell nachgewiesen wurde. In Abb. 5 war gezeigt, daß an den Stellen, an denen der größte Unterdruck vorhanden war, 135 mm Quecksilbersäule am normalen Druck fehlten. Will man diesen Unterschied beseitigen, so kann das statt durch Verringerung der Ölgeschwindigkeiten auch dadurch geschehen, daß man den statischen Druck im Transformatoreninnern vergrößert, also das Ausgleichgefäß höher anbringt. Dieser Weg würde allerdings in unserem Falle zu einigen Schwierigkeiten führen, weil das Ausgleichgefäß hier 2 m höher gesetzt werden müßte, was mit Rücksicht auf die Festigkeit des Transformatorenkessels usw. meistens nicht möglich ist. Wo geringere Druckunterschiede zu bewältigen sind, ist aber auch dieser Weg möglich und bereits praktisch beschritten worden.



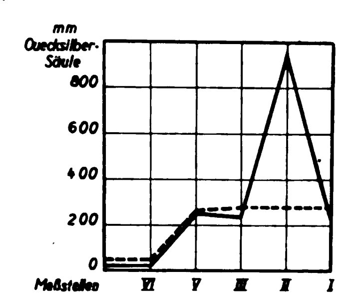
I... *VI* Meßstellen.

Abb. 4. Druckmessungen an der Saugleitung eines Transformators mit Ölumlaufkühlung.



Rohrdurchmesser 100 mm
----- Pumpe steht —— Pumpe läuft

Abb. 5. Druckverteilung am zu engen Saugrohr der Umlaufkühlung eines Transformators.



Rohrdurchmesser 175 mm
----- Pumpe steht —— Pumpe läuft.

Abb. 6. Druckverteilung am ausreichend bemessenen Saugrohr der Umlaufkühlung eines Transformators.

Wesentlich anders wirkt der Buchholzschutz bei Fehlern, die sich plötzlich und sprunghaft zu beträchtlicher Größe entwickeln. Die heftige Gasblasenbildung führt zu einer starken Ölströmung in dem Verbindungsrohr vom Transformator zum Konservator und setzt dadurch den Auslöseschwimmer schon in Tätigkeit, wenn die Gasblasen noch im Entstehen begriffen sind und sich noch in unmittelbarer Nähe der Fehlerstelle befinden. Die Auslösung erfolgt also sofort, noch ehe die Gasblasen den Schutzapparat erreicht haben. Dagegen kommt die Warnung erst später, da die Gasblasen ja für das Aufsteigen im Transformator und das Passieren der Rohrleitung bis zum Schutzapparat einige Zeit gebrauchen. Findet sich also nach einer durch den Schutz erfolgten Auslösung im Behälter des Schutzapparates brennbares Gas, so ist mit Sicherheit damit zu rechnen, daß im Transformator ein Fehler von solcher Ausdehnung vorhanden ist, daß ein weiterer Betrieb zu Störungen in kürzester Zeit führt.

Wem daran gelegen ist, den Fehlerumfang im Transformator klein zu halten, dem ist von einer Probeschaltung des Transformators in solchen Fällen dringend abzuraten, da jede dieser Schaltungen nur zur Vergrößerung des Schadenumfanges führen kann. Unbedingt zu verwerfen ist jedoch die Praxis vieler Betriebsmonteure, einen ausgelösten Transformator noch fünf- oder gar zehnmal wieder zuzuschalten, um zu sehen, ob es nicht doch noch geht. Wenn an solchen Transformatoren dann trotz des Vorhandenseins des Buchholzschutzes schwerere Schäden auf-

[2] Vgl. El. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 691.

treten, so ist daran nicht der Schutz schuld, sondern die Behandlung durch das Personal.

Der Buchholz-Schutzapparat ist in seiner jetzigen Ausführung nicht nur ein Fehlerschutz, sondern er ist auch geeignet, in vielen Fällen Fehlern vorzubeugen. Es ist oben bereits erwähnt worden, daß das Verderben des Öles durch Luftsauerstoff, der an fehlerhaften Stellen eindringt, vom Schutz angezeigt wird. Darüber hinaus besitzt der Schutz, wie die Erfahrungen der Praxis zeigen, einen Schutzwert gegen hohe Überlastungen, die sonst von keinem Apparat in dieser idealen Weise erfaßt werden können.

Bei plötzlichen Kurzschlüssen wird fast die gesamte im Transformatorenkupfer entstehende Verlustwärme im Wicklungskupfer selbst aufgespeichert. Die Temperatur des Kupfers erhöht sich dabei in kurzer Zeit auf Werte, die für die Isolierung der Wicklung bedenklich sind, obwohl die Öltemperatur nicht merklich zunimmt. Ein reiner Wärmeschutz genügt also niemals, um den Transformator vor Schäden in solchen Fällen zu schützen. Auch der Überstromschutz mit fester Zeiteinstellung kann für solche Betriebsfälle nicht restlos befriedigen, denn nach hoher Vorbelastung, d. h. bei hoher Anfangstemperatur eines Transformators, kann es im Kurzschluß doch vorkommen, daß vor Auslösen des Schalters Temperaturen von 150° und noch mehr erreicht werden. Der Buchholzschutz dagegen schaltet den mit ihm versehenen Transformator stets genau in dem Augenblick ab, in dem Gefahr in Verzug ist, nämlich dann, wenn das Öl innerhalb der Wicklung zu verdampfen beginnt. Ein Transformator mit einer Dampfisolierung besitzt natürlich nur noch einen Bruchteil der Betriebsicherheit, die er mit Ölisolierung hat, und seine Abschaltung ist im Interesse einer wirtschaftlichen Betriebsführung unbedingt sofort notwendig. Bei dieser Art des Ansprechens findet man im Schutz kein Gas, denn es ist ja nicht eine Zersetzung, sondern nur eine Verdampfung der Isolierflüssigkeit eingetreten. Die verdampften Bestandteile kondensieren wieder, wenn sie in Blasenform das umgebende kältere Öl passieren.

Aus dem Vorhergesagten geht also in kurzen Worten für das Verhalten des Betriebspersonals bei Anzeige einer Störung durch den Buchholzschutz folgendes hervor:

1. Wenn nur Warnungen erfolgen und das abgelassene Gas unbrennbar ist, so handelt es sich um Luftausscheidungen. Wiederholt sich die Warnung nicht oder doch nur wenige Male, so sind keine weiteren Maßnahmen außer dem Ablassen des Gases aus dem Auffanggefäß notwendig. Erfolgen die Warnungen fortdauernd, so saugt der Transformator an irgendeiner Stelle Luft an; die Druckverhältnisse auf der Saugseite der Ölumlaufpumpe sind zu kontrollieren.

2. Erweist sich das nach einer Warnung im Apparatebehälter vorgefundene Gas als brennbar, ohne daß schon eine Auslösung stattgefunden hat, so hat der Transformator einen inneren Fehler, der jedoch noch geringfügig ist. Der Transformator kann, wenn der Betrieb es erfordert, noch im Betrieb bleiben, ist aber bei nächster Gelegenheit zur Beseitigung des Fehlers, der sich natürlich fortdauernd vergrößert, aufzunehmen.

3. Finden sich nach einer Auslösung durch den Schutz brennbare Gase in ihm, durch die auch die Warnung in Tätigkeit gesetzt wird, so ist der Transformator so stark fehlerhaft, daß ein weiterer Betrieb ohne ernste Folgen nicht möglich ist. Von Probeeinschaltungen ist abzuraten, da sie erfahrungsgemäß nur den Schadenumfang vergrößern. Keinesfalls sollte die Wiedereinschaltung mehr als einmal versucht werden.

4. Finden sich nach einer Auslösung mit oder ohne Warnung im Apparatebehälter keine Gase, so handelt es sich um eine Kurzschlußauslösung, bei der nur Öldämpfe entstanden sind, der Transformator aber nicht beschädigt worden ist. Die Wiedereinschaltung nach einer zur Abkühlung der Wicklung ausreichenden Betriebspause ist unbedenklich, sofortige Einschaltung kann zu Schäden führen, weil in der Wicklung noch Dampfblasen sitzen. Es ist nachzuprüfen, ob eine Überhitzung der Wicklung schon bei der normalen Einstellung des Kurzschlußschutzes eintreten kann, ob also eine Änderung der Relaisdisposition erforderlich ist, oder ob der Fehler durch Nichtfunktionieren eines bestimmten Relais entstanden ist, das zu überholen wäre.

Zum Schluß sollen noch einige Betriebsergebnisse aus der neueren Zeit mitgeteilt werden, die bisher noch nicht veröffentlicht sind, um den universellen Schutzwert des Apparates auch am praktischen Beispiel zu zeigen.

1. Fall: Ein 2500 kVA-Transformator für eine Betriebspannung von 60/25 kV sollte nach einer Betriebspause, in der der Anzapfungschalter umgeschaltet worden war, wieder eingeschaltet werden, löste aber durch Buchholzschutz sofort wieder aus. Im Schutzapparat hatten sich 250 cm³ hellgraues, brennbares Gas angesammelt, woraus das Betriebspersonal auf eine reine Ölzersetzung schließen konnte. Eine sofortige Untersuchung ergab, daß an dem auf der 60 kV-Seite im Sternpunkt unter Öl angeordneten Anzapfungsumschalter die Kontakte zweier Phasen keine vollständige Verbindung hatten. Durch die an diesen Stellen sich bildenden kleinen Lichtbogen war die Zersetzung des Öles herbeigeführt worden. Die durch diese Lichtbogen entstandenen Schmorstellen wurden beseitigt und die Kontakte in Ordnung gebracht. Der Transformator konnte sofort wieder in Betrieb genommen werden und arbeitete einwandfrei. Die Kosten für die Ausbesserung beschränkten sich auf die Lohnzahlung für einige Monteurstunden des werkseigenen Personals. Materialkosten entstanden überhaupt nicht. — Wenn der Transformator nicht mit Buchholzschutz ausgerüstet gewesen wäre, hätte sich der Fehler dagegen zu unübersehbarem Ausmaß ausbilden können, denn keines der sonst bei Transformatoren üblichen Relais hätte je diesen Fehler zur Abschaltung gebracht.

2. Fall. Ein 7500 kVA-Transformator für eine Betriebspannung von 60/15 kV war nach einer kleinen Reparatur längere Zeit nicht wieder in Betrieb genommen worden. Bei der Inbetriebnahme wurden anomale Erscheinungen nicht festgestellt, jedoch erfolgte nach 20 min eine Alarmmeldung durch den Buchholzschutz. Nach dem Ablassen des unbrennbar befundenen Gases, das als Luft identifiziert wurde, wiederholte sich diese Alarmmeldung noch während der Dauer von 6 h in wachsenden Abständen, blieb dann aber völlig aus. Als Ursache ist demnach eine nicht einwandfrei erfolgte Evakuierung anzunehmen. Eine Auslösung erfolgte bei diesen Luftausscheidungen selbstverständlich nicht.

Inzwischen war festgestellt worden, daß der Zeiger des Wattdifferentialschutzes eine geringe Verlagerung aufwies. Bei der Kontrolle stellte sich heraus, daß die Ursache hierfür nicht in einem Transformatorenfehler bestand, sondern daß ein Erdschluß in der Verbindungsleitung der Sekundärwicklung eines Stromwandlers mit dem Relais die Fehlanzeige bewirkte. Daß das Relais nach Beseitigung dieses Fehlers noch immer nicht völlig auf Null zurückging, wäre vom Personal nicht beachtet worden, wenn nicht wiederum ein Alarm durch den Buchholzschutz erfolgt und beim Ablassen des Gases festgestellt wäre, daß es sich um brennbares Gas handelte. Es ist nicht ausgeschlossen, daß schon in der anfänglich ausgeschiedenen Luft geringe Gasmengen enthalten waren, die aber nicht genügten, um das angesammelte Luft-Gas-Gemisch brennbar zu machen. Trotz der Alarmmeldung wurde der Transformator weiter in Betrieb gelassen, bis nach weiteren 2 h Abschaltung durch den Buchholzschutz erfolgte. In dieser Zeit hatten sich 300 cm³ brennbares Gas im Behälter gesammelt. Bei einer sofort angestellten Probeschaltung wurde der Transformator wiederum schlagartig durch den Buchholzschutz abgeschaltet, wobei sich 150 cm³ brennbares Gas entwickelt hatten. Der Transformator wurde daraufhin aufgenommen, und es wurden folgende Schäden festgestellt:

a) In der Eingangswindung einer Phase der Niedervoltwicklung hatte sich ein Windungsschluß ausgebildet, der aber so geringfügig war, daß er erst durch eine Spannungsprobe in Luft überhaupt ermittelt werden konnte;
b) im oberen Joch wurde ein ebenfalls noch in der Entwicklung befindlicher Eisenbrand festgestellt, der durch die mangelhafte Isolierung eines Spannbolzens entstanden war.

Es ist wichtig, festzustellen, daß diese beiden Fehler zusammen nicht genügt hatten, den Differentialschutz so weit aus seiner Nullage abzulenken, daß das im Betrieb beachtet worden wäre, von einer Auslösung überhaupt nicht zu reden, daß aber der Buchholzschutz pflichtgemäß den entstehenden Fehler durch Alarmgabe signalisiert, bei weiterer Ausbildung abgeschaltet und dadurch eine weitere Vergrößerung des Schadens verhütet hat.

Die Instandsetzungskosten beschränkten sich auf die minimalen Materialkosten für Ersatz des beschädigten Isolierstoffes und die Lohnaufwendungen für die Arbeitszeit des an der Ausbesserung beschäftigt gewesenen eigenen Personals. Die Ausbesserung war nach kurzer Zeit beendet, der Transformator arbeitet seitdem einwandfrei.

3. Fall. Während eines heftigen Gewitters wurde ein 2500 kVA-Transformator für 40 kV, der nicht mit einem Buchholzschutz ausgerüstet worden war, schwer beschädigt. Ein Drittel der Oberspannungswicklung einer Phase war etwa in Schenkelmitte zerstört. Der zu dem genannten



Transformator gehörige Regeltransformator mit dem Übersetzungsverhältnis 39/4 kV war mit Buchholzschutz versehen, in dem sich nach der eben beschriebenen Störung Gas feststellen ließ. Eine Abschaltung dieses Transformators durch den Schutz konnte nicht erfolgen, weil die Betätigungsleitung des Buchholzschutzes noch nicht angeschlossen war. Trotz der festgestellten Gasabgabe wurde der Transformator wieder in Betrieb genommen, er arbeitete drei Tage lang einwandfrei. Dann erfolgte eine Auslösung der Verbindungsleitung zwischen dem Kraftwerk, in dem der Transformator aufgestellt war, und einer benachbarten Zentrale dieses Werkes, während ein unmittelbar auf den Regeltransformator arbeitender Generator nicht auslöste. Die Ursachen der Auslösung, die zweifellos auf der Verbindungsleitung zu suchen waren, konnten nicht ermittelt werden. Trotzdem sich nach dieser Störung im Buchholzschutz wieder Gas zeigte, wurde der Transformator erneut in Betrieb genommen. Er arbeitete wiederum einwandfrei.

Als jedoch am darauffolgenden Tage bei einer weiteren Störung, deren Ursache vermutlich ebenfalls auf der Freileitung lag, sich wiederum Gas im Buchholzschutz zeigte, entschloß man sich, den Transformator aus dem Betrieb zu ziehen, und nahm eine eingehende Untersuchung vor. Zunächst konnte ein Fehler nicht festgestellt werden, nur an einem Schenkel waren winzige Kupfer- und Zinnperlen in ganz geringer Zahl zu finden. Am gleichen Schenkel konnte dann durch eine Spannungsprobe in Luft der Schadenherd entdeckt werden. Zwischen den ersten Windungen der dritten und vierten Unterspannungsspule waren auf einer Strecke von etwa 50 mm Überschläge aufgetreten. Die Isolation der Windungen war so wenig beschädigt, daß es verständlich war, daß im Normalbetrieb des Transformators keine Störungserscheinungen auftraten, sondern der Windungsschluß sich stets erst dann bemerkbar machte, wenn durch äußere Störungen wohl innere Überspannungen ausgelöst wurden. Entsprechend dem geringen Umfang des Schadens (weitere Fehler wurden im Transformatorinnern nicht festgestellt), konnte die sorgfältige Instandsetzung der beschädigten Schenkelwicklung in nur sechs Tagen vollzogen werden; die daraufhin vorgenommene Spannungsprobe nahm einen einwandfreien Verlauf. Der Buchholzschutz hat also auch hier die auf ihn gesetzten Erwartungen voll erfüllt und den Fehler im Anfangstadium gemeldet.

4. F a l l. Zwei Großtransformatoren für 100 kV Oberspannung gaben beim Abschalten der von ihnen versorgten Freileitungen so starke Geräusche, die nur durch das Vorhandensein innerer Fehler erklärlich schienen, daß die Betriebsleitung, in Übereinstimmung mit einem Fachmann der Lieferfirma, beschloß, den einen Transformator zwecks genauester Untersuchung auszubauen. Der zweite blieb zu Versuchszwecken in Betrieb und wurde mit einem Buchholzschutz ausgerüstet. Die wochenlange, sorgfältige Untersuchung jeder Einzelspule des völlig abgebauten Transformators blieb gänzlich ergebnislos. Dementsprechend zeigte auch der Buchholzschutz des anderen keinerlei Gasabscheidung.

Durch oszillographische Aufnahmen des Transformatorenstromes und des verdächtigen Geräusches mittels eines Mikrophons konnte festgestellt werden, daß durch mittelfrequente Stromstöße, die bei der Abschaltung des Ladestromes der Freileitungen entstanden, die Wicklungen mechanisch so stark erschüttert wurden, daß Töne hervorgerufen wurden. Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, daß weder bei diesen Erschütterungen, noch bei mehrfachen Kurzschlüssen in der Sammelschienenanlage, der Buchholzschutz den Transformator auslöste, da ja keine unmittelbare Gefährdung des Apparates vorlag.

5. F a l l. Dieser Fall ist darum besonders interessant, weil das Werk ihn ursprünglich unter der Bezeichnung „unerwünschtes Abschalten von Großtransformatoren durch den Buchholzschutz" mitgeteilt hatte. Die Abb. 7 gibt ein ungefähres Bild vom Schaltzustand der Anlage zur Zeit der Störung. Auf eine gemeinsame Sammelschiene arbeitete über einen 20 000 kVA-Transformator ein gleichgroßer Generator und parallel dazu über einen 10 000 kVA-Transformator mit zugehörigem Regeltransformator der gleichen Leistungsgröße ein umfangreiches Hochspannungsnetz mit zahlreichen Einzelmaschinen. Im Augenblick der Störung traten in kurzen Abständen drei Kurzschlüsse in dem von dieser Sammelschiene gespeisten Netz auf, von denen zwei durch die Leitungsrelais ausgelöst wurden, während beim dritten Fehler die drei soeben genannten Transformatoren durch Buchholzschutz ausgelöst wurden. Anscheinend hat zuerst der 10 000 kVA-Transformator mit Regeltransformator ausgelöst, die Auslösung des 20 000 kVA-Transformators ist etwas später erfolgt. Die Abschaltung des dritten Kurzschlusses im Netz durch den dafür bestimmten Leitungsschalter erfolgte erst bei der Wiedereinschaltung der Transformatoren, da diesmal der Buchholzschutz dem Leitungsrelais, das auf 5 s eingestellt war, nicht zuvorkam. Die Ursachen der Auslösung waren zunächst völlig unklar. Daß nicht eine Fehlauslösung durch die mechanische Erschütterung der Spulen beim Kurzschlußstoß vorlag, war klar, weil alle Transformatoren nicht beim ersten Kurzschluß ausgelöst hatten und auch bei der Wiederzuschaltung auf den bestehenden Kurzschluß keine Auslösung erfolgte. Andererseits war die Kurzschlußstromstärke in den Transformatoren so gering, daß innerhalb der durch die Relais der Leitungen bedingten maximal möglichen Kurzschlußdauer keinesfalls eine Erhitzung der Wicklungen über den Verdampfungspunkt hätte stattfinden können. Durch diese gänzliche Ungewißheit über die Veranlassung zur Auslösung hatte das Werk sich dazu führen lassen, die Auslösung als „u n e r w ü n s c h t" zu bezeichnen.

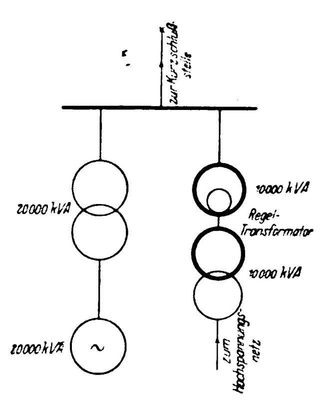


Abb. 7. Netz-Schaltbild zu Fall 5.

Bei der späteren genaueren Untersuchung des Störungsfalles stellte sich jedoch folgendes heraus: Nach den starken Schwankungen an den Leistungs- und cos φ-Meßgeräten, die mehrere Minuten während der Störungen anhielten, konnte man darauf schließen, daß durch die drei dicht aufeinanderfolgenden Kurzschlußstöße die beiden verschiedenen Energiequellen außer Tritt kamen und in den Strömen dementsprechend Schwebungen mit all den Schlußfolgerungen auftraten, auf die T h o m a in der ETZ 1928, S. 417, hinweist. Die Überstromzeitrelais konnten nicht abschalten, da sie beim Nulldurchgang der Stromschwebung stets wieder zurückfielen. Infolgedessen sind die Transformatoren längere Zeit, wahrscheinlich mehrere Minuten lang, durch die Ausgleichströme hoch beansprucht und nach Überschreitung der Verdampfungstemperatur des Öles ordnungsgemäß durch den Buchholzschutz abgeschaltet worden. Das Werk schloß die Diskussion über diese Auslösungen mit folgender Erklärung:

„Wir sind der Ansicht, daß das Ansprechen des Buchholzschutzes unter Berücksichtigung der von uns gegebenen Erklärung nicht mehr als „unerwünscht" bezeichnet, sondern z u g u n s t e n d e s B u c h h o l z s c h u t z e s ausgelegt werden muß. Der Apparat hat also nach dieser Version d r e i g r o ß e T r a n s f o r m a t o r e n v o r e r n s t h a f t e r B e s c h ä d i g u n g durch Übererwärmung bewahrt."

6. F a l l. Ein 2500 kVA-Transformator 60/30 kV sollte nach längerer Betriebspause wieder eingeschaltet werden, löste aber schlagartig durch den Buchholzschutz wieder aus. Im Schutz wurde brennbares Gas in größerer Menge gefunden. Bei einem zweiten Schaltversuch löste der Schutz gleichfalls den Transformator sofort wieder aus, wobei sich wiederum brennbares Gas im Apparat sammelte. In beiden Fällen ist die Auslösung so schnell erfolgt, daß der am Transformator gleichfalls vorhandene hochempfindliche Differentialschutz überhaupt nicht zum Ansprechen gekommen ist.

Der Transformator wurde aufgenommen; es wurde festgestellt, daß die Wicklung völlig unversehrt war. Die einzige Beschädigung war ein Durchschlag innerhalb der Mehrfachdurchführung auf der 30 kV-Seite, durch den der untere Abschlußdeckel des mit Masse ausgegossenen Hartpapierdurchführungsrohres in den Transformator hineingedrückt war. Die durch Splintverbohrungen sehr stark geschwächten Durchführungsbolzen waren gerissen. Durch die Lageveränderung des Deckels waren mehrere Anschlüsse zur Berührung gekommen, so daß — wahrscheinlich bei der zweiten Einschaltung — sich hier geringe Schmorstellen von wenigen Kubikmillimetern Größe gebildet hatten. Der Fehler hätte durch Auswechseln der Durchführung noch am gleichen Tage beseitigt werden können. Es wurde hiervon jedoch abgesehen, weil der Transformator kurze Zeit danach zur Umänderung der Anzapfungen in die Fabrik eingesandt werden sollte.

7. F a l l. An einem Transformator für 7000 kVA, 45 000 V, ohne Ausgleichgefäß, bei dem allerdings nur der Alarmkontakt angeschlossen war, trat der Buchholzschutz in Tätigkeit. Die Kontrolle ergab, daß der Schutzapparat

vollständig ohne Öl war. Eine Senkung des Ölspiegels im Transformator war eingetreten. Die nähere Untersuchung des Transformators ergab nun, daß das Rohrbündel infolge elektrolytischer Zersetzung undicht geworden war und so das Öl in das Kühlwasser treten konnte. Infolge rechtzeitiger Feststellung des Ölverlustes nahm der Transformator keinerlei Schaden. —

Fassen wir diese Betriebserfahrungen zusammen, so ergibt sich folgendes Bild:

Von den sieben berichteten Vorfällen wären drei, nämlich die Fälle 1, 5 und 7, von keinem der sonst üblichen elektrischen Fehlerschutzsysteme erfaßt worden, bevor sich nicht schwerste Beschädigungen entwickelt hätten. Der Differentialschutz hätte in den Fällen 2, 3 und 6 wohl angesprochen, hat sich aber in den Fällen 2 und 6, in denen er vorhanden war, dem Buchholzschutz deutlich unterlegen gezeigt, obwohl besonders der Fall 6 für die Wirkungsweise des Differentialschutzes sehr günstig, für die des Buchholzschutzes sehr ungünstig lag. Der 4. Fall zeigt, welchen Wert der Buchholzschutz auch dann haben kann, wenn es sich nicht um unmittelbare Transformatorenfehler handelt.

Theorie und Praxis beweisen gemeinsam, daß der Buchholzschutz mit absoluter Sicherheit rechtzeitig zur Verhütung größerer Schäden anspricht, wenn es notwendig ist, daß er aber ebenso sicher nicht durch irgendwelche äußeren Einflüsse in Tätigkeit gesetzt werden kann, bei denen seine Wirkung unerwünscht sein könnte.

---

16. Jahrestagung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft in Karlsruhe i. B.

Das Programm der am 22. und 23. VI. 1928 abgehaltenen Jahrestagung erstreckte sich einmal auf das Problem der Lichtreklame und dann auf die Lichttechnische Belehrung durch praktische Darbietungen.

H. Lux, Berlin, behandelte die Lichttechnischen Grundlagen der Reklame-Beleuchtung. Nach einer durch Lichtbilder veranschaulichten Skizzierung des technischen und ästhetischen Standes der Lichtreklame vor und nach dem Weltkriege wandte er sich den lichttechnischen Bedingungen zu, die erfüllt sein müssen, um eine gute Erkennbarkeit der Lichtzeichen zu ermöglichen. Diese Bedingungen sind wesentlich physiologischer Art, und sie decken sich mit den allgemeinen Bedingungen für die Wahrnehmbarkeit eines Gegenstandes durch das Auge. Es ist deshalb von den Grundempfindungen des Auges auszugehen, nämlich 1. der Fähigkeit, Leuchtdichte-Unterschiede als solche wahrzunehmen, wobei die Unterschiedsempfindlichkeit die Höchstleistung darstellt; 2. die Formenempfindlichkeit, die Fähigkeit, die Form von Leuchtdichte-Unterschieden zu erkennen. Dazu kommt dann noch 3. die Perzeptionszeit, die in Kombination mit der Unterschiedsempfindlichkeit die Schwellenwerte für kurzdauernde Reize und in ihrer Kombination mit der Formenempfindlichkeit die Wahrnehmungsgeschwindigkeit ergibt, nämlich die erforderliche Grenzzeit, um einen Kontrast von bestimmter Form eben noch wahrnehmbar zu machen.

Für die Lichtreklame wesentlich sind vor allem die Unterschieds- und Formenempfindlichkeit, während die Empfindungszeit eine geringere Rolle spielt. Denn selbst bei den Bewegungsvorgängen in der Lichtreklame liegen die technisch erreichbaren Geschwindigkeiten im allgemeinen beträchtlich über den Schwellenwerten, und das Nachleuchten der Glühlampen bringt von selbst eine Korrektur, wenn sich etwa die Schaltvorgänge zu rasch vollziehen. Beim Auftreten von verschiedenen Formen mit geänderter Leuchtdichte am gleichen Orte kann sich allerdings eine unangenehme Flimmerempfindung bemerkbar machen, für die es aber bei jeder Leuchtdichte eine kritische Geschwindigkeit für die Intensitäts- und Formänderung gibt. Diese kritische Geschwindigkeit etwa bei der Anwendung von Wechselinschriften ist aber leicht zu vermeiden. — Dagegen spielt die Empfindungszeit dort eine nicht unwesentliche Rolle, wo sich die Nachwirkungen der Lichtreize auf der Netzhaut bemerkbar machen, die bei rascher zeitlicher Änderung der Lichtzeichen die Schärfe der Wahrnehmung erheblich beeinträchtigen. Bekannt sind hier die kometenartigen Lichtschwänze der Buchstaben in der Wanderschrift. Eine Erscheinung, die ein Analogon in den verwaschenen Zeichnungen der ersten kinematographischen Vorführungen hat, die aber auch mit den gleichen Mitteln zu beseitigen ist, indem man die kontinuierliche Bewegung mechanisch oder optisch in eine ruckweise verwandelt.

Im Gegensatz zu dem Einflusse der Perzeptionszeit auf das Deutlichsehen bei Vorführungen der Lichtreklame sind diejenigen Vorgänge besonders zu beachten, bei denen Unterschieds- und Formenempfindlichkeit eine entscheidende Rolle spielen.

Bei der Lichtreklame handelt es sich durchweg um außerordentlich starke Kontraste zwischen den eigentlichen Lichtzeichen und dem Hintergrunde. Das ist besonders wichtig für die Formenempfindlichkeit, auf die es bei der Lichtreklame in erster Linie ankommt; da sie aber auch bei ausgedehnten Objekten stärker ist als bei kleinen, wobei der Sehwinkel als Maßstab zu denken ist, so muß nicht nur auf den Leuchtdichte-Kontrast, sondern auch auf die passende Größe der Leuchtzeichen ganz besondere Rücksicht genommen werden, und zwar nicht nur auf die Größe des ganzen Objektes, z. B. eines Buchstaben, sondern auch auf die Größenverhältnisse der Zeichnungs-Details. Dem Kontrast zwischen der Leuchtdichte des Lichtzeichens und dem Hintergrunde ist aber durch die Irradiationserscheinung eine Grenze gesetzt, denn je stärker dieser Kontrast ist, um so mehr übersteigt die scheinbare Größe des Lichtfleckes seine wirkliche Größe, die Formen werden verwaschener und die Formenempfindlichkeit nimmt ab.

In seinen Untersuchungen über die Wahrnehmbarkeit von Lichtzeichen hat bereits C. A. Atherton (ETZ 1927, S. 82) empirische Gleichungen und Tabellen über den Einfluß der Irradiation und der Größe der Lichtzeichen im Verhältnis zum Abstande des Beschauers aufgestellt, die von der Technik leider noch viel zu wenig beachtet werden; viele Mißerfolge sind deshalb nur zu erklärlich.

Von Wichtigkeit für die deutliche Erkennbarkeit der Lichtzeichen ist es jedenfalls, daß die leuchtende Fläche eine möglichst gleichmäßige Leuchtdichte aufweist, und daß der Kontrast gegen die Leuchtdichte des Hintergrundes nicht zu stark wird. Wie groß die Gleichmäßigkeit sein muß, ist schwer festzulegen. Je geringer der Abstand vom Beschauer ist, um so größer muß sie jedenfalls sein. Bei Leuchtbuchstaben, die aus einzelnen Lampen hergestellt sind, wird man deshalb in engen Straßen dicht nebeneinanderstehende kleine Lampen vorziehen, um eine gleichmäßig helle Leuchtfläche zu erzielen, während man bei Leuchtzeichen in großer Entfernung große Lampeneinheiten in größerem Abstande voneinander wählen kann. So wirken beispielsweise 10 W-Lampen im Abstande von 8 cm voneinander angeordnet in einer Entfernung von 100 m bei dunklem Hintergrunde wie eine gleichmäßig leuchtende Fläche, während 75 W-Lampen, die 26 cm voneinander abstehen, erst in 210 m Entfernung eine scheinbar gleichmäßig leuchtende Fläche bilden. Bei hellerem Hintergrunde müssen die Entfernungen nahezu verdoppelt werden, was seinen Grund darin hat, daß bei geringerem Kontraste der Leuchtdichten von Objekt und Hintergrund die Unterschiedsempfindlichkeit ansteigt.

Auf diesen Erscheinungen beruht die große Überlegenheit der aus Leuchtröhren hergestellten Schriftzeichen, mit relativ geringer aber gleichmäßiger Leuchtdichte über die ganze leuchtende Fläche. Die gleichen Gründe sind aber auch maßgebend für die Verdrängung der aus einzelnen Glühlampen hergestellten Leuchtschilder durch die diffus leuchtenden Opalglasbuchstaben, die von vornherein eine gleichmäßig leuchtende Fläche von geringer Leuchtdichte aufweisen. Derartige Lichtreklamen sind schon in kleinen Entfernungen wirksam, also selbst in ganz engen Straßen brauchbar.

Auch das erfolgreiche Wiederaufleben des Transparentes wird durch die erwähnten Erscheinungen begründet. Das Transparent kommt heute vornehmlich als Ausleger- oder Fahnenschild senkrecht zur Hausfront und zur Gehrichtung zur Anwendung und erfüllt hier seine werbende Wirkung in ganz hervorragender Weise. In der praktischen Ausführung ist es ein von innen erhellter schmaler Kasten mit Glaswänden, auf die eine Zeichnung oder Buchstaben in irgendeiner Weise aufgebracht sind. Hierbei sind zwei Hauptarten zu unterscheiden: 1. Helle Scheiben mit dunkler Schrift und 2. dunkle Scheiben mit heller Schrift. Die zweite Ausführungsart ist der ersten beträchtlich überlegen. Um einer großen Fläche selbst



aus sehr gut streuendem Trübglase eine gleichmäßige Leuchtdichte zuzuerteilen, müssen relativ zahlreiche kleine Lampen verwandt werden. Die große, stark leuchtende Fläche wirkt aber selbst in gut beleuchteten Straßen stark blendend, wodurch die Erkennbarkeit der Schrift beeinträchtigt wird. Dazu kommt dann noch der Einfluß der Irradiation, infolge deren der helle Hintergrund über die dunkle Schrift übergreift und diese scheinbar verschmälert, so daß sie an Lesbarkeit einbüßt. Bei einem dunklen Schilde mit hellen Buchstaben dagegen genügen wenige und größere Lampen, um die leuchtenden Zeichen gleichmäßig zu erhellen, und durch Irradiation werden die Schriftzeichen bzw. die Zeichnung verstärkt. Die Lesbarkeit nimmt demgemäß zu. Aus den bereits erwähnten Gründen sollte über einen Leuchtdichte-Kontrast im Verhältnis von 1 : 10 bis 1 : 20 nicht hinausgegangen werden, um den Einfluß der Irradiation nicht zu groß werden zu lassen. Man wird deshalb zweckmäßigerweise nicht weiße Schrift auf schwarzem, sondern auf irgendeinem noch lichtdurchlässigen, zweckmäßig farbigen Untergrunde wählen, oder rot oder blau überfangenes Opalglas mit Schriftzeichen, die aus dem Überfangglase ausgespart sind.

Die Schriftzeichen selbst müssen so einfach wie möglich sein, damit sie lesbar bleiben. Bei der bekannten Balkenschrift, einer schrägen oder senkrechten Groteskschrift, sind alle unterscheidenden Merkmale der Buchstaben so scharf ausgeprägt, daß sie selbst durch starke Irradiation nicht verwischt werden. Sie eignet sich deshalb ganz besonders für Lichtzeichen. Dagegen ist jede Zierschrift und vor allem die gotische Mönchschrift für Lichtzeichen vollständig unbrauchbar. Die unterscheidenden Merkmale sind bei diesen Schriftarten so geringfügig, daß sie bei einem Leuchtbuchstaben, der doch nur das Buchstabengerippe wiedergeben kann, vollständig verschwinden. — Das gilt für alle Formen der Lichtreklame, sowohl für die mannshohen Leuchtschilder auf den Hausdächern als auch für die Firmenschilder über den Läden.

Eine Reklame, die nur durch mühsames Buchstabieren aufgefaßt werden kann, verfehlt vollständig ihren Zweck. Sie kann nur wirken, wenn sie sich auch dem eiligen Passanten schlagartig ins Bewußtsein einprägt. Dazu muß sie einfach und prägnant sein; aber sie muß auch auffallend sein, damit sie sich aus der Umgebung zahlreicher anderer Lichtreklamen wirksam heraushebt. — Aus diesen Gründen hat das bewegte Leuchtschild, der wechselnde Text von Ankündigungen und selbst die Wanderschrift in der Großstadt viel von der anfänglichen Wirksamkeit verloren, denn in dem hastenden Getriebe des Verkehrs ist es ganz unmöglich, in behaglicher Ruhe zu verweilen, um irgendeine Leuchtschrift aufmerksam zu lesen.

In diesem Zusammenhange ist es nicht unwichtig darauf hinzuweisen, wie manche Reklame auch schon durch Mißachtung der lichttechnischen Bedingungen ihren Zweck vollständig verfehlt. Dazu gehören die Glühlampen mit den in Buchstabenform gebogenen Leuchtdrähten, dazu gehören ferner die mit Glühlampenrahmen versehenen Ankündigungen in Schaufenstern und den Hausfronten der Lichtspieltheater, bei denen durch Blendung das Erkennen des Textes oder der bildlichen Darstellung verhindert wird. Dazu gehören weiter auch die angeleuchteten Firmenschilder, bei denen die Lichtquellen irgendwie sichtbar sind.

An und für sich können gut angeleuchtete plakatmäßige Darstellungen oder Schilder eine ausgezeichnete Werbewirkung hervorbringen, aber das ist nur bei lichttechnisch vollkommener Durchführung möglich. Bildmäßige Darstellungen werden zweckmäßig in vertieften Nischen der Hauswand angebracht und durch verborgene Soffittenleuchten aus der dunklen Umgebung hervorgehoben. Je tiefer die Nische ist, um so leichter ist es, die Leuchten den Blicken zu entziehen und eine Wirkung zu erzielen, die der eines gut beleuchteten Bühnenbildes entspricht.

Nachdem noch kurz die verschiedenen Formen der leuchtenden und angeleuchteten Schilder besprochen wurden, ging der Vortragende auf die in den letzten Jahren stark in Aufnahme gekommene Illumination von Warenhäusern, Kino-Theatern, Gast- und Vergnügungstätten und das Anleuchten ganzer Bauwerke ein, die deshalb lichttechnisch von besonderem Interesse sind, weil sich hier etwas vollkommen Neues anbahnt, weil eine neue Form der Malerei zu werden beginnt, die von der Fläche in den freien Raum hinausstrebt und die mit Farben arbeitet, denen nichts Körperliches mehr anhaftet, die einen unendlich viel größeren Reichtum an Helligkeitswerten und Kontrasten aufweist, als sie der Maler auf der Palette zur Verfügung hat und mit denen sich deshalb auch Farbensymphonien von orgiastischer Gewalt erzeugen lassen.

Den künstlerischen Gedanken verfolgte Architekt H u g o H ä r i n g, Berlin, in seinem Vortrage über L i c h t r e k l a m e i m S t ä d t e b i l d e.

Mit besonderer Freude stellte der Vortragende die neue Einstellung der Lichttechniker fest, die sich bewußt werden, daß außer den reinen Fragen der Konstruktion und der Erfüllung der Leistungsansprüche noch geheime Zusammenhänge mit anderen Dingen vorhanden sind, die nicht ignoriert werden können, obwohl sie weder technisch noch physiologisch noch sonstwie wissenschaftlich faßbar sind. Aber er wolle nicht Werturteile über künstlerische Dinge geben, sondern versuchen, den allgemeinen Tatbestand der Materie im Hinblick auf rein gestalterische Fragen zu umreißen. Bei dem Lichte, dem von Natur aus eine starke Wirkung künstlerischer Art anhaftet, kommt es nicht so sehr darauf an, durch Steigerung der erzeugten Lichtströme wirken zu wollen, sondern darauf, die Lichtströme zu organisieren, das Licht zu bestimmten Wirkungen zu disziplinieren. Hier wird auch sofort ein kennzeichnender Unterschied zwischen den Methoden der Amerikaner und der Deutschen merkbar: dort eine Massierung, hier eine Disziplinierung des Lichtes. Wenn aber von diesem deutschen Standpunkte gegen die Häufung der Lichtreklame Einwände erhoben werden, so gelten diese Einwände doch nicht dem Licht, sondern der Reklame. Das Licht braucht die Reklame nicht, aber die Reklame braucht das Licht. Die Frage ist nur, w i e sie es gebraucht und wie sie es gebrauchen sollte. Zwei Leistungsansprüche sind hier zu erfüllen, die Fülle des Lichtes soll die Ware beschaubar machen oder auf sie hinweisen, und sie soll den Käufer in den Zustand der Verzauberung versetzen. — Die Lichtreklame von heute begnügt sich aber meist damit, ein Lichtzeichen zu geben, dagegen verabsäumt sie es, die nähere und erst recht die fernere Umgebung in die Behandlung mit einzubeziehen, die Lichtreklame wird an den Hausfassaden nur so angebracht, wie man einen Orden am Rocke feststeckt. Die alten Fassaden sind aber nun durchaus nicht dafür gebaut, eine Verständigung zwischen ihnen und dem Reklamebedürfnis herbeizuführen, was ein immer zwingenderes Bedürfnis wird. Alte Fassaden in diesem Sinne sind auch Bauten von der künstlerischen Qualität des Messelschen Wertheimbaues. „Weiße Wochen" verträgt auch der beste Messel nicht. Die Gegenwart behandelt die Hausfront wie eine Wandtafel, auf die jeder einzelne seine Ankündigungen mit Licht hineinschreibt, wo er Platz findet, und selbst bis auf das Dach hinauf klettern die leuchtenden Schriftzüge. Damit aber wird der alten Fassadenkunst das Lebenslicht völlig ausgeblasen, und die dem Architekten gestellte Aufgabe besteht lediglich darin, zwischen den Schriftflächen und den Einfallöchern des Lichtes, den Fenstern, ein angenehmes Verhältnis herzustellen. Die natürlichste Lösung ist dabei die Aufteilung der Fronten in Schriftbänder und Fensterbänder, eine Frontbehandlung, die auch nachts ein durchaus klares und konsequentes Bild gibt, bei der sogar das Nachtbild für das Ansehen des Hauses von größerer Wichtigkeit als das Tagbild ist. Freilich findet auch eine Rückwirkung auf das Tagbild statt, die neue Front stellt sich vom Sockel bis zum Dachabschluß als eine einzige Form dar. Die Maßstabverschiebungen an den Fronten machen sich natürlich auch in der Physiognomie der Straßen und der Plätze geltend. Die ganze Straße wird architektonisch auf der erwähnten Zweiteilung der Fronten aufgebaut.

Außer dieser Auflösung der Fronten in Schrift- und Fensterbänder gibt es aber auch den anderen Weg, die ganze Front kompositionell als Fläche sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung auszubauen, ohne einer Richtung den Vorzug zu geben. In dem W a c h t h o f in der Luisenstraße in Berlin hat K o r n diesen Weg eingeschlagen. Diese Lösung ist differenzierter und mannigfaltiger im Aufbau als die rein horizontale Beleuchtung der Schriftbänder und sie führt dazu, die Fassade mit den verschiedenen Horizontal- und Vertikalbeleuchtungen, mit Lichtschlitzen und Schattenteilen kompositionell zu erfassen, ein Lichtgebilde mit selbständigen, gestalterischen Absichten zu schaffen. Es entsteht eine Front als eine Art von Lichtplastik.

Der Berliner Künstler B r a u n arbeitet schon seit Jahren in dieser Richtung. In den Braunschen Lichtplastiken wird eine Tiefenwirkung des Raumes durch ein einfaches kulissenmäßiges Aufstellen und Verdecken der Lichtquellen erreicht. Aber was entsteht, ist doch erst dreidimensional im Sinne eines Reliefs. Von einem anderen heutigen Künstler, G a b o, wird durch Aufgeben des Reliefprinzipes schon weiter gegangen, er denkt bereits räumlich Während das Relief einen festen Standpunkt

vor sich bedingt, wird jetzt ein Standpunkt zugelassen, der in dem Werke selbst liegt. Gabo nimmt also ein Gestalten im Raume vor, wie es gerade praktisch bei der Lichtgestaltung von Plätzen vorliegt. Von hier aus führt der Weg bereits weiter zu einer vollkommenen Veränderung der gesamten Auffassung des Hauskörpers, des „Sachsarges", wie die gemauerte Kiste mit hineingeschnittenen Löchern treffend genannt wurde. Es entsteht ein neues licht- und luftdurchflutetes Gebilde, das keine substantiell wirkende Abgrenzung nach außen mehr kennt. Die Massivität des Hauses ist aufgehoben. Der Außenraum geht bis in die Tiefe des Hauses, und aus dem Innern des Hauses langt man direkt in den freien Raum. Ein solches Haus ist nicht zu errichten ohne Glas, natürlich auch nicht ohne Eisen, Metall und Zement. Licht, Glas und Metall gehören zusammen, und an dem Hause, das sich Taut selbst gebaut hat, ist vielleicht das Neueste das Nachtbild, das nicht nur von dem Architekten angestrebt wurde, sondern auch den nachhaltigsten Eindruck dieses Hauses ausmacht.

In diesen Entwicklungsgang gehört auch das von Döcker gebaute Lichthaus Lutz in Stuttgart, das in dem anziehenden Nachtbilde Stuttgarts als besonders interessant auffällt.

Die Glasarchitektur, wie sie im Werden begriffen ist, kommt auch der künstlichen Entwicklung der Lichtreklame zu einer höheren Stufe zugute. Heute ist die Lichtreklame nicht besser als eine Zeitungsannonce. Stellen wir uns hingegen vor, daß eine Platzanlage oder eine Straßenwand in ihrer ganzen räumlichen Erscheinung planmäßig oder als Platz- oder Straßengebilde auf eine große Lichtkomposition hin angelegt werde, in die sich die einzelnen Leuchtschriften, Wanderschriften usw. einordnen, so wird deutlich, daß die Lichtreklame, bezogen auf das Stadtbild, zu größeren Gesamtwirkungen gebracht werden kann und muß, indem sie in räumliche Lichtkompositionen größten Ausmaßes einbezogen wird. Schon die bescheidenen Anfänge, die gemacht sind, geben einen kleinen Begriff von dem hier Möglichen. Und schließlich sei nicht vergessen, daß das phantastische Bild, das die Lichtfülle einer nächtlichen Reklamestadt bietet, einen wesentlichen Bestandteil des Aussehens unserer Großstädte bildet; man könnte sogar sagen, daß die Intensität einer Weltstadt gemessen werden kann an der Intensität ihres Nachtbildes.

Neben der technischen und der künstlerischen Seite sind von besonderer Wichtigkeit die Wirtschaftlichen Wirkungen der Lichtreklame, über die E. Jacob, Stuttgart, sprach. Am schwierigsten sind die Vorteile für den Veranstalter zu erfassen, da sich selten oder nie mit Sicherheit entscheiden läßt, welche Umsatzsteigerung auf die Ausnutzung der Reklame entfällt. Bei einem kleinen Geschäfte, das sich ein elektrisches Längsschild-Transparent und eine verbesserte Schaufenster-Beleuchtung für 2000 RM erstellen läßt, belaufen sich die jährlichen Betriebskosten, einschließlich Amortisation und Verzinsung auf rd. 1520 RM, was bei einem Bruttogewinn von 35 % eine jährliche Umsatzsteigerung von 4350 RM bedingt. Besonders in kleineren Städten, in denen die Geschäfte hauptsächlich mit fester Kundschaft arbeiten, ist nicht mit Sicherheit auf eine solche Umsatzsteigerung infolge der verbesserten Lockmittel zu rechnen, sie liegt aber immerhin noch im Bereiche des Möglichen. — Bei einem großen Kino-Theater, das sich Leuchtschilder und eine Neonröhren-Anlage für 10 000 RM erstellen läßt, die an jährlichen Betriebskosten 3800 RM erfordert, ist eine Steigerung der Besucherzahl um 2500 im Jahre — bei einem durchschnittlichen Eintrittspreise von 1,50 RM — erforderlich, um die Betriebskosten zu decken. Dieser Erfolg liegt im Bereiche des Möglichen; befinden sich in der Nachbarschaft der Unternehmung aber bereits Konkurrenz-Unternehmungen, die mit Lichtreklame arbeiten, so werden die Ausgaben für eigene Reklame-Beleuchtung unbedingt erforderlich, um die sonst eintretende Abwanderung der Besucher zu verhindern. — Die Pacht-Reklame, das Vermieten ganzer Häuserfronten oder Giebelwände, wofür in Berlin bis 50 000 RM im Jahre, in größeren Provinzstädten immer noch 10 000...15 000 RM gefordert und gezahlt werden, kommt nur für bestimmte Markenartikel, die von vornherein auf intensive Dauerreklame angewiesen sind, in Betracht. Die Vermietungsreklame, bei der wechselnde Texte, wechselnde Bilder, Wanderschrift dargeboten werden, hat weder für die Mieter noch für die Vermieter wesentliche Vorteile gebracht. Diese Art der Reklame ist deshalb auch im Verschwinden begriffen.

Ganz unverkennbare Vorteile hat die Lichtreklame den Erstellern und den Installateuren gebracht. Zahlenmäßige Angaben lassen sich aber hier nur für einzelne Städte machen.

Schließlich kommen noch die Elektrizitätswerke als Nutznießer der Lichtreklame in Betracht. Ein Teil der Lichtreklame fällt in die Zeit der Spitzenbelastung, der größere Teil aber wirkt auf eine Verlängerung der Benutzungsdauer hin. Bei geeigneter Tarifpolitik, wenn beispielsweise für die während der Spitze entnommene elektrische Arbeit eine kräftige Leistungsgebühr oder ein erhöhter Kilowattstundenpreis gefordert, gleichzeitig aber auch der Strom nach dem Abklingen der Spitze wesentlich verbilligt wird, kann dem liefernden Werk kein Schaden erwachsen, und der Abnehmer wird nicht verärgert. Für Stuttgart ergab sich beispielsweise im Jahre 1927 eine Steigerung der Bruttoeinnahme um 480 000 RM, die ohne die Lichtreklame nicht erfolgt wäre.

Im Anschluß an die drei prinzipiellen Vorträge besprach sodann K. Wiegand die Verwendung der Glühlampen und der Entladungsröhren in der Lichtreklame, wobei er auch auf die technische Einrichtung der Leuchtschilder näher einging. J. Adolph behandelte das Anleuchten von Gebäuden, dessen künstlerischen Fortschritt er besonders hervorhob, und dessen Ausführung und Kosten er eingehend behandelte. W. Bertelsmann brachte interessante historische Erinnerungen an die Benutzung des Gases in der Reklame, die in der Gegenwart aber so gut wie vollständig verschwunden ist. Schließlich beschloß H. Haase, Frankfurt a. M., die Vortragsreihe mit einer Behandlung der Wanderschrift in ihren verschiedenen Ausführungsformen.

Der zweite Verhandlungstag brachte außer den satzungsmäßigen geschäftlichen Verhandlungen einen Vortrag von L. Schneider, Berlin, über Lichttechnische Vorführungen und ihre Ausbildung, sowie eine übersichtliche Darstellung von J. Teichmüller der von ihm gegründeten Lichthalle. Eine ausführliche Beschreibung seiner Lichthalle hat Teichmüller bereits selbst an dieser Stelle gegeben (ETZ 1928, S. 941), es sei deshalb hier nur kurz auf diese Abhandlung verwiesen.

In seinem Vortrage über Lichttechnische Vorführungen und ihre Ausbildung ging L. Schneider von der Tatsache aus, daß es außerordentlich schwer sei, lichttechnische Leistungen, überhaupt Lichtwirkungen, ihrem wirklichen Eindrucke nach photographisch wiederzugeben; das sei nur durch unmittelbare Vorführungen möglich. Während man sich in Deutschland vor und in den ersten sechs Jahren nach dem Kriege damit begnügt hatte, derartige Vorführungen auf einzelnen Ausstellungen zu zeigen, wurden in Amerika seit 1919 an verschiedenen Stellen besondere lichttechnische Vorführungsräume geschaffen, die das Interesse für die Lichttechnik in weite Kreise trugen. In Deutschland wurde ein Anfang in gleicher Richtung im Jahre 1924 mit der Eröffnung des Osram-Lichthauses gemacht[1]; einige Elektrizitätswerke folgten dann mit der Errichtung von Demonstrationsräumen nach.

Bei den lichttechnischen Vorführungen müssen zunächst die lichttechnischen Grundlagen veranschaulicht und verdeutlicht werden.

Da das Auge die lichttechnischen Vorführungen nicht nur einfach betrachten muß, sondern bei der Vorführung mitwirkt, insofern, als der Einfluß der Beleuchtung auf Teilempfindlichkeiten des Auges gezeigt wird, müssen solche Vorführungen besonders sorgfältig ausgestaltet werden. Sie sollen so deutlich wirken, daß auch der ungeübte Beobachter sofort das erkennt, was gezeigt werden soll. Sie müssen auf den Standort des Beobachters Rücksicht nehmen, wenn eine Demonstration vor einem großen Zuhörerkreis gezeigt wird. Die Vorführung soll ohne Täuschung wirken und muß ungewungen Schlüsse auf die Praxis zulassen. Gegenüber einer beschränkten Anzahl von Standarddemonstrationen in Amerika und einigen europäischen Ländern, die nach amerikanischem Vorbilde arbeiten, ist in Deutschland eine Fülle guter Vorführungen entwickelt worden, die es gestatten, fast alle Grundlagen der Lichttechnik und ihre Anwendung in der Praxis zu zeigen.

In zweiter Linie kommt dann die Vorführung der Lichtwirkung in fertig eingerichteten Räumen, wobei immer richtige und falsche Beleuchtung gezeigt werden sollte. Ausnahmsweise können auch verkleinerte Modelle benutzt werden. Hier aber ist darauf zu achten, daß alle Ausrüstungsgegenstände der Modellräume und auch die Leuchten selbst proportional den Räumen verkleinert werden müssen, da sonst leicht ganz falsche Wirkungen entstehen können. *Lr.*

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 271.



Was ist unter „betriebsfertigem Eigengewicht" im Sinne § 14 der Kraftfahrzeugverkehrsordnung bei Elektrokarren zu verstehen?

Von Landgerichtsdirektor Dr. **A. Heucke,** Berlin.

Übersicht. Unter betriebsfertigem Eigengewicht im Sinne § 14 der Kraftfahrzeugverkehrsordnung ist bei Elektrokarren nur das Eigengewicht der Karren selbst ohne Aufbau zu verstehen.

Nach § 14 der Verordnung über den Kraftfahrzeugverkehr vom 16. III. 1928 (RGBl. I S. 92) bedarf grundsätzlich jeder, der auf öffentlichen Wegen ein Kraftfahrzeug führen will, der Erlaubnis der zuständigen Verwaltungsbehörde. Ausgenommen hiervon sind ausschließlich im inländischen Verkehr benutzte Elektrokarren, deren betriebsfertiges Eigengewicht 1,75 t, und andere elektrisch angetriebene Kraftfahrzeuge, deren betriebsfertiges Eigengewicht 0,5 t nicht übersteigt.

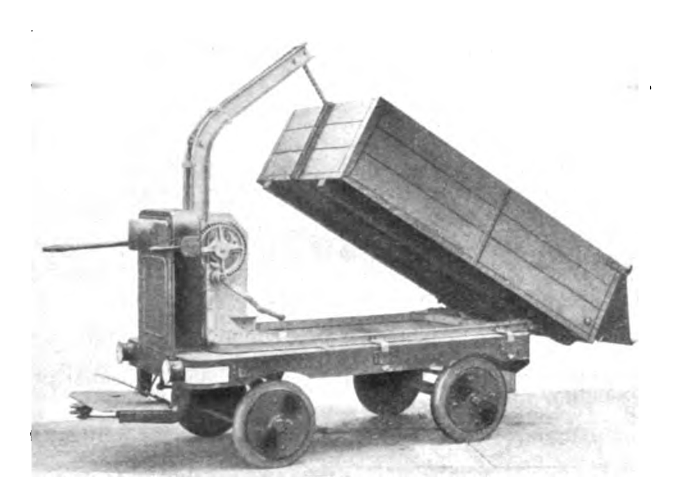


Abb. 1. Elektrokarren mit durch Kran nach hinten kippbarer Mulde.

Bisher, bis zur Neufassung der Verkehrsordnung vom 16. III. 1928, galt die Befreiung vom Zulassungszwang für alle elektrisch angetriebenen Kraftfahrzeuge, deren Steuernutzleistung 1 PS nicht überstieg. Dies ist mit Rücksicht auf das neue Kraftfahrzeugsteuergesetz vom 21. XII. 1927 (RGBl. I S. 509), wie oben dargelegt, geändert worden. Die in § 14 der Kraftfahrzeugverkehrsordnung aufgestellte Ausnahme ist deshalb erfolgt, weil mit Rücksicht auf die einfache Handhabung, die geringe Geschwindigkeit und das geringe Gewicht derartiger Fahrzeuge eine den sonstigen Fahrzeugen innewohnende hohe Betriebsgefahr nicht vorliegt und mithin deren grundsätzlichen Fahrerlaubniszwang nicht zu rechtfertigen vermag. Ähnlich verhält es sich ja mit den übrigen allgemein durch § 2 Abs. 4 der Kraftfahrzeugverkehrsordnung ebenfalls von dem Fahrerlaubniszwang und den Vorschriften der Verkehrsordnung überhaupt ausgenommenen Fahrzeugen, wie Kraftschlitten, Raupenkraftfahrzeugen, Dampfstraßenlokomotiven, Straßenwalzen und allen solchen Kraftfahrzeugen, deren betriebsfertiges Gewicht in beladenem oder unbeladenem Zustande 9 t oder bei Vorhandensein von drei Achsen 15 t übersteigt, sowie mit selbstfahrenden Arbeits- und Werkzeugmaschinen zu landwirtschaftlichen oder gewerblichen Zwecken (z. B. Dampfpflüge, Motorpflüge, Motorsägen). Es fallen darunter im besonderen auch die Zugmaschinen ohne Laderaum (sog. Traktoren) gemäß § 40 der Verordnung. Der Grundgedanke ist bei diesen Ausnahmen derselbe, daß der Betrieb keine oder nur unerhebliche Störungen des öffentlichen Verkehrs mit sich bringt.

Es kann nun zweifelhaft sein, was unter b e t r i e b s f e r t i g e m E i g e n g e w i c h t i. S. § 14 für die dort ausgenommenen Elektrokarren zu verstehen ist.

Ziff. VIII der Anweisung über die Prüfung von Kraftfahrzeugen — Anl. I zur Bekanntmachung des Reichsverkehrsministers über den Kraftfahrzeugverkehr vom 16. III. 1928 (R.Min.Bl. S. 121) — sagt darüber:

> „Als Eigengewicht gilt das Gewicht des betriebsfertigen Fahrzeugs mit gefüllten Betriebstoffbehältern, b e i e l e k t r i s c h a n g e t r i e b e n e n F a h r z e u g e n m i t A k k u m u l a t o r e n b a t t e r i e ; A u f b a u t e n, Signalinstrumente, Beleuchtungseinrichtungen und etwa vorhandene Windschutzscheiben, Kotflügel und Lichthalter sind mitzuwägen ..."

Die wörtlich gleiche Bestimmung enthält jetzt § 8 der Ausführungsverordnung vom 29. II. 1928 zum Kraftfahrzeugsteuergesetz (R.Min.Bl. S. 10). Zur Beurteilung der Sache ist von der technischen Eigenart des Elektrokarrens auszugehen. Die Elektrokarren werden nämlich grundsätzlich, gerade um sie verschiedenen technischen Zwecken dienstbar zu machen, ohne Aufbau geliefert. Jeweils in verschiedenen Fällen werden verschiedene Aufbauten benutzt, die den jedesmaligen Zwecken angepaßt sind, für die die Elektrokarren gerade Verwendung finden sollen. Dieser Aufbau bildet mit dem eigentlichen Elektrokarren kein untrennbares Ganzes, sondern der jeweilige Aufbau wird durch besondere Stützen, Streben und Scharniere auf das Gestell des Karrens aufgesetzt, und es können die verschiedenen Aufbauten daher beliebig für denselben Elektrokarren benutzt und ausgetauscht werden, ohne daß dadurch an seiner inneren Betriebsqualität etwas geändert wird. Entsprechend gilt auch die von den Elektrokarren-Herstellerfirmen angegebene Tragkraft der Fahrzeuge ohne Aufbau. Soll ein Aufbau Verwendung finden, so ist dessen Gewicht von der Tragfähigkeit des Fahrzeuges in Abzug zu bringen. Die Nutzlast vermindert sich dann um das Eigengewicht des Aufbaus. Die Abb. 1 ... 4 mögen dies veranschaulichen. Unzweifelhaft ist, daß bei dem Elektrokarren ohne Aufbau nur dieser Karren selbst einschließlich der elektrischen Akkumulatorenbatterie gemäß Ziff. VIII der Anweisung zur Prüfung von Kraftfahrzeugen — Anl. I zur Bekanntmachung zur Kraftfahrzeugverkehrsordnung (s. oben) — zu wägen ist und sich danach das nach § 14 der Verordnung vorgeschriebene Eigengewicht zu bemessen hat. Zweifelhaft kann es nur sein, ob als Aufbau im Sinne der Ziff. VIII der angeführten Anweisung auch der jeweilig wechselnde Aufbau zu verstehen ist.

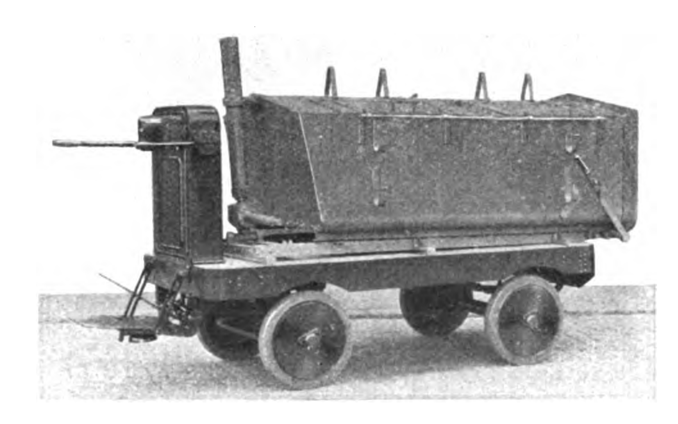


Abb. 2. Elektrokarren mit durch Teleskopwinde nach hinten kippbarer Mulde.

Die Frage ist nach Sinn und Zweck der Vorschrift zu verneinen. Gerade schon der Wortlaut der oben zitierten Ziff. VIII, in dem den Aufbauten Signalinstrumente, Beleuchtungseinrichtungen und etwaige Windschutzscheiben, Kotflügel und Lichtschalter als mitzuwägen gleichgestellt sind, zeigt klar, daß nur an solche Aufbauten gedacht ist, die mit dem Fahrgestell fest und untrennbar verbunden sind.

Andernfalls wäre es auch technisch unmöglich, bei wechselnd benutzten Aufbauten für denselben Elektrokarren einwandfrei und ein für allemal gültig das betriebsfertige Eigengewicht i. S. § 14 der Kraftfahrzeugverkehrsordnung festzustellen. Es würde sonst vielmehr derselbe Elektrokarren je nach seinem gerade benutzten Aufbau in dem einen Fall dem Zulassungs- und Führerscheinzwang unterliegen, in dem andern nicht — ein undenkbarer Zustand.

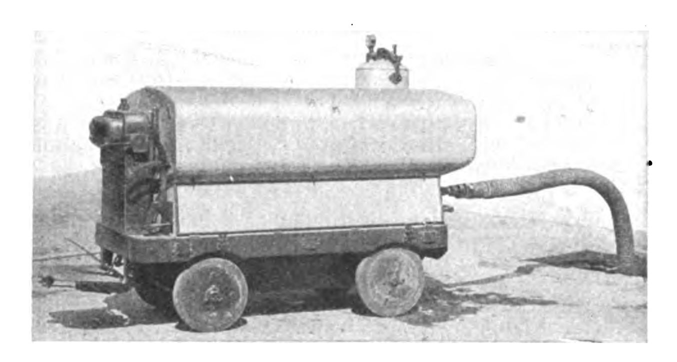


Abb. 3. Elektrokarren mit aufgesetztem Sprengfaß.

Nimmt man dazu noch den bereits oben angeführten inneren Grund für die ganze Ausnahmebestimmung, daß nämlich die einfache Handhabung, die geringe Geschwindigkeit und der ganze Bau und das geringe Gewicht für die Ausnahme entscheidend waren, insofern durch diese kleinen Elektrokarren nur verschwindend geringe Störungen und Gefährdungen des öffentlichen Verkehrs zu befürchten sind, so muß man ebenfalls zu dem Ergebnis kommen, daß bei den Elektrokarren, die leicht zu handhaben sind und



Abb. 4. Elektrokarren mit aufgebautem Schlammkübel für Gullyreinigung.

keine irgendwie gefährliche Geschwindigkeit entwickeln können, auch nur ihr eigenes, ihnen selbst innewohnendes Gewicht als entscheidend in Frage kommt. Denn man kann wohl kaum sagen, daß die in § 2 Abs. 4 der Verordnung aufgeführten Kraftfahrzeuge minder gefährlich sind als die kleinen Elektrokarren, sei es auch immer mit welchem Aufbau, oder daß ein Traktor mit zwei schweren Lastwagen hinter sich weniger als sie den Verkehr zu stören vermöge. Gerade der Ausdruck betriebsfertiges Eigengewicht will doch auch besagen, daß nur das Eigengewicht des Fahrzeugs selbst, so wie es betriebsfertig ist, maßgebend sein soll; d. i. aber bei dem Elektrokarren sein eigenes Gewicht mit der Akkumulatorenbatterie, die ihn betriebsfertig macht. Der Aufbau ist nicht anders zu bewerten als etwa ein loser oder vorübergehend darauf befestigter Behälter, ein Kasten oder eine Kiste.

Demgemäß war auch in der bisher gültigen Fassung des § 14 der Kraftfahrzeugverkehrsordnung das ausschlaggebende Moment nur die Stärke von 1 PS maßgebend, da die Höhe der Pferdestärke die Gefährlichkeit bestimmt. Wenn nunmehr jetzt, um die Verordnung mit dem neuen Kraftfahrzeugsteuergesetz in Einklang zu bringen, dafür das betriebsfertige Eigengewicht eingesetzt ist, so ist dadurch Sinn und Zweck der Vorschrift nicht geändert, sondern der alte geblieben, nämlich, das Gefahrmoment für den öffentlichen Verkehr ist das ausschlaggebende.

Dieses wird aber lediglich, wie ausgeführt, durch den Elektrokarren als solchen bestimmt. Es kann daher nicht im Sinne des Gesetzgebers gelegen haben, dem Aufbau bei ihnen eine so entscheidende Bedeutung beizumessen, daß er bei Feststellung des „betriebsfertigen Eigengewichts" in Betracht kommt.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 260.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird folgende Elektrizitätszählerform dem unten stehenden, beglaubigungsfähigen System eingereiht.

Zusatz zu System 112, die Form E 2, Elektrolytzähler für Gleichstrom, hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft** in Nürnberg.

Berlin-Charlottenburg, den 16. V. 1928.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt
gez.: Paschen.

Beschreibung.

Zusatz zu System 112, die Form E 2, Elektrolytzähler für Gleichstrom, hergestellt von den Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft in Nürnberg.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 211 vom 15. I. 1926 (ETZ 1926, S. 393) zur Beglaubigung zugelassenen Elektrolytzähler für Gleichstrom der Form E 2 des Systems 112 können auch für folgende Nennmeßbereiche beglaubigt werden.

Nennstromstärke A	Nennspannung V	Nennleistung W	Meßbereich kWh
2,5	110	275	50
3	110	330	50
2,5	220	550	50
3	220	660	50
5	110	550	50

Bei den Zählern für 275 und 330 W Nennleistung beträgt bei Nennlast der Spannungsabfall am Zähler etwa 0,5 V und der Zellenstrom etwa 0,000100 bzw. 0,000120 A bei einem Vorwiderstand im Zellenkreis von etwa 4900 bzw. 4000 Ω. Die Zähler für 550 und 660 W Nennleistung haben bei Nennlast einen Spannungsabfall von etwa 0,6 bis 0,8 V und einen Zellenstrom von etwa 0,000200 A bei einem Vorwiderstand im Zellenkreis von etwa 3500 Ω.

[1] Reichsministerialblatt 1928, S. 337.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

132 kV-Freiluft-Umspannwerk. — Das Kraftwerk der Waukegan Generating Company, einer Tochtergesellschaft der Public Service Company of Northern Illinois, besitzt beim gegenwärtigen Ausbau mit drei Stromerzeugern eine Gesamtleistung von 110 000 kW. Die Energie wird mit einer Spannung von 12 kV erzeugt und mit drei Verteilungspannungen, 12 kV, 33 kV und 132 kV abgegeben. Das Freiluft-Umspannwerk für 132 kV (Abb. 1 ... 3) umfaßt im ersten Ausbau zwei Transformatorensätze für zusammen 90 000 kVA Nennleistung, bestehend aus je 4 Einphasentransformatoren (1 Einheit als Reserve) von je 10 000 kVA bzw. 20 000 kVA, ferner 3 Freileitungen für eine Nennleistung von je 60 000 kVA. Es ist Platz vorgesehen für eine Erweiterung auf 7 Transformatorensätze und 10 Freileitungen. Die Transformatorensätze und die Freileitungen sind über Ölschalter an die Hauptsammelschienen, dagegen nur über motorisch angetriebene Trennschalter an die Umschaltschienen angeschlossen. Es besteht aber die Möglichkeit, auch in die Abzweige zu den Umschalteschienen später Ölschalter einzubauen, und so die Umschalteschienen als zweites Sammelschienensystem zu betreiben. Die Transformatoren sind durch Differenzialschutz, der auf die Ölschalter der 132 kV- und der 12 kV-Seite wirkt, geschützt. Jede Freileitung ist mit drei Spannungswandlern und drei luftisolierten Stromwandlern, deren Gewicht je 900 kg beträgt, für die Messung in drei Phasen ausgerüstet. Die Umschalteschienen sind mit den Hauptsammelschienen durch einen Ölschalter verbunden. Beide Sammelschienensysteme sind durch motorisch angetriebene Trennschalter mehrfach unterteilt, so daß der Ölschalter für die Umschalteschienen auch als Notschalter für irgendeinen Transformatorensatz oder eine Freileitung benutzt werden oder auch ein Transformatorensatz und eine Freileitung als Einheit zusammen auf einen Sammelschienenabschnitt geschaltet werden kann.

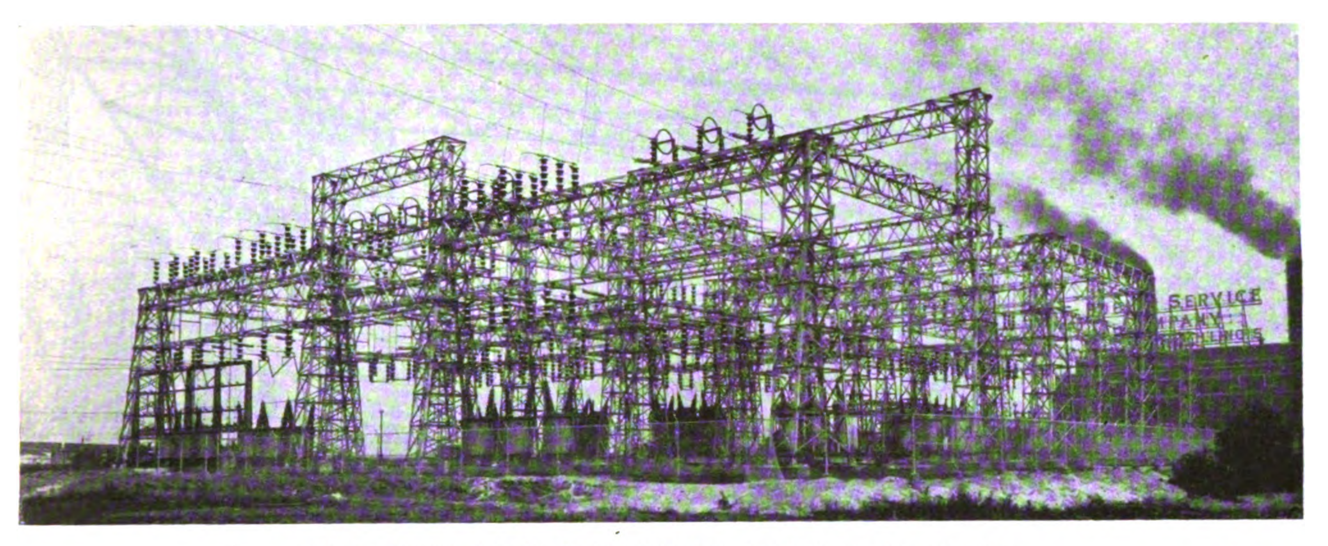


Abb. 1. Gesamtansicht der Freiluftschaltanlage der Waukegan Generating Co.

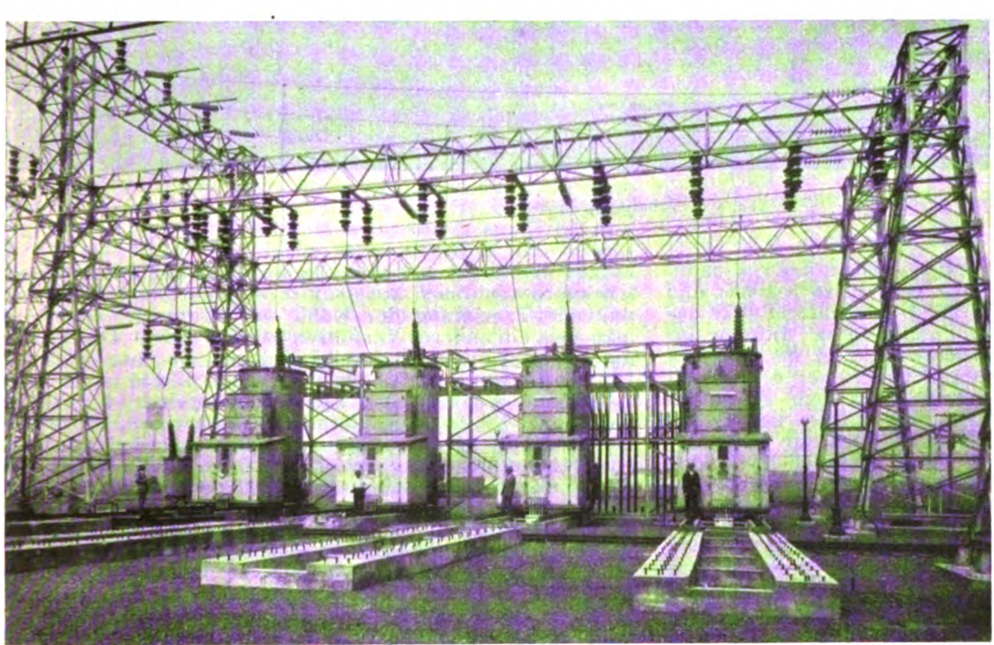


Abb. 2. Transformatorengruppe.

Bemerkenswert sind die dreipoligen Trennschalter in Tandemanordnung, mit Handbetrieb durch Gestänge, die dazu dienen, die Ölschalter beiderseits spannungslos zu machen, und deren Gewicht rd. 3600 kg beträgt. Fünf weitere Trennschalter gleicher Bauart mit Motorantrieb dienen für den Anschluß der Transformatoren und Freileitungen an die Umschalteschienen.

Die vier Stück 20 000 kVA-Transformatoren besitzen angebaute Umschalter für die am geerdeten Nullpunkt angeordneten Anzapfungen der Oberspannungswicklungen. Diese Umschalter, die unter Last betätigt werden dürfen, die Ölschalter und die motorisch angetriebenen Trennschalter werden sämtlich von der Schalttafel aus gesteuert

Die Ölschalter mit einer Abschaltleistung von 1 500 000 kVA sind mit eingebauten Durchführungstromwandlern ausgerüstet. Die Beleuchtung der Schaltanlage wird von einem ungefähr im Mittelpunkt der Anlage aufgestellten Transformator gespeist. Daneben ist ein Notanschluß der Lichtanlage an das Gleichstromnetz vorhanden. Die Lichtmaste derselben Bauart, wie für Straßenbeleuchtung üblich, sind mit Glasglocken ausgerüstet, die den größten Teil des Lichtes nach oben werfen.

Abb. 3. Ölschaltergruppen.

Das Eisengerüst für den ersten Ausbau des Umspannwerks bedeckt eine Grundfläche von rd. 60 × 105 m und besitzt ein Gewicht von rd. 400 t. Der höchste Punkt des Gerüstes liegt 20 m über den Fundamenten. Infolge des Raumbedarfs für das Einlaufbauwerk und das Rechenhaus für die 33 kV-Schaltanlage usw. liegt die Mittelachse der 132 kV-Schaltanlage rd. 180 m vom westlichen Ende des Schalthauses entfernt. Die Länge des 12 kV-Kabelkanals von Innenraum-Ölschalter bis zur Transformatorengruppe III beträgt rd. 170 m, während die Länge der Meßkabel von den Stromwandlern in den Freileitungen bis zu den Zählern auf der Schalttafel rd. 480 m beträgt. (The Delta Star Bd. 4, Nr. 5, S. 4.) *Gthe.*

Betriebserfahrungen in Kraftwerken. — Das Gould Street Kraftwerk der Consolidated Gas, Electric Light and Power Co., das zur Deckung des steigenden Strombedarfs der Stadt Baltimore im Januar 1927 mit einem Turbosatz von 36 000 kW in Betrieb genommen wurde und in drei Ausbaustufen auf 144 000 kW erweitert werden soll, ist dadurch besonders bemerkenswert, daß der gesamte Dampfbedarf jeder Turbine von nur einer Kesseleinheit geliefert wird. Es sind daher im ersten Ausbau mit einem Turbosatz zwei Kohlenstaubkessel von je 3000 m² Heizfläche (davon einer als Reserve) aufgestellt, welche für 32 atü, 385 ° und eine maximal stündliche Dampferzeugung von je 235 t — entsprechend einer Maschinenleistung von 46 000 kW — bei einer Heizflächenbelastung von 80 kg/m² ausgelegt sind.

Im ersten Betriebsjahr hat das Gould Street Kraftwerk eine Reihe technischer Anstände überwinden müssen. Die größten Schwierigkeiten bereitete die Aufbereitung der auf dem Wasserwege herbeigeschafften Steinkohle, da infolge der ungenügenden Entfeuchtung der Kohle in den Dampftrocknern Verstopfungen in den Trocknern selber wie auch in den Transportleitungen, Förderschnecken und Kohlenstaubpumpen auftraten und die Brenner infolgedessen nur unregelmäßig beliefert oder die Brennstoffzufuhr überhaupt unterbrochen wurde. Da mit den Dampftrocknern auch nach konstruktiven Änderungen keine genügende Trocknung der Kohle erzielt wurde, entschloß man sich, ein anderes Verfahren zu verwenden. Die Trocknung erfolgt nunmehr durch Einblasen von vorgewärmter Luft in die Umlaufluft beim Eintritt der Kohle in die Pendelmühlen, wodurch der Feuchtigkeitsgehalt der Kohle von 6 auf 1,7 % herabgesetzt und die bisherigen Schwierigkeiten der Kohlenversorgung beseitigt werden konnten. Die Heizung der Luftvorwärmer erfolgt mit Rücksicht auf die Entfernung zwischen Kesselhaus und der getrennt aufgestellten Zentralmahlanlage durch Frischdampf. Eine weitere Störungsquelle bildeten die unter den Zyklonen angeordneten Staubbunker, welche infolge ihres zu geringen Fassungsvermögens ebenfalls zu Verstopfungen Anlaß gaben und vergrößert werden mußten. Zwecks Vermeidung von Kondenswasserbildung in den Kohlenstaubbunkern des Kesselhauses wurden die Bunkerwände nachträglich mit einer Wärmeisolierung versehen; zur Entfernung der Luftfeuchtigkeit wird außerdem heiße Luft durch die Bunker gedrückt. Die Kohlenstaubzufuhr zu den 16 in 4 Gruppen zusammengefaßten Lopulco-Brennern arbeitete insofern ungenügend, als die Förderschnecken nicht imstande waren, die bei maximaler Dampferzeugung erforderliche Brennstoffmenge auch bei Vergrößerung der Umlaufzahl der Antriebsmotoren anzuliefern.

Nach Einbau von Transportschnecken mit größerer Kapazität wurde zwar die Maximalleistung erreicht, doch traten bei schwacher Last infolge übermäßigen Durch-



rutschens der Kohle erhebliche Kohlenverluste auf. Durch Anordnung von federbelasteten Klappen am Förderende der Schnecken wird nunmehr das unerwünschte Durchrutschen von Kohle verhindert und die Staubzufuhr zu den Brennern den jeweiligen Belastungsverhältnissen angepaßt. Die Handketten zum Verstellen der Regelungsklappen in den Luft- und Abgasleitungen wurden durch Gestänge ersetzt, da die Klappen mehrfach durch unbeabsichtigtes Berühren der Handketten betätigt wurden und in einem Falle hierdurch eine Explosion in der 9,3 m hohen und 7,2 m tiefen Brennkammer herbeigeführt wurde, welche ein Ausbeulen der Blechummantelung sowie mehrerer Kühlrohre zur Folge hatte. Um die Bildung von Explosionsgemischen in der Brennkammer nach Möglichkeit auszuschalten, wird die Luft- und Brennstoffversorgung jedes Kessels selbsttätig überwacht und bei Ausfall eines der Gebläsesysteme ein Teil der Antriebsmotoren für die Kohlenstaubzufuhr abgeschaltet. Die selbsttätige Vorrichtung zur Regelung der Umlaufzahl der Gebläsemotoren, welche durch Veränderung der Polzahl in Abhängigkeit von der jeweiligen Belastung erfolgt, arbeitete erst nach mehreren konstruktiven Verbesserungen einwandfrei. Vibrationen an den Saugzuggebläsen wurden durch geeignete Verstärkungen der Unterstützungskonstruktionen beseitigt. Schwierigkeiten im Kesselbetriebe ergaben sich in erster Linie durch Ansammlung von Schlacke zwischen den Rohren der untersten Kesselrohrreihe nach einer Dauerbetriebszeit von etwa 48 h. Der Vorschlag, ein über das andere Rohr zur Vergrößerung der Rohrabstände zu entfernen, wurde mit Rücksicht auf den Verlust an Kesselheizfläche fallen gelassen und stattdessen, wie vom Kesselfabrikanten vorgeschlagen, jedes zweite Rohr der untersten Rohrreihe mit einem Gefälle von 18 cm verlegt, so daß nunmehr die Asche ungehindert durchfallen kann. Der unerwünscht hohe Feuchtigkeitsgehalt des Sattdampfes konnte durch Einbau eines neu entwickelten Wasserabscheiders zwischen Dampfsammler und Überhitzer auf den zehnten Teil verringert werden. Die Verdampferanlage bereitete insofern Schwierigkeiten, als mit den vorgesehenen Einfachverdampfern die bei normaler Kesselleistung benötigte Zusatzwassermenge nicht erzeugt wurde; glücklicherweise konnte jedoch während der erforderlichen Änderungen ein Kessel der nach Inbetriebnahme des Kraftwerks stillgelegten alten Zentrale zur Erzeugung des Zusatzwassers herangezogen werden. Störungen in der Turbinenanlage beschränkten sich hauptsächlich auf einige leichte Kondensator-Undichtigkeiten. Vibrationen an dem Haupteintrittsventil der Turbine konnten durch Änderung der Aufhängungspunkte und der Gewichtsverteilung der Frischdampf-Rohrleitung beseitigt werden. (El. World Bd. 91, S. 901, 909; Power Bd. 67, S. 742.) *Wa.*

Bemerkungen zur Tariffrage. — In letzter Zeit mehren sich im In- und Auslande die Stimmen, welche die üblich gewordenen, auf einer Leistungs- und einer Arbeitsgebühr aufgebauten Tarife doch noch nicht für die günstigste Lösung der überall heißumstrittenen Tariffragen erachten, da diese Gebührentarife zwar einen Anreiz zur Erhöhung des Stromverbrauches, nicht aber zu seiner gleichmäßigeren Verteilung über die 24 h des Kalendertages bieten. Die Praxis zeigt auch bei den meisten Werken, welche den Gebührentarif eingeführt haben, ein starkes Anwachsen der Spitzen der Belastungskurve.

In dem Doppel- oder noch besser Dreifachtarif wird neuerdings immer mehr die beste Lösung erblickt. Ein solcher ist auch seit Beginn des Jahres 1927 von der Compagnie parisienne de distribution d'électricité eingeführt worden. Über ihn wird in der Revue Générale de l'Electricité ausführlich berichtet. Er sieht einen billigen Nachttarif, der aber auch in der Mittagszeit von 11½ ... 13½ h gilt, einen mittleren Tagestarif von 7 ... 11 h und 13½ ... 15 h und einen hohen Tarif von 15 ... 18 h vor. Während des Sommerhalbjahres wird indessen der hohe Tarif nicht erhoben.

Die Pariser Gesellschaft verspricht sich von diesem Tarif viel für die Verwendung der Elektrizität zu anderen als Beleuchtungszwecken, besonders für Wärmegeräte und Kleinmotoren im Haushalt, aber auch für das Aufladen von Akkumulatoren der Verkehrsmittel und Sicherheitsbatterien.

Über den wichtigsten Punkt, nämlich die Einrichtung der Zähler für einen solchen Dreifachtarif, ist in dem Aufsatz freilich nur gesagt, daß die Umschaltungen entweder durch eine Uhr oder durch ein Relais mit Fernsteuerung ausgeführt werden. Umschaltuhren für jeden kleinen Haushaltungsanschluß können praktisch nicht in Frage kommen; der Dreifachtarif wird sich daher in Deutschland nicht früher einführen, als bis für eine von einer Zentralstelle aus zu bewirkende Umschaltung erprobte Konstruktionen vorliegen.

Daß an diesem Problem nach den verschiedenen Richtungen hin eifrig gearbeitet wird, ist bekannt, und es steht zu hoffen, daß demnächst auch brauchbare Betriebsergebnisse vorgelegt werden können. (Rev. Gén. de l'El. Bd. 21, S. 799.) Thierbach.

Leitungen.

Einleiter-Bleikabel für 132 kV. — Im J. Am. Inst. El. Engs. wird ein Überblick über den heutigen Stand der Fabrikation von ölgefüllten 132 kV-Einleiterkabeln, ihre wirtschaftlichen Vorzüge, theoretischen Grundlagen und über die mit ihnen bisher gewonnenen Betriebserfahrungen gegeben.

1. P. Torchio sieht den wesentlichsten Vorzug von Kabeln derartig hoher Spannung in ihrer unmittelbaren Zusammenschaltbarkeit mit Freileitungen und die damit erzielte Ersparnis an Zwischenspannungsanlagen von 33 bis 66 kV mit ihren Unterstationen und allem Zubehör. Man spart ferner Synchronkondensatoren und verbessert den Wirkungsgrad, die Stabilität im Betriebe u. a. m. Die bisher errichteten 132 kV-Kabelanlagen in Italien bei Mailand, im Anschluß an eine 160 km lange Freileitung, mit 250 A/Phase Belastung, ferner bei Chicago und New York arbeiten anstandslos und versprechen weitere wichtige Aufschlüsse für ihre Eignung zur Großkraftübertragung im Bereich der Städte. Man trägt schon heute keine Bedenken gegen den Bau von 220 kV-Kabeln gleicher Art.

2. L. Emanueli schildert sodann die Entwicklung der ölgefüllten Hohlleiter- bzw. der mit Rillen unter dem Bleimantel zur Führung des Öls versehenen Kabel. Er weist zunächst auf die Entstehungsursachen der Lufteinschlüsse im Dielektrikum während der Fabrikation hin (unvollkommenes Vakuum vor der Tränkung, Freiwerden des Gasgehalts des Papiers beim Tränken, Schwinden des Volumens der Kabelseele nach Aufbringen des Bleimantels infolge der Abkühlung, Hohlraumbildung beim Aufwickeln). Die Hohlraumbildung im Betrieb zufolge der Erwärmung ist beträchtlich und wurde bei einem 66 kV-Kabel nach einer Temperatursteigerung des Leiters um 35 ° zu 16 dm³/km gemessen: der den Mantel auftreibende Druck beträgt etwa 63 g/mm². Die weiteren Ausführungen beziehen sich auf die Lage der Gasblasen, ihre Verteilung und die Zufälligkeiten, welche sich hieraus für Bestimmungen des Ionisierungspunktes usw. ergeben: Steigerung der Isolationsdicke begünstigt die Entstehungsbedingungen der Hohlräume. Es folgt dann eine ausführliche Schilderung des Hohlleiterkabels mit seiner selbsttätigen Ausfüllung der Hohlräume mit dünnflüssigem, aus Speisebehältern zugeführtem, von Luft abgeschlossenem und besonders von Luft befreitem Mineralöl. Solche Kabel verlieren nicht, verglichen mit Normalkabeln gleicher Durchschlagfestigkeit, bei schneller Spannungsteigerung bis zum Durchschlag, wie diese an Durchschlagfestigkeit bei Spannungseinwirkung nach mehreren Stunden, sondern ihre Durchschlagfestigkeit verdoppelt sich sogar. Außerdem haben sie — wegen des Öls — geringere dielektrische Verluste. Die Ölbehälter bestehen aus einer Reihe von parallelgeschalteten flachen, zylindrischen Zellen mit gewellten, leicht biegsamen Wandungen; mit Hilfe von ähnlich gebauten, leicht dehnbare, gasgefüllte Zellen enthaltenden Druckbehältern wird in jedem Kabelabschnitt unabhängig vom Ölvolumen ein Druck von etwa 1 at ständig aufrechterhalten. Den Schluß dieses Abschnittes bildet eine ausführliche Beschreibung der einen völligen Ölabschluß von Abschnitt zu Abschnitt bewirkenden Muffen.

3. Sehr bemerkenswert sind fabrikatorische Einzelheiten, über welche W. S. Clark berichtet, und die z. T. vom sonstigen Herstellungsgang stark abweichen. Die Isolation besteht aus drei Sorten Papier; das dünnste und dichteste liegt am Leiter. Die mit Bleimantel versehene Seele wird aufgetrommelt, abgedichtet, in Dampf erhitzt, evakuiert, dabei auf dielektrische Verluste gemessen (wobei jeder Bleifehler sicher entdeckt wird), und von den Enden aus langsam mit Öl gefüllt. Nach Abkühlung unter Öldruck auf Raumtemperatur wird das Kabel geprüft und mit einer aus Papier-Hartkupfer-Papier und einem zweiten Bleimantel bestehenden Bewehrung versehen; der Versand geschieht ohne Ölfüllung. Jede Trommel wird 15 min lang mit 175 kV zwischen *Cu* und *Pb* gespannt; Prüfstücke wurden 2 h lang bei 0 ° gefroren, dreimal um einen Dorn vom 15fachen Durchmesser gebogen und hielten dann 225 kV Wechselspannung 5 min aus. Nach der Verlegung fand eine Gleichspannungsprobe mit Kenotron bei 300 kV für 15 min statt. Der Leistungsfaktor überschritt bei Raumtemperatur 0,5 % und bei 65 ° 0,65 % nicht. Weitere



Prüfstücke hielten 225 kV Wechselspannung, d. h. die dreifache Betriebspannung, während 24 h schadlos aus; an Durchschlagspannungen wurden bei 5 min 400 kV, bei 1 h 300 kV festgestellt. Einmal gemessene Kabelkonstanten blieben nach einem Erwärmungs- und Abkühlungszyklus unverändert.

4. Der letzte Abschnitt von H. Kehoe, H. Shaw, B. Noe und W. Roper schildert zahlreiche Einzelheiten und Schwierigkeiten, welche bei der Kabelinstallation zu bedenken bzw. zu überwinden waren. Teilweise mußten mit Rücksicht auf die Höhenunterschiede im Gelände die Ölbehälter auf Türmen aufgestellt werden. Dem Füllen der Behälter und der Kabel mit Öl ging ein sorgsames Evakuieren des ganzen Systems voraus, um mit Sicherheit alle Reste des ursprünglich eingebrachten Öls, von Luft usw. zu entfernen.

Die Anlagen in New York und Chicago sind für 91 000 kVA bemessen, gestatten aber eine Erhöhung der Leistung auf 98 000 kVA. Der Ladestrom der Anlage in Chicago macht Blindstromgeneratoren von 14 000 kVA, diejenige von New York solche von 28 000 kVA entbehrlich. (P. Torchio, L. Emanueli, W. S. Clark, A. H. Kehoe, C. H. Shaw, J. B. Noe u. D. W. Roper, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 47, S. 118.) *Eg.*

Risse in bleiernen Kabelmänteln. — Vor der letzten Versammlung des British Institute of Metal wurde in mehreren Vorträgen über Untersuchungen von rissigen Kabelbleimänteln berichtet. Im ersten Vortrag wurde gesagt, daß die Risse interkristallin sind und an der Innenfläche des Mantels zuerst auftreten. Irgendwelche Korrosionsprodukte wurden nicht beobachtet. Hingegen konnte einwandfrei festgestellt werden, daß stets das Stück des Kabels, an dem im Mantel Risse erscheinen, in Bewegung bzw. Vibration geraten war. Proben, die einer wechselnden Beanspruchung ausgesetzt worden waren, zeigten, daß die Ermüdungsgrenze bei Blei sehr niedrig liegt, und Vergleichsversuche mit gewöhnlichem Blei und dem aus einem rissig gewordenen Kabelmantel entnommenen Material ergaben in jeder Hinsicht sehr ähnliche Resultate. Man darf somit wohl annehmen, daß das Rissigwerden der Bleimäntel auf eine Ermüdung des Materials zurückzuführen ist. In einem zweiten Vortrag wurde ausgeführt, daß interkristalline Risse nur als Folge von Korrosion oder Überbeanspruchung des Materials auftreten. Im ersten Falle finden sich in der Umgebung der Risse Korrosionsprodukte, im zweiten ist eine erhebliche Deformation zu beobachten. Durch Zusatz einer kleinen Menge Antimon kann reines Blei gegen das Auftreten von Rissen infolge Wechselbeanspruchung wesentlich widerstandsfähiger gemacht werden. Noch günstiger in dieser Hinsicht haben sich Blei-Kadmiumlegierungen mit oder ohne Zinn- oder Antimonzusatz erwiesen.

Versuche zur Bestimmung der Ermüdungsgrenze verschiedener in Frage kommender Materialien hatten folgende Ergebnisse, wobei zu beachten ist, daß die Proben alle 1 h lang bei 250 ° geglüht wurden.

Metall	Analyse	Ermüdungsgrenze in kg/cm²
Blei	99	31,5
Blei-Zinn	97 : 3	74,9
Blei-Antimon	99 : 1	97,3
Blei-Kadmium	99,7 : 0,3	63,8
Blei-Kadmium	99,5 : 0,5	92,4
Blei-Kadmium-Zinn	98,25 : 0,25 : 1,5	79,8
Blei-Kadmium-Antimon	99,25 : 0,25 : 0,5	111,3

(The Iron Age Bd. 121, Nr. 14, S. 947.) *Hrb.*

Fernmeldetechnik.

Die Bildtelegraphie und das Problem des elektrischen Fernsehens[1]. — In Turin, im Jahre 1911, konnte A. Korn die ersten bildtelegraphischen Apparate mit Selen im Geber und mit einem photographischen Empfänger vorführen. Die beiden Mängel, welche diesen ersten Methoden noch anhafteten, waren einmal die Schwäche der Linienströme, welche gute Übertragungen nur gestattete, wenn die Linie gut isoliert war, und in zweiter Linie die Schwierigkeit, die Transmissionsgeschwindigkeit noch weiter zu steigern, mit Rücksicht auf die Trägheit der Selenzellen. Schon um jene Zeit konnte Korn auf eine entfernte Möglichkeit der Anwendung der lichtelektrischen Zellen hinweisen, welche den Arbeiten von Hallwachs, Elster und Geitel zu verdanken sind und zum ersten Male von dem Münchener Rosenthal im Jahre 1908 für die Bildtelegraphie vorgeschlagen wurden. Solange aber die Verstärkungsmöglichkeiten mangelten, war mit den schwachen, mit Hilfe dieser Zellen zu erzielenden Linienströmen nichts anzufangen. So kam es, daß an Stelle der Methode der lichtelektrischen Zellen die telautographische Methode zu Ehren kam, die Sendemethode der früheren Kopiertelegraphen, weil mit Hilfe dieser Sendemethode in mehr mechanischer Form wesentlich stärkere Linienströme erhalten werden konnten und störende Trägheitserscheinungen nur durch die Kapazitäten der Linie in die Übertragungen hereingetragen wurden. Mit dieser telautographischen Methode konnte man auch Photographien übertragen, wenn man dieselben vorher in sog. Rasterbilder verwandelt hatte. Dank den Elektronenröhren wurde zuallererst der große Fortschritt einer bedeutenden Erhöhung der Transmissionsgeschwindigkeit für drahtlose Übertragungen erzielt; in zweiter Linie wurde es möglich, bei der Methode der lichtelektrischen Zellen die Alkalizellen zu verwenden und bei der Verwendung von Selenzellen die Einflüsse der Trägheit noch weiter erheblich zu vermindern; drittens wurde es möglich, bei der Methode der lichtelektrischen Zellen die transparenten Originalbilder zu vermeiden und die Abtastung beliebiger Originale im diffus reflektierten Lichte vorzunehmen; endlich konnte auch die Synchronisierung präziser gestaltet werden. Die von A. Korn in gemeinsamer Arbeit mit der C. Lorenz A.-G. entwickelten Methoden sind charakterisiert durch das Saitengalvanometer im Empfänger, eventuell durch die Anwendung von Glimmlichtröhren als Empfangslichtquellen. Da gegenwärtig die drahtlosen Methoden das größte Interesse erwecken, werden im folgenden diese zugrunde gelegt.

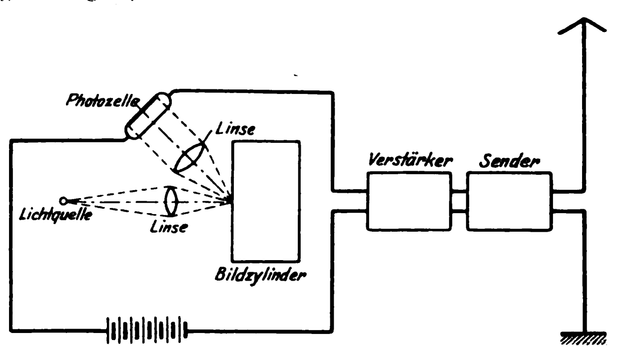


Abb. 4. Sender der Methode Lorenz-Korn.

Das zu übertragende Bild sei ein Schwarz- und Weißbild oder eine getönte Photographie; das Bild wird im Sender auf einen drehbar eingerichteten Zylinder gewickelt, der sich bei jeder Drehung ein wenig in der Richtung der Zylinderachse verschiebt (Abb. 4). Das Licht einer hellen, konstanten Lichtquelle wird mit Hilfe einer Linse auf ein Bildelement konzentriert — Bildelemente kleiner als $^1/_{16}$ mm² —; das von einem Bildelement diffus reflektierte Licht wird von einem Linsensystem aufgefangen, dessen Brennpunkt in das belichtete Bildelement fällt, und auf eine lichtelektrische Zelle ausgebreitet. Korn zieht heute die Alkalizellen vor, jedoch werden parallel die Versuche mit Selenzellen fortgesetzt. Die Lichtwirkungen auf die lichtelektrischen Zellen, durch Einschalten von Elektronenröhren genügend verstärkt, beeinflussen die drahtlosen Zeichen, mit deren Hilfe das Bild auf der Empfangsstation wieder hergestellt werden soll. Bei der Übertragung von Schwarz und Weiß handelt es sich um „Ja"- und „Nein"-Signale, bei der Übertragung getönter Photographien (die nicht vorher in Autotypien verwandelt waren) um Zeichen mit abgestuften Energien.

Im Empfänger (Abb. 5) wird der Empfangsfilm (bzw. das photographische Empfangspapier) wiederum auf einen Zylinder gewickelt, der sich synchron mit dem Sendezylinder dreht und sich, wie dieser, bei jeder Drehung ein wenig in der Richtung der Zylinderachse verschiebt. Der Zylinder dreht sich in einem lichtdichten Kasten, in welchen Licht nur durch eine feine Öffnung eindringen kann, die für die Reproduktion von Schwarz und Weiß die Form eines engen Spaltes, für die Reproduktion getönter Photographien die Gestalt eines kleinen rechtwinkligen Dreiecks hat. Im übrigen hat der Empfänger dieselbe Form wie der Saitengalvanometer-Empfänger des Telautographen. Der Faden des Galvanometers, der entsprechend den telegraphischen Zeichen Ablenkungen erleidet, dient als Blende für Lichtstrahlen, welche auf den Empfangsfilm gerichtet sind: Das Licht einer hellen,

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 306; 1926, S. 717.

konstanten Lichtquelle wird zunächst mit Hilfe einer Linse auf den Faden des Galvanometers konzentriert, und mit Hilfe einer zweiten Linse wird ein vergrößertes Bild des Fadens auf die Öffnung des Empfangskastens geworfen. Bei Unterbrechung der Zeichen erleidet der Faden keine Ablenkung, und sein Schatten verdeckt die Öffnung, so daß das Licht nicht auf den Empfangsfilm fallen kann; sobald aber Zeichen ankommen, erfolgt eine Ablenkung des Fadens, und das einfallende Licht wird noch durch eine kleine Linse auf ein Element des Empfangsfilms gesammelt. Das Saitengalvanometer ist in der Weise entwickelt worden, daß man mit Hilfe desselben bei einem Strom von 6 mA 5000 ... 10 000 Bildelemente reproduzieren kann, ohne daß damit eine obere Grenze erreicht ist.

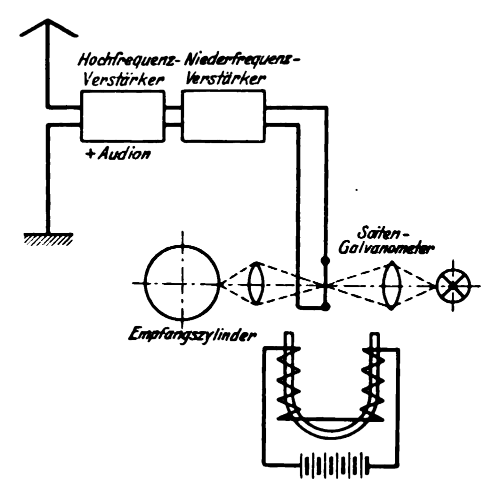


Abb. 5. Empfänger der Methode Lorenz-Korn.

Die Zukunft der Synchronisierung sieht Korn in einer Regelung der Motoren im Sender und Empfänger durch Signale, welche von einer dritten Stelle kommen, nach einem von ihm gemachten und von A. Einstein unterstützten Vorschlage. Es handelt sich um das Projekt, daß eine große Radiostation jeden Tag zu einer bestimmten Zeit auf einer festgesetzten Welle eine sehr genaue Frequenz sendet, z. B. 600 ... 1200 Hz; diese Frequenz würde von einer gewissen Anzahl von Zentralstationen in den verschiedenen Ländern aufgenommen und wenigstens einen Tag präzis aufrechterhalten. Von diesen Zentralstationen könnten die einzelnen bildtelegraphischen Stationen ihre Synchronismusfrequenz mit oder ohne Draht erhalten.

Beim Fernsehen kommen zu den Schwierigkeiten der gewöhnlichen Bildtelegraphie zwei weitere Schwierigkeiten hinzu: Einmal sind die Lichteffekte der einzelnen Bildelemente wesentlich kleiner, ferner müßte die Übertragung so rasch vor sich gehen, daß sämtliche Bildelemente eines zu übertragenden Bildes in wenigstens $^1/_{10}$ s aufgenommen werden. Weder die Abtastung im Sender noch die Kombination und Sichtbarmachung der Bildelemente würde unüberwindliche Hindernisse darstellen, aber die telegraphische Aufnahme einer so großen Zahl von Zeichen wird stets die Verwendung einer ziemlich großen Zahl von Trägerwellen erforderlich machen, wenn man an ein drahtloses Fernsehen denkt, und einer noch viel größeren Zahl von Leitungen, wenn man Linien von einiger Kapazität verwendet.

Die Frage des Fernsehens kann nach Meinung des Verfassers erst aktuell werden, wenn man eine einfache und nicht zu kostspielige Lösung des Problems der genauen Aufnahme von Hunderttausenden von Zeichen in der Sekunde gefunden haben wird. (A. Korn, Sonderheft d. Europ. Fernspr. Dez. 1927, S. 51.) *Sb.*

Elektromaschinenbau.

Über das Anlaufmoment von Einankerumformern. — Bei Einankerumformern, die von der Gleichstromseite aus angelassen werden, vermeidet man in der Regel den Schalter zwischen Umformer und Sekundärwicklung des Transformators und begnügt sich mit einem Schalter und der üblichen Synchronisieranordnung auf der Primärseite. Wird nun ein solcher Umformer angelassen, so fließt ein Teil des Anlaßstromes über die Schleifringe durch die Sekundärwicklung des Transformators und vermindert dadurch das auf den Anker ausgeübte Drehmoment. Eine analytische Untersuchung der Stromverteilung und des Momentes beim Drei- und Sechsphasenumformer im Augenblick des Anlaufs ergibt, daß das Drehmoment zwischen einem Minimalwert beim Durchgang von Schleifringanschlußpunkten durch die Bürstenlage und einem Maximalwert in den Zwischenlagen schwankt. Der Minimalwert beträgt beim Dreiphasenumformer etwa 45 ... 55 %, beim Sechsphasenumformer etwa 30 ... 45 % desjenigen Momentes, welches bei gleichem Anfahrstrom und gleichem Feld, aber bei abgeschaltetem Transformator entwickelt würde. Der Maximalwert liegt beim Dreiphasenumformer zwischen 50 und 60 % und beim Sechsphasenumformer zwischen 40 und 55 %. Diese Werte sind von den Widerstandsverhältnissen der Wicklungen abhängig. Die für einen solchen Anlauf erforderlichen Anlaßvorrichtungen müssen so bemessen sein, daß sie den in der ungünstigsten Ankerstellung, nämlich in der Gleichlage der Schleifringanschlußpunkte mit den Kommutatorbürsten, benötigten Anfahrstrom ohne Gefahr ertragen können. (E. Rappel, Arch. El. Bd. 20, H 1, S. 24.)

Asynchrone Betriebsweisen der Drehstrom-Induktionsmaschine. — Der asynchrone Drehstrommotor mit doppelter Speisung von ein und demselben Netz erhält bekanntlich die Eigenschaften eines Synchronmotors, wobei, falls die magnetischen Felder des Stators und Rotors nach verschiedenen Richtungen hin rotieren, der Motor die doppelte synchrone Geschwindigkeit besitzt (der Motor von Kloss und Grob[1]); fallen dagegen die Drehrichtungen beider Felder zusammen, so wird eine Nullgeschwindigkeit erhalten. Das letztere Schema wird, wie zur synchronen Fernübertragung von Drehmomenten, so auch zur Messung der Anlaufmomente ausgenutzt (Brüderlin[2]).

Tolwinski und Hochberg weisen darauf hin, daß bei doppelter Speisung die beiden erwähnten Schaltungsarten auch asynchrone Drehgeschwindigkeiten zu erhalten ermöglichen, und geben die Resultate der von ihnen durchgeführten theoretischen und experimentellen Untersuchung dieser Betriebsarten bekannt. Der asynchron rotierende Motor mit doppelter Speisung stellt gewissermaßen die Vereinigung zweier gewöhnlichen asynchronen Motoren mit einfacher Speisung in einer Gestalt dar. Bei dem einen dieser Motoren wird die Primärwicklung durch den Stator, die Sekundärwicklung durch den Rotor, der durch zwei parallel geschaltete Widerstände (das Speisenetz und die Statorwicklung) kurzgeschlossen ist, gebildet, umgekehrt dient beim zweiten Motor der Rotor als Primärwicklung und der durch zwei parallel geschaltete Widerstände (das Netz und den Rotor) kurzgeschlossene Stator als Sekundärwicklung. Je nachdem, ob die Magnetfelder des Stators und Rotors in verschiedenen oder in derselben Richtung rotieren, ist das resultierende Drehmoment des doppeltgespeisten Motors gleich der Summe bzw. der Differenz der Drehmomente dieser Motoren. Die asynchrone Betriebsart des doppeltgespeisten Motors bei entgegengesetzt gerichteter Rotation der Felder erhöht theoretisch die der einfachen Speisung entsprechende Nennleistung auf das 1,5fache, falls man den Umstand unberücksichtigt läßt, daß im Motor infolge des Vorhandenseins zweier Felder, welche im Raume mit verschiedenen Geschwindigkeiten rotieren, der Magnetisierungsstrom beträchtlich anwachsen muß. Dieser Umstand, desgleichen auch die Rückwirkung der Ströme von der Schlupffrequenz auf das Netz (diese Rückwirkung ist den der einachsigen Schaltung des Drehstrommotors eigenen Begleiterscheinungen ähnlich) lassen eine praktische Anwendung dieses Schemas, welches vom theoretischen Standpunkt aus ein unzweifelhaftes Interesse besitzt, nicht erhoffen.

Die asynchrone Betriebsart des doppeltgespeisten Motors bei gleichartiger Drehrichtung der Magnetfelder stellt eine parasitäre Betriebsart dar, sie kommt im Falle des Außertrittfallens des Motors, der nach dem Schema der doppelten Speisung zur synchronen Übertragung des Drehmomentes betrieben wird, zustande.

Es wird von den Verfassern gezeigt, daß für die beiden asynchronen Betriebsarten des doppeltgespeisten Motors Kreisdiagramme auf Grund der Versuchsergebnisse bei Leerlauf (bei doppelter Speisung!) und Kurzschluß gezeichnet werden können. Die aus den Diagrammen erhaltenen Resultate zeigen eine befriedigende Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen. (W. A. Tolwinski u. S. M. Hochberg, Arch. El. Bd. 20, H. 2, S. 162.)

[1] ETZ 1901, S. 211.
[2] El. u. Maschinenb. Bd. 42, S. 57.



Meßgeräte und Meßverfahren.

Verfahren und Gerät zur Meßdrahteichung. — Das Kalibrierungsverfahren nach S t r o u h a l und B a r u s für Meßdrähte hat durch G u z m a n n eine praktische Verbesserung erfahren. Nach ersteren wird ein zur Ausmessung der Abschnitte verwendetes Kalibrierstück abschnittsweise in einer Kette aneinandergereihter, nennwertgleicher Widerstandstücke weitergerückt. Nach Guzmann wird die Kette geschlossen gelassen und das Kalibrierstück bei einer Meßreihe an ihrem Anfang, bei einer zweiten an ihrem Ende angefügt. Man kann dabei nach R a u s die unangenehmen Quecksilberkontakte durch feste Verbindungen ersetzen. In den angegebenen Ausführungsformen tritt jedoch eine, bei dem ursprünglichen Verfahren prinzipiell — praktisch allerdings auch nur in den durch die Verschiedenheit der Quecksilberkontaktwiderstände gegebenen Grenzen — vermiedene Fehlerquelle durch die Verbindungsleitungen auf, und es fehlt die Möglichkeit zur Bestimmung der besonders wichtigen Endfehler. Durch die in Abb. 6 dargestellte Anordnung nach H a u s r a t h wird

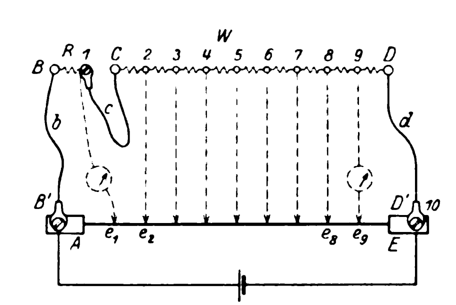


Abb. 6. Grundsätzliches Schaltbild der übergangsfreien Kalibrierung.

dieser Fehler grundsätzlich beseitigt. Dabei wird ein normaler, neunstufiger Kurbelrheostat W verwendet, in dessen Anfangs- und Endstufen die flexibel gepanzerten Verbindungsschnüre c und d einbezogen sind. Zu dem Kalibrierwiderstand R gehört in gleicher Weise der Widerstand der Verbindungsschnur b. Er ist so abgeglichen, daß das Potential der Klemme B mit einem Punkt am Meßdrahtanfang zusammenfällt, der im homogenen, von der Einspannstelle nicht mehr beeinflußten Strömungsbereich liegt, während das Ende von R und die Potentialklemmen von W die Potentialpunkte e_1 bis e_9 der Meßdrahtabschnitte bestimmen. Der Endpunkt des Meßdrahts ergibt sich entsprechend bei der zweiten Meßreihe, wobei R am Ende von W eingefügt und sein Kabelschuh B' in die Endklemme E des Meßdrahts, derjenige der Verbindungslitze c in die Anfangsklemme A eingesteckt ist. Mittels des so kalibrierten Meßdrahts läßt sich die beispielsweise zehnstufige Widerstandsreihe $R + W$ eichen. Mit dieser Rheostatenanordnung kann dann nach v. F r e y d o r f eine Unterteilung der kalibrierten Meßdrahtabschnitte nach Abb. 7 in der Weise

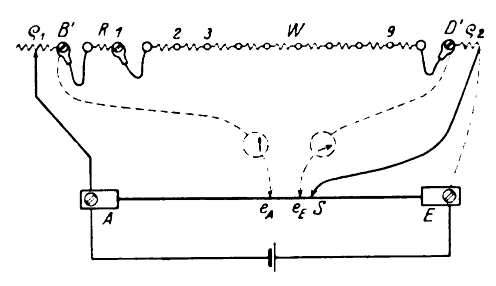


Abb. 7. Schaltbild zur Untereichung der kalibrierten Meßdrahtabschnitte.

vorgenommen werden, daß sie in Reihe mit dem kleinen Widerstand ϱ_2 und dem veränderlichen Widerstand ϱ_1 zwischen eine nahe dem Ende des Abschnitts einzustellende Hilfschneide S und die entgegengesetzt liegende Meßdrahtklemme A eingeschaltet und durch Verschieben von S und Regeln von ϱ_1 die Anfangsklemme B' auf das Potential des Anfangs e_A, die Endklemme D' auf das Ende e_E des betreffenden Abschnitts eingestellt wird. Es werden Anleitungen zur Ausführung von Kalibrierungen auf der angegebenen Grundlage gegeben. (H. H a u s r a t h u. R. v. F r e y d o r f, Arch. El. Bd. 19, H. 5/6, S. 575.)

Beleuchtung.

Über die Regelungssysteme elektrischer Kraftfahrzeugbeleuchtungen. — In einer Arbeit von P f l i e r[1] werden die Anforderungen des Betriebes diskutiert, zu denen sich die Forderungen des Fahrers und der Verkehrspolizei erschwerend gesellen, und nachgewiesen, daß die elektrische Beleuchtung mit Gleichstromdynamo und Batterie imstande ist, diese Forderungen zu erfüllen. Die Hauptschwierigkeit liegt in der stark schwankenden Drehzahl der Antriebsmaschine, und diese Eigentümlichkeit des Kraftfahrzeugs macht die Verwendung von Reglern erforderlich. An Hand der Gleichung für die EMK einer Dynamo wird eine Systematik der Regelungsmöglichkeiten aufgestellt. Diese Möglichkeiten sind:

- I. Konstanthalten der Drehzahl.
  - 1. Reibungskuppelung,
  - 2. Reibräder und Zentrifugalregler,
  - 3. elektromagnetische Kuppelung.
- II. Änderung der Luftinduktion.
  - 1. Änderung der Erreger-AW.
    - A. Änderung des Erregerstromes,
      - a) durch Widerstandszusammenstellungen,
        - α) feste Widerstände,
        - β) Widerstände mit verschiedenen Temperaturkoeffizienten,
        - γ) Wismuth-Widerstand;
      - b) durch Vorschalten von Widerständen,
        - α) Stufenwiderstände,
        - β) veränderliche Widerstände,
        - γ) Schnellregler;
      - c) Änderung der Erregerspannung.
    - B. Änderung der Windungs- oder Polpaarzahl.
    - C. Gegenwicklungen.
      - a) Gegenspannungswicklungen,
      - b) Gegenstromwicklungen.
  - 2. Änderung des magnetischen Widerstandes.
    - A. Erhöhung des magnetischen Widerstandes.
    - B. Bildung eines magnetischen Nebenschlusses.
  - 3. Ausnutzung der Ankerrückwirkung.
    - A. Maschine mit 3 Bürsten.
    - B. Querfeldmaschine.
    - C. Sonderausführungen.
- III. Änderung der wirksamen Ankereisenlänge.
- IV. Änderung der Windungszahl.
- V. Vernichtung eines Teiles der erzeugten Energie.

Die bisher gebräuchliche Unterteilung nach strom- und spannungsregelnden Systemen wird als unzweckmäßig vermieden.

Die Vor- und Nachteile der einzelnen Regelverfahren werden kritisch betrachtet unter eingehender Heranziehung der Patentliteratur. Ein Vertreter jeder Gruppe wurde im Betrieb untersucht und die charakteristischen Kurven aufgenommen. Besondere Beachtung wird den Nebenschlußdynamos mit Schnellreglern und den Querfeldmaschinen gewidmet, die allein dem Ideal der Fahrzeugdynamo nahekommen. Dieses Ideal stellt eine Maschine dar, die unabhängig von Drehzahl und Belastung konstante Spannung gibt, die Ladung der Batterie mit allmählich kleiner werdendem Strom vornimmt und den Strom auf Null reduziert, sobald die Batterie vollgeladen ist. Unter den Anlagen, die diese Forderungen erfüllen, wäre die mit kleinster Batterie und geringstem Gewicht als die beste anzusprechen. Entgegen dem Ideal haben die Maschinen mit Tirrillregler den Nachteil beweglicher Kontakte, die bei den Erschütterungen des Fahrzeuges zum Flackern des Lichtes und Störungen durch Verschmoren der Kontakte Veranlassung geben können, die Querfeldmaschinen den Nachteil einer möglichen Spannungssteigerung, Ladung der Batterie mit konstantem Strom und demzufolge einer schwereren Batterie, um Überladungen vorzubeugen. Die zahlreichen anderen Konstruktionen entsprechen nicht allen Anforderungen; daß sie dennoch ausgeführt werden, ist auf den niedrigen Preis zurückzuführen.

Die Kombination von Licht- und Zündmaschinen und Lichtanlaßmaschinen sowie die Anlasser werden nicht besprochen, obwohl in Amerika eine Zeitlang die Tendenz dahin ging, möglichst alle drei Maschinen in e i n e r zu vereinigen. Die Entwicklungsrichtung in Deutschland scheint dagegen auf die Lichtzündmaschine zu zielen, während die Lichtanlaßmaschinen fast wieder verlassen wurden. Wechselstromdynamos haben bisher keine Bedeutung erlangt. (P. M. P f l i e r, Arch. El. Bd. 20, H. 2, S. 149.)

[1] Dr.-Ing.-Dissertation T. H. München 1927.

Heizung. Öfen.

Elektrodenhalter für Elektroöfen. — Bisher wurden Elektroöfen der Héroultart fast immer mit einer Elektrodenaufhängung versehen, bei der die Elektroden von einem Arm gehalten werden, der im rechten Winkel von einer Säule vorspringt. Das Kippmoment, welches durch das Gewicht der Elektroden erzeugt wird, wird durch eine vertikale Führung am anderen Ende des Hebels mit Hilfe von Rollen, die in der seitlichen Säule laufen, ausgeglichen. Für die vertikale Stellung der Elektroden ist diese Anordnung sehr praktisch, wenn jedoch der Ofen gekippt wird, wirken andere Kräfte vertikal an der Achse der Elektrode, die große Beanspruchung auf die Führung ausüben, besonders bei schweren Elektroden von 500 mm Dmr., die ungefähr 1360 kg wiegen. In der Praxis kann man sehen, daß die Elektroden auf dem Kühlring aufliegen, so daß die Elektrode nicht von dem Arm, sondern im Gegenteil der Arm von der Elektrode getragen wird.

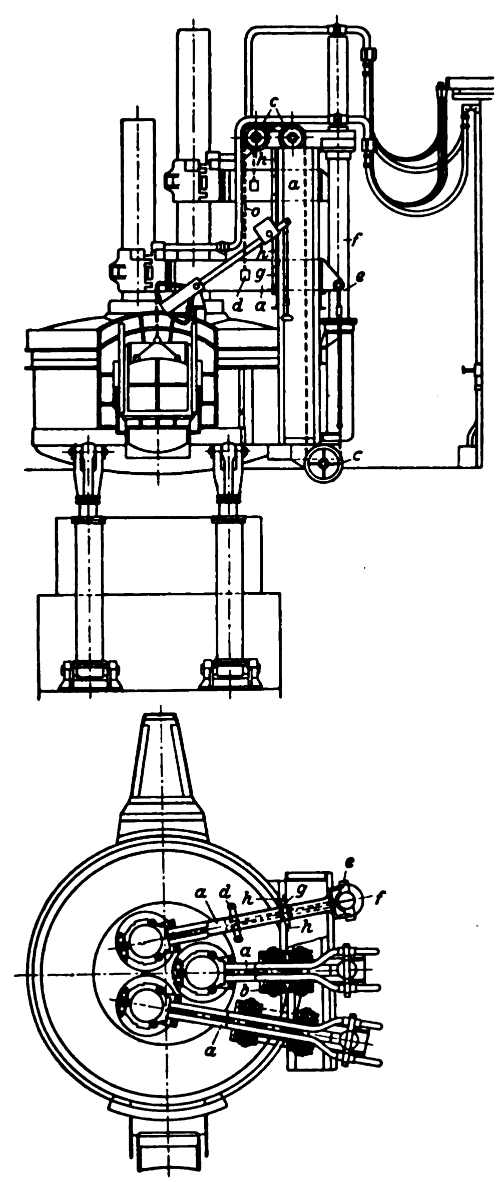


Abb. 8. Elektrodenhalter für Elektroöfen.

Eine neue Elektrodenaufhängung beseitigt diese Nachteile. Der Tragarm *a*, Abb. 8, der aus einem einfachen Träger besteht, wird durch die Ketten *b*, die über Führungsrollen *c* laufen, parallel geführt. Die Enden der Kette sind mit dem Trägerarm bei *d* und *e* verbunden. Das Belastungsmoment des Trägerarmes um den Aufhängepunkt *d*, vermehrt durch das Gewicht der Elektrode, wird durch das Gegengewichtsmoment am hinteren Ende des Armes *a* ausgeglichen. Da dieser Gegendruck durch den Druck des Armes am Aufhängepunkt *d* des Armes erzeugt wird, ist eine vollständige Ausbalancierung des Gewichts der Elektroden jeder Größe erreicht.

Beim Betrieb des Ofens in vertikaler Lage der Elektroden sind keine Führungen nötig. Die Kräfte vertikal zur Achse zur Zeit des Kippens des Ofens werden durch eine runde Führungsäule aufgenommen, an die das hintere Ende des Armes bei *e* angeschlossen ist und durch eine zweite Führung, bestehend aus den Rollen *g*, die zwischen zwei Schienen *h* laufen und bezwecken, daß der Elektrodenhalter nicht seitlich ausschlägt. Diese Führungsteile, die beträchtlich voneinander entfernt sind, können ohne Spielraum konstruiert werden und mit solcher Steifigkeit, daß selbst bei den größten Öfen ein leichtes und genaues Arbeiten der Elektrodenführung für alle Lagen des Ofens gewährleistet ist. Die Führungsäulen *f* der Konstruktion dienen gleichzeitig als Hubkolben für die hydraulische Einstellung der Elektroden. (The Iron and Coal Trades Rev. Bd. 114, S. 205.) *Ill.*

Die Wirtschaftlichkeit von Industrieöfen. — Bei der Auswahl von Öfen und besonders, wenn elektrisch geheizte Öfen mit Verbrennungsöfen verglichen werden, werden oft die Strom- und die Brennstoffkosten, die leicht erhältlich sind, als Vergleichswert angenommen. Obgleich dieses in einigen Fällen richtig sein mag, sind aber in vielen Fällen, besonders wenn Produkte von verhältnismäßig hohem Einheitswert verwendet werden, die Kosten der Wärme für die Durchführung des Prozesses nur ein geringer Teil ihres Wertes, und wenn andere Vorteile sich aus der Heizart ergeben, so können diese von größerer Wichtigkeit sein als der Unterschied der Wärmekosten.

Daher kann die Betrachtung der anderen Faktoren, die in Frage kommen, und die Möglichkeiten, welche der Elektroofen in Hinsicht auf seine Lage bietet, um die Transportkosten zu verringern und in Rücksicht auf die durchgesetzte Materialmenge, der verbesserten Qualität, der verringerten Kosten der nachfolgenden Operationen, wie Bearbeitung, Beizen usw. ergeben, daß die hierdurch erzielten Ersparnisse viel größer sind, als die gesamten Heizkosten. Ein besonderere Vorzug der elektrischen Öfen ist der, daß sie geräuschlos arbeiten und keine Verbrennungsgase abgeben. Auch geben sie verhältnismäßig wenig Wärme an die Umgebung ab, haben eine gleichförmige Wärmeverteilung innerhalb der Kammer und können auf sehr genaue Temperatur eingestellt werden.

Auf Grund dieser Vorzüge kann ein elektrisch geheizter Ofen in Maschinenräumen Aufstellung finden, in denen Brennstofföfen nicht gestattet werden können. Elektrisch geheizte Öfen werden mit dicht schließenden Kammern gebaut, so daß keine Luft zirkulieren kann. Der einzige Verlust findet daher durch die Mauern statt, und da dieselben gut gegen Wärme isoliert werden können, haben elektrisch geheizte Öfen einen hohen Wirkungsgrad. In nachfolgender Zahlentafel sind die höchsten thermischen Wirkungsgrade von Öfen bei drei gewöhnlichen Arbeitstemperaturen zusammengestellt:

Temperatur und Art des Prozesses.	Wirkungsgrad
205 ° C. Trocknen	90 %
870 ° C. Glühen	83 %
1260 ° C. Schmieden	78 %

Jedoch sind theoretische Wirkungsgrade und die Grundbrennstoffpreise oft von geringerer Wichtigkeit, wenn man die Endkosten des fertigen Erzeugnisses ins Auge faßt. Kohlen erzeugen mehr Wärmeeinheiten/RM als jeder andere verfügbare Brennstoff, werden aber für industrielle Öfen nicht häufig verwendet. Brennöl ist teurer und Gas der teuerste Brennstoff, auf 1 cal bezogen. Der Strom erzeugt die höchsten Kosten/cal, aber bei genügender Isolierung werden die Verluste in solchem Maße verringert, daß der elektrisch geheizte Ofen wie eine Kochkiste wirkt. Eine bestimmte Temperatur kann in einer Ofenkammer durch elektrische Wärme mit geringeren Kosten als mit irgendeinem anderen Brennstoff aufrechterhalten werden.

Zum Glühen und Tempern können Elektroöfen während der Nacht ohne Bedienung betrieben werden und oft mit verringerten Stromkosten. Hiervon wird oft Gebrauch gemacht. (The Iron Age Bd. 120, S. 1005.) *Ill.*

Installation.

Tutus-Einheitschalter. — Der in Abb. 9 dargestellte Schalter, der für Stromstärken von 6 und 10 A gebaut wird, und Rechts- und Links-Schaltung hat, ist durch das Wesentliche dieser Einheitsmaterialien, die Auswechselbarkeit der Einzelteile gekennzeichnet; der Normalabstand der Befestigungslöcher von 38 mm ist für alle Schalterarten gewahrt. Nach dem Befestigen der Schalter auf ihrer Unterlage können die Leitungsenden bequem von vorn angeschlossen werden. Bei sämtlichen Teilen ist auf hohe



Isolationsicherheit und einfache Montage besonderer Wert gelegt. Der 6 A-Tutus-Schalter besitzt nur einen äußeren Kappendurchmesser von 51 mm. Der Hohlsockel erleichtert die Montage bei rückseitiger Leitungszuführung. Durch Anbringung keilförmiger Nocken, die sich zwischen je 2 Kontaktfedern einschieben, ist eine sehr hohe Abschaltleistung erzielt, da der Schaltfunke durch die vorgelagerten Nocken frühzeitig erstickt wird. Durch Verwendung einer doppelt gewickelten Voreilfeder von hoher Haltbarkeit ist ein altes Übel beseitigt, das die bisherige kurze Lebensdauer der meisten im Handel befindlichen Schalter zur Folge hatte. Die Isolation- und Erdschluß-Sicherheit ist trotz der kleinen Ausführung besonders groß, da überall auf weite Kriechwege Wert gelegt ist. Eisenteile sind vollständig vermieden. Sämtliche Konstruktionsteile sind aus Messing und Bronze hergestellt, die Voreilfeder aus verzinntem Stahldraht.

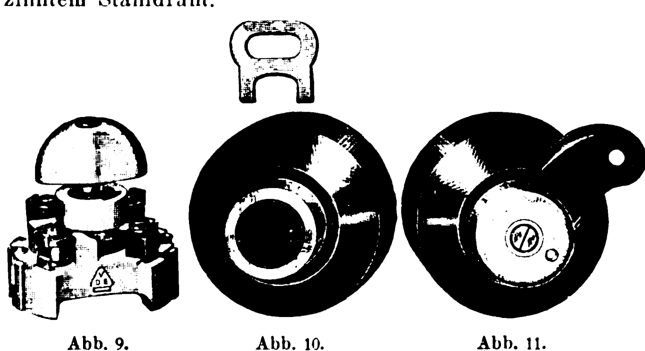


Abb. 9. Abb. 10. Abb. 11.

Die Kappen der Schalter auf Putz, die eine geschmackvolle Form haben und aus Isoliermaterial Klasse I hergestellt werden, sind vollkommen geschlossen, jedoch mit leicht ausbrechbaren Vorpressungen für 11 mm-Rohr und -Rohrdraht auf zwei sich gegenüberliegenden Seiten versehen.

Dieser normale Einheitschalter wird bei sämtlichen Ausführungsformen wie Schalter für Unterputz, wasserdicht gekapselt in Porzellan- und Gußgehäuse usw. eingebaut. Durch Abnahme des Knebels und Aufschrauben einer Steckschlüsseleinrichtung kann jeder Schalter ohne weiteres in einen Steckschlüsselschalter umgewandelt werden (Abb. 10). Auf die gleiche, einfache Weise ist es auch möglich, statt des Knebels eine Zugschaltvorrichtung aufzuschrauben (Abb. 11). Die Schalter werden von der Firma Lindner & Co., Jecha-Sondershausen, hergestellt. *fi.*

Verbindung von Nippelboden und -mantel einer Glühlampenfassung durch Verschraubung. — Um die Verschraubung von Nippelboder und -mantel einer Glühlampenfassung gegen ungewolltes Lösen zu sichern, schrauben die Bergmann-Elektricitätswerke auf den Mantel eine Gegenmutter auf, die sich mit ihrem vorderen Rande gegen einen vorspringenden Teil des Nippelbodens legt. In Abb. 12 ist *a* der Nippelboden, *b* der Fassungsmantel. Auf den Mantel *d* ist die zugleich als Schalenhalter ausgebildete Gegenmutter *c* geschraubt, so daß sie sich mit ihrem vorderen Rand *d* gegen eine Ringwulst *e* anlegt. (Bergmann-Mitt. Bd. 5, S. 253.) *Ka.*

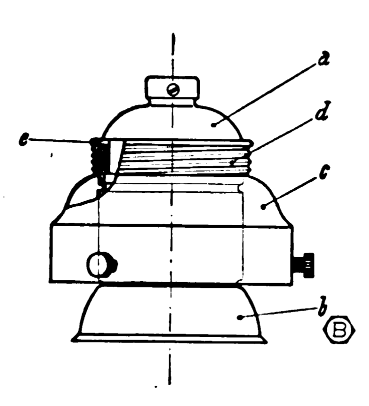


Abb. 12. Verschraubung von Nippelboden und -mantel einer Glühlampenfassung.

Bahnen und Fahrzeuge.

Ferngesteuertes Umformerwerk in Sèvres. — Im Umformerwerk Sèvres, das die Strecke Louvre—Sèvres—Versailles der Pariser Straßenbahn speist, hat die Compagnie Thomson-Houston eine halbselbsttätige Schaltanlage mit Fernsteuerung errichtet. Um die Erprobung der Einrichtungen zu erleichtern, hat man den Überwachungsposten zunächst in das Umformerwerk selbst gelegt. Später wird er räumlich vom Umformerwerk getrennt und letzteres ohne Bedienungspersonal betrieben werden. Die Fernsteuerung arbeitet mit Wählern der in Telephonanlagen mit Selbstanschluß üblichen Bauart. Im Überwachungsposten ist ein Schaltpult aufgestellt, das auf seiner Platte die Steuerschalter sowie ein plastisches Schaltbild der Anlage trägt, in dem durch Kennlampen die Stellung der einzelnen Schalter angezeigt wird. Daneben steht ein Gerüst mit den Wählerschaltern. Diese besitzen drei halbkreisförmige, doppelreihige Kontaktbahnen mit je 25 Kontakten. Auf jeder Bahn gleiten zwei um 180° versetzte Bürsten, so daß sich bei einer vollen Umdrehung des Bürstenarmes, die etwa 5 s dauert, 50 verschiedene Verbindungen ergeben. Ein gleiches Gerüst mit Wählern steht in der Empfangstation. Zwischen beiden Stationen laufen nur drei Verbindungsleitungen. Wird an der Überwachungstelle durch Umlegen eines Steuerschalters ein Kommando erteilt, so gehen über eine dieser Verbindungsleitungen, die sogenannte Synchronisierleitung, Stromimpulse, durch welche die Wähler in der Empfangstelle und in der Überwachungstelle fortgeschaltet werden, bis sie sich beide auf dem Kontakt befinden, welcher dem betätigten Steuerschalter zugeordnet ist. In diesem Augenblick wird über die zweiten Kontaktsätze der Wähler und über die zweite Leitung, die „Kommandoleitung", ein Stromkreis vom Steuerschalter zu einem entsprechenden Relais im Unterwerk hergestellt, welches erregt wird und einen örtlichen Stromkreis zur Umsteuerung des gewünschten Schalters schließt. Ist die Umsteuerung beendet, so erfolgt über die dritte Leitung, die „Meldeleitung", und die dritten Kontaktbahnen der Wählerschalter die Rückmeldung der neuen Schalterstellung zum Überwachungsposten, indem durch ein entsprechendes Signalrelais die der Schalterstellung entsprechende Kennlampe im Schaltbild eingeschaltet wird, wobei eine Glocke ertönt. Gleichzeitig steuert das Signalrelais die Wähler wieder in ihre Anfangstellung zurück. Nunmehr kann eine neue Befehlsübermittlung erfolgen. Eine Merklampe zeigt den Bruch einer der Steuerleitungen an. Der erforderliche Hilfstrom für Überwachungs- und Empfangstelle wird von zwei Akkumulatorenbatterien geliefert. Die mechanische Ausrüstung des Umformerwerkes in Sèvres besteht aus zwei Einankerumformern von je 500 kW bei 600 V für asynchronen Anlauf mit Teilspannung (3 Stufen). Der Drehstrom wird vom Kraftwerk Billancourt mit 13,5 kV bei 50 Hz geliefert. Die Öltransformatoren besitzen Kühlung des Kessels durch motorisch angetriebene Lüfter. Die einzelnen Schalter jedes Umformersatzes werden durch eine Schaltwalze mit motorischem Antrieb gesteuert. Die Inbetriebsetzung des Umformerwerks geschieht in folgender Weise:

1. Der Hauptschalter in der Drehstromzuleitung wird geschlossen.
2. Die Reihenfolge der Inbetriebnahme der beiden Umformer wird durch Umlegen eines besonderen „Ordnungschalters" bestimmt.
3. Man legt den „Vorbereitungschalter" für das Anlassen des ersten Umformers ein.

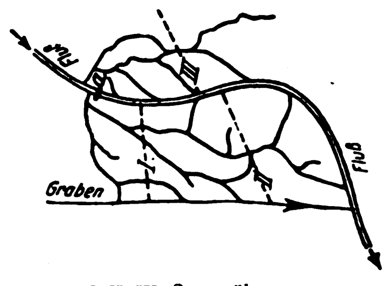
Wenn die Drehstromspannung normal ist und die Kontakte aller Schutzrelais geschlossen sind, so schließen sich die Kontakte am Steuerschütz; die Bremse der Steuerwalze wird gelüftet, und ihr Einphasenantriebsmotor läuft an. Die Walze bewirkt nun zuerst die Einschaltung des Ölschalters für den Umformertransformator, worauf die Maschine mit ⅓ Spannung anläuft. Gleichzeitig wird der Erregersatz für die Fremderregung des Umformers angelassen. Ein Relais prüft den Synchronismus des Umformers. Ein Zeitrelais überwacht den Anlaßvorgang und setzt die Maschine still, wenn der Synchronismus nicht in der normalen Zeit erreicht wird. Inzwischen ist die Erregermaschine auf volle Spannung gekommen, so daß die Fremderregung des Umformers wirksam wird und er zwangläufig die richtige Polarität annimmt. Darauf schaltet die Steuerwalze die Fremderregung ab und die Selbsterregung ein. Es folgt nun die Umschaltung des Ankers auf ²/₃ und ³/₃ Spannung, wobei ein polarisiertes Relais die Polarität des Umformers prüft. Der Umformer ist nun betriebsbereit, und der Überwachungsbeamte kann durch Einlegen des Schnellschalters die Maschine auf das Netz schalten und nacheinander die Schalter in den Speiseleitungen schließen. Übersteigt die Belastung des ersten Umformers die zulässige Grenze, so bewirkt ein einstellbares Relais mit einer Verzögerung bis zu 7 min die Inbetriebsetzung des zweiten Umformers, der völlig selbsttätig anläuft. Die Parallelschaltung auf die Gleichstromsammelschiene durch Einlegen des Schnellschalters erfolgt jedoch durch den Beamten im Überwachungsposten. Beim Sinken der Belastung unterhalb eines eingestellten Wertes wird der zweite Umformer selbsttätig wieder abgeschaltet; er kann aber, wie der erste Umformer, auch durch den Beamten von der Überwachungstelle aus stillgesetzt werden. Die Lüfter für die Transformatoren werden vom

Überwachungsposten aus gesteuert. Ein Warnsignal macht den Überwachungsbeamten darauf aufmerksam, wenn einer der Lüfter aus irgendeinem Grunde stehen bleibt. Die Hilfsbatterie im Unterwerk wird von den 600 V-Sammelschienen aus geladen. Der Ladevorgang wird durch ein Spannungsrelais selbsttätig eingeleitet. Ein Überstromrelais verhindert die Überschreitung des zulässigen Ladestromes. Selbstverständlich sind die erforderlichen Einrichtungen zum Schutze der Umformer gegen Überlastung und unzulässige Erwärmung, Unterbrechung der Erregung, gefährliche Drehzahlsteigerung usw. vorhanden. Ein besonderes Relais tritt in Tätigkeit, wenn der Umformer gegen das Gehäuse überschlägt. Es ist in die Erdungsleitung des Gehäuses eingeschaltet und spricht an, sobald das Gehäuse des Umformers Spannung gegen Erde annimmt. Dieses Relais muß von Hand zurückgestellt werden, nachdem eine Untersuchung des Umformers stattgefunden hat.

Im Interesse größerer Einfachheit sind bei dieser Versuchsanlage Wiedereinschaltvorrichtungen für die Streckenschalter und Einrichtungen für die Kurzschlußprüfung der Bahnspeiseleitungen fortgelassen. Die Versuchsanlage ist seit ihrer Inbetriebnahme in regelmäßigem Betrieb. (Génie civil Bd. 87, S. 509.) *Gthe.*

Bergbau und Hütte.

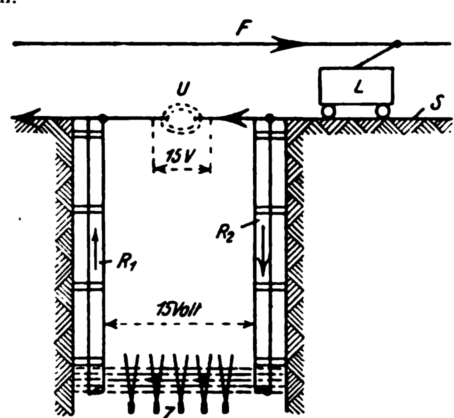
Schleichströme in Bergwerken. — Aus dem Vortrage „Das Auftreten von Schleichströmen in den elektrischen Lokomotivförderstrecken unter Tage, ihre Gefahr für den elektrischen Schießbetrieb und ihre Bekämpfung" von W. Vogel, Gleiwitz, im Verein technischer Bergbeamten Oberschlesiens am 24. Mai d. J.[1] ist folgendes zu berichten. Das vorzeitige unbeabsichtigte Losgehen von elektrischen Zündern bei Sprengarbeiten in der Nähe einer elektrisch betriebenen Lokomotivförderstrecke hat des öfteren schon zu Unfällen schwerer Art geführt, die auf die von den Fahrschienen aus ausgegangenen Schleichströme zurückzuführen sind. Nach den in Oberschlesien durch den Überwachungsverein in Gleiwitz durchgeführten Beobachtungen und Untersuchungen hat man den Ursprung dieser Ströme und auch die Mittel einfachster Art zu ihrer Bekämpfung erkannt.



I, II, III Quergräben
a Hindernis im Flußbett

Abb. 13. Vergleich der Entstehung und des Verlaufes der Schleichströme mit einem Fluß.

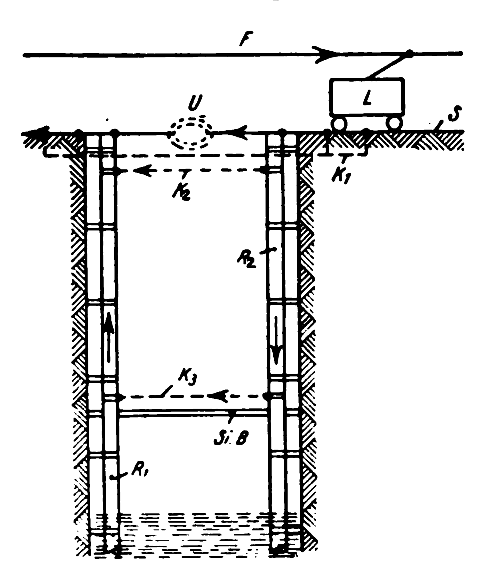
Zur näheren Erklärung für das Entstehen der Schleichströme wird zunächst der Vergleich mit den Verhältnissen in einem Wasserstrom herangezogen (Abb. 13). Entsteht in dem Strom bei *a* ein Hindernis, z. B. durch Versetzen mit Eis oder Sand, so wird das Wasser oberhalb der Hindernisstelle über die Ufer treten. Es verläuft in vielen kleineren oder größeren Schleichströmen im Nebengelände, bis es auf die kleineren Entwässerungsgräben I, II, III oder auf den größeren Graben stößt, und durch sie wieder in den Hauptstrom zurückgeführt wird. Je mehr von diesen Gräben oder Nebengräben vorhanden sind, desto günstiger arbeitet der Rücklauf der Schleichströme in den Hauptstrom. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse in einer elektrischen Lokomotivförderstrecke. An Stelle des Wasserstromes tritt die Schienenrückleitung. Als Hindernisse in der Rückleitung treten Unterbrechungen oder Lockerungen in den Schienenstoßverbindungen auf. Der größere Graben ist in der Förderstrecke mit einer Rohrleitung für Druckluft, Druckwasser, mit einem Kabelmantel, oder mit einem für den Förderbetrieb nicht mehr verwendbaren in der Strecke besonders ausgelegten Förderseil zu vergleichen. Die kleinen Quergräben in dem Flußgelände stehen den Querverbindungen zwischen Geleise und Rohrleitungen usw. gleich. Die Schleichströme werden diese metallischen Wege wählen, da sie für sie viel bequemer sind als der Durchgang durch die hochwertig isolierenden Gesteins- oder Kohleschichten im Gebirge. Man schaffe also im engsten Anschluß an die Schienenrückleitung ein vielmaschiges Netz von Längs- und Querverbindungen. Es kommt hierbei nicht so sehr auf die unbedingte Güte jeder einzelnen Verbindung an als vielmehr auf die Häufigkeit der Verbindungen. Diese metallischen Nebenwege sollen keineswegs die Schienenleitung ersetzen. Sie sollen im gegebenen Falle nur als helfende Überleitungsbrücken vorhanden sein, welche die Schleichströme zusammenhalten, um dadurch das Hinüberschleichen zu einer Arbeitstelle abzuwenden.



F	Fahrleitung	*S*	Gleis	R_1, R_2	Rohrleitungen
L	Lokomotive	*U*	Fehlerstelle im Gleis	*Z*	Zünder

Abb. 14. Verlauf der Schleichströme bei dem Unfall 2.

Das Ergebnis einer Unfalluntersuchung mit tödlichem Ausgange sei an Hand von Abb. 14 erklärt. In der oberen Anschlagsohle steht die Lokomotive mit Zug rechts neben dem Schacht, die Stromquelle (Umformer) befindet sich links. Der Rückstrom durch die Schienen, der beim Anlassen der Maschine besonders hoch ist, stößt auf eine Fehlerstelle bei *U* mit hohem Spannungsgefälle. Die dadurch aus dem Gleis herausgedrängten Schleichströme finden ihren Weg in den Schacht hinein durch die Rohrleitungen und Kabelmäntel in den Sumpf. Auf diese Weise entstehen dann im Sumpf Schleichspannungen, die bei Gelegenheit der Unfalluntersuchung zwischen verschiedenen Punkten bis zu 15 V gemessen worden sind. Überbrücken nun beim Auslegen der Patronen die Anschlußenden eines der bisher gebräuchlichen Zünder für 1 V Zündspannung eine Stelle mit einem höheren Spannungsgefälle, so geht die Patrone ungewollt los und führt das Unglück herbei. Den Weg zur Verhütung eines solchen Eindringens von Schleichströmen in den Schacht zeigt das Schema in der Abb. 15. In der oberen Anschlagsohle ist etwa 50 m vor und etwa 50 m hinter dem Schacht, also auf etwa 100 m Länge, ein Förderseil ausgelegt, welches mit den Schienen und sonstigen Eisenleitungen in der Strecke durch zahlreiche Querverbindungen leitend zusammengeschlossen ist. Am oberen Rande des Schachtes, und ebenso dicht über



F	Fahrleitung	*U*	Fehlerstelle im Gleis	R_1, R_2	Rohrleitungen
L	Lokomotive	K_1, K_2, K_3	Kurzschlußleitungen	*SiB*	Sicherheitsbühne
S	Gleis				

Abb. 15. Schutzverbindungen beim Abteufen eines Schachtes.

[1] El. i. Bergb. Bd. 3, S. 99.



der Sicherheitsbühne im Schacht, werden außerdem die in den Schacht führenden Rohrleitungen, Kabelmäntel usw. unter sich kurzschließend zusammengefaßt und ebenfalls an das oben ausgelegte Förderseil mit angeschlossen. Die jetzt infolge eines Fehlers aus dem Gleis austretenden Schleichströme werden durch das Vorhandensein der kurzschließenden Hilfsverbindungen von der Arbeitstelle im Schachtsumpf abgelenkt. Dem Unglück ist auf diese Weise vorgebeugt.

Das wirksamste Mittel zur Verhütung von Schleichströmen ist in erster Linie ein gut instand gehaltenes Gleis, am besten durch feste Längsverbindung der Schienen mittels Schweißung, unterstützt durch den Mitanschluß der in der Förderstrecke sonst vorhandenen Eisenwege.

Für die Prüfung und Überwachung des Zustandes der Fördergleise wird ein einfacher und praktischer Weg empfohlen. Ein am Ende einer Förderstrecke zwischen Fahrdraht und Schienenrückleitung vorübergehend eingebauter Spannungsmesser, oder schreibender Spannungsmesser, verschafft zunächst einen allgemeinen Überblick über die Spannungsverhältnisse während des Betriebes. Ist bei Abfahrt eines vollbelasteten am Ende der Strecke befindlichen Zuges die beobachtete Spannung zu gering, z. B. um mehr als 20 % der sonst üblichen Spannung, so ist das Gleis nicht in Ordnung. Es ist dann eingehend zu untersuchen. Für diesen Zweck wird zur Zeit des ruhenden Förderbetriebes am Ende der Strecke ein gleichbleibender Belastungswiderstand für etwa 100 A bei 220 V eingebaut. Diese gleichbleibende Belastung ist für die Messung notwendig. Des weiteren benutzt man nach der in Abb. 16 gegebenen Skizze 2 Förderwagen des täglichen Gebrauches, die in etwa 25 m Abstand durch ein von den Wagen isoliertes Hanfseil verbunden sind. Jeder der Förderwagen zieht in der Fahrtrichtung hinter sich eine fest auf die Schienen drückende Schleifvorrichtung. Beide Schleifvorrichtungen sind durch einen an Holzlatten befestigten Gummiaderdraht von etwa 2,5 mm² Querschnitt verbunden. In dieser Leitung befindet sich in einem Wagen auch ein Millivoltmeter. Bei langsamem Vorschub der beiden durch das Seil im gleichen Abstand gehaltenen Wagen wird mit Hilfe des Millivoltmeters der Spannungsabfall in immer gleich langen Gleisabschnitten beobachtet. Ist die Gleisstrecke in Ordnung, so zeigt das Millivoltmeter Schwankungen in einer Größenordnung von etwa 20 ... 30 mV an. Bei Auftreten eines größeren Meßwertes, gemessen wurden bis zu 5000 mV, befindet sich zwischen den beiden Wagen eine Fehlerstelle. Bei näherer Untersuchung dieser Stelle wurden als Ursache für die Fehler gelockerte oder fehlende Schienenstoßverbindungen festgestellt, die meistens auf fehlerhafte Anschlußstellen an den Kreuzungen und Weichen zurückzuführen waren.

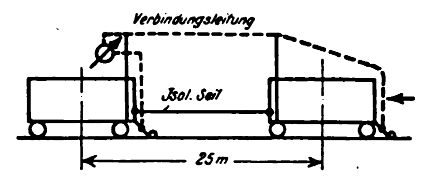


Abb. 16. Schaltbild der Prüfeinrichtung zum Messen des Spannungsgefälles in gleich langen Gleisabschnitten.

Wenn an den Fehlerstellen einer Gleisanlage Spannungsgefälle von 10 V und mehr als Seltenheit hinzustellen sind, so wird das Zustandekommen einer Gefahr dadurch wesentlich verringert werden, wenn an Stelle der gebräuchlichen Zünder mit 1 ... 2 V Zündspannung solche mit 10 und mehr Volt eingeführt werden. (W. Vogel, El. i. Bergb. Bd. 3, S. 99.) *Sb.*

Hochspannungstechnik.

Untersuchung der Wechselstromkorona mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. — Lloyd und Starr haben den Kathodenstrahl-Oszillographen, eine Glühkathodentype der Western Electric Co., mit zwei Paaren elektrostatischer Ablenkplatten zum Studium des Mechanismus der Korona und zur Bestimmung der Koronaverluste an glatten und rauhen Leitern sowie verseilten Kabeln benutzt. Abb. 17 zeigt die dabei verwendete Schaltung. Die an den Widerständen R_1, R_2 abgenommene Spannung des einen Plattenpaares ist proportional und in Phase mit der an den untersuchten Leiter angelegten Spannung, der Spannungsabfall an dem mit dem zweiten Plattenpaar verbundenen Widerstand R_3 proportional und phasengleich mit dem vom mittleren Teil dieses Leiters nach Erde fließenden Strom. Die von den durch die elektrostatischen Querfelder abgelenkten Kathodenstrahlen auf dem Schirm der Röhre bzw. einem auf das Röhrenende gelegten Film gezeichneten Figuren sind unter den obwaltenden Verhältnissen stationär und geben den Zusammenhang zwischen Strom und Spannung am Leiter in jedem Augenblick wieder. Ist Korona noch nicht vorhanden, so sind Strom und Spannung sinusförmig und um 90° verschoben. Das sich abbildende Zyklogramm ist dann eine Ellipse, deren Abszissen der Spannung und deren Ordinaten dem Strom proportional sind. Durch wechselseitige Erdung eines Plattenpaares ergeben sich die Achsen der Ellipse. Beim Auftreten der Korona wird die Stromkurve verzerrt, indem in jeder Halbperiode der Spannung in Nähe des Wellenscheitels eine Entladung einsetzt, die sich im Zyklogramm als unregelmäßiger Höcker in jeder Halbfigur zu erkennen gibt. Sofern die Kurvenform der Spannung bekannt ist, kann die Kurve des Stromes durch Umzeichnung des Zyklogrammes auch über der Zeit als Abszisse ermittelt werden (Abb. 18), wozu übrigens V. Karapetoff einen mechanischen Kopierapparat ersonnen hat, der bei Auswertung einer großen Zahl von Zyklogrammen sehr zeitsparend ist. Die Zyklogramme lassen ferner die Augenblicksspannungen, bei denen sich die Korona bildet, und deren Vorzeichen erkennen, und da sie ferner Volt-Ampere-Kurven darstellen, läßt sich aus ihnen auch die mittlere Leistung auf dem Wege einer Polarkoordinaten- oder rechtwinkligen Koordinatenmethode berechnen.

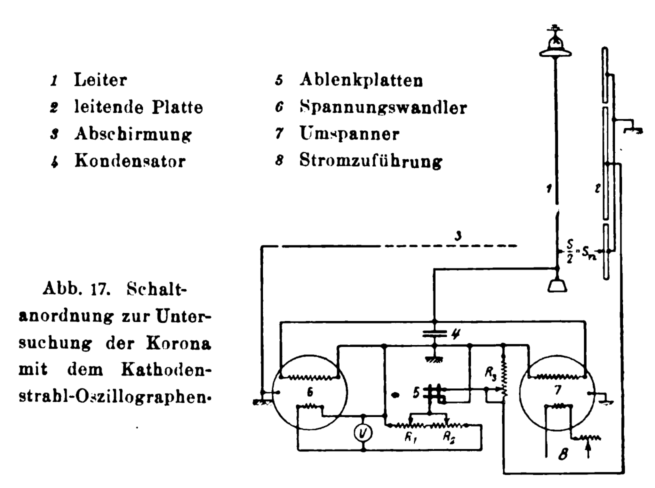


Abb. 17. Schaltanordnung zur Untersuchung der Korona mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen.

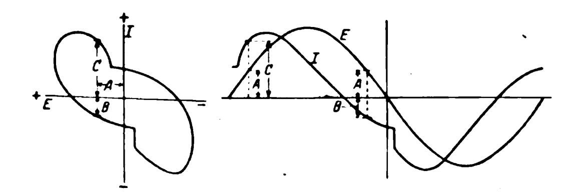
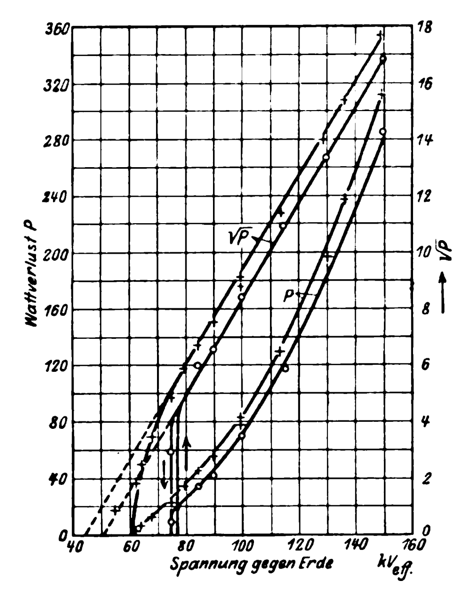


Abb. 18. Graphische Analyse eines Volt-Ampere-Zyklogrammes.

Die auf diese Weise aus den Zyklogrammen bestimmten Werte zeigen befriedigende Übereinstimmung mit den Peekschen Gesetzen, wonach an Leitern mit polierter Oberfläche die Verluste plötzlich bei der „sichtbaren" kritischen Spannung e_v einsetzen und mit dem Quadrat des Überschusses der Spannung über die kritische Entladespannung e_0 wachsen. e_0 ist kleiner als e_v und entspricht der Feldstärke $g_0 = 30$ kV/cm, d. h. der Festigkeit der Luft im gleichförmigen Feld. Abschürfungen, Schmutz und andere zufällige Unregelmäßigkeiten der Leiteroberfläche verursachen hohe örtliche Beanspruchungen und damit Koronaverluste auch bereits unter der Spannung e_v, die schwer zu bestimmen sind und das Gesetz der Wahrscheinlichkeit befolgen. Abb. 19 zeigt die Koronaverluste bei 60 Hz an einem starken Volleiter von 9,3 mm Dmr. mit polierter und aufgerauhter Oberfläche in verhältnismäßig geringem Abstand von Erde. Als Bestätigung des quadratischen Gesetzes $p = k\,(e - e_0)^2$ ergibt sich im Schaubild für $\sqrt{p}$ über e eine gerade Linie, deren Verlängerung die x-Achse bei e_0 schneidet. Mit steigender und fallender Spannung waren an dem polierten Leiter zwei voneinander verschiedene kritische Spannungswerte, bei denen die Verluste einsetzten, festzustellen, was vermutlich auf Wir-

kungen der den Leiter umgebenden Raumladungen zurückzuführen ist. Der rauhe Leiter zeigte nicht nur bei viel niedrigeren Spannungen Verluste als der glatte, sondern es waren diese auch bei den höheren Spannungen viel größer. Der durch Unregelmäßigkeiten der Oberfläche bedingte Verlust über dem quadratischen Gesetz ergibt auch in diesem Falle eine typische Wahrscheinlichkeitskurve. Verlustmessungen an einem stahlverstärkten Aluminiumseil (170 mm²) mit glatter, rauher und verstümmelter Oberfläche ergaben an dem rauhen Seil in einem Zustand, als ob es über unebenem Boden hinweggezogen worden und mit Stellen von Schmutz und Oxyd bedeckt sei, ein Einsetzen der Verluste schon bei 89 % der am glatten Seil beobachteten kritischen Spannung. Die Decklagen des verstümmelten Seils waren in einem Zustand, als ob es über scharfkantige Felsen gezogen worden sei. In diesem Falle setzten die Verluste bereits bei 53 % der am glatten Leiter beobachteten kritischen Spannung ein und waren beträchtlich größer als in den anderen beiden Fällen. Aus diesen Ergebnissen folgt die Notwendigkeit, beim Spannen der Leitungen größte Vorsicht walten zu lassen, damit diese frei von Kratzern und Schrammen gehalten und große zusätzliche Verluste vermieden werden. Vergleichsweise gibt Zahlentafel 1 die an diesem Aluminiumseil mit verschiedener Oberflächenbeschaffenheit beobachteten Verluste bei verschiedenen Spannungen wieder.



Leiterdmr. 9,3 mm ○ glatt + rauh Abstand von Erde 55 cm
Länge 3 m

Abb. 19. Mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen bestimmte Koronaverluste bei 60 Hz.

In der gleichen Versuchsanordnung wurden die Koronaverluste an einem starken polierten Vollleiter bei der Frequenz von 420 Hz im Vergleich zu denen bei 60 Hz ermittelt. Die Verluste waren bei der höheren Frequenz je nach dem Abstand des Leiters von der Erde 3- ... 3,5mal so groß als bei 60 Hz und befolgten das quadratische Gesetz mit denselben kritischen Spannungen als bei der niedrigeren Frequenz an demselben Leiter.

Zahlentafel 1: Gemessene Verluste an einem 170 mm²-Aluminiumseil in 160 cm Abstand von Erde.

Spannung zwischen den Drehstromleitern kV_{eff}	Verlust auf 1 km bei 60 Hz in kW		
	glatt	rauh	verstümmelt
258	30,5	—	—
220	11,2	18,4	—
205	0	10,6	23,7
180	0	0	—
132	0	0	2,9

Die Messungen mit dem Kathodenoszillographen geben einen sehr guten Einblick in den Mechanismus der Koronabildung[1]. Wird die am Leiter herrschende Spannung über die kritische Spannung e_v der sichtbaren Korona erhöht, so beginnt diese bei immer niedrigeren Augenblickswerten der Spannungswelle. Der Augenblickswert der Einsatzspannung wird zu Null, wenn die angelegte Spannung etwa $2e_v$ erreicht, und sogar negativ bei noch höheren Spannungen. Diese Eigentümlichkeit ist aus der den Leiter bei Korona umgebenden Raumladung zu erklären. Wird an den Leiter eine höhere Spannung angelegt, so setzt die Korona während der ersten, z. B. negativen Halbperiode bei der zur Erzeugung der Durchbruchfeldstärke g_v nötigen Augenblickspannung e_v ein. Die Ladung des Leiters ist dann q_v oder der Fluß ψ_v. Nach Einsatz der Korona werden die positiven Ionen nach dem Leiter gezogen und entladen. Die zurückgestoßenen Ionen umgeben den Leiter in einem Zylinder. Die Feldstärke zwischen dem Leiter und dem geladenen Zylinder oder der Raumladung bleibt bei steigender Spannung mehr oder weniger unverändert und hoch genug, um nach der Ausdrucksweise von Peek sogenannte „Koronaladungsbogen" aufrechtzuerhalten. Begrenzt wird diese Feldstärke durch die Durchbruchfeldstärke der Luft g_0. Die Korona bildet sich unter Vergrößerung des Raumladungszylinders immer weiter aus, bis die Scheitelspannung erreicht oder wenig überschritten ist, wo die Korona aussetzt. In diesem Augenblick liegt die Feldstärke zwischen Draht und Koronazylinder gerade unter dem Durchbruchwert. Bei fallender Spannung nimmt diese Feldstärke ab und wird irgendwo auf dem fallenden Teil der Spannungswelle zu Null. Leiter und Raumladung befinden sich dann auf gleichem Potential. Beim Umkehren der Spannung überlagert sich die bestehende Raumladung der Ladung des Leiters, und wenn die Summe beider Ladungen g_v wird, wobei die Feldstärke g_v an der Leiteroberfläche besteht, d. h. wenn $q_v = q_i + q_s$ bzw. der Fluß $\Psi_v = \Psi_i + \Psi_s$ wird, (q_i = Ladung durch die Spannung, q_s = Raumladung), tritt der Durchbruch ein. Die Korona beginnt mit anderen Worten in der ersten Halbperiode bei der Augenblickspannung e_v, in der nächsten und den folgenden Halbperioden bei dem niedrigeren Wert e_i. Die Verringerung des Augenblickswertes der kritischen Spannung ist annähernd gleich dem Überschuß der angelegten Spannung über e_v, d. h. wenn e diese Spannung ist, so gilt $e - e_v = e_v - e_i$ oder $e_i = 2\,e_v - e$. Die momentane Einsatzspannung e_i wird mithin Null, wenn die angelegte Spannung e gleich $2\,e_v$ ist. Wenn dies für einen weiten Spannungsbereich gelten würde, müßte $e + e_i = 2\,e_v =$ konst. sein. Tatsächlich ergaben die Versuche, daß nicht die ganze Raumladung die Einsatzspannung herabsetzt, so daß $e_i = e_v - (e - e_v)\,a$, worin a ein Streufaktor kleiner als 1 ist.

Der Mechanismus des Koronadurchbruchs kann auch durch zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren c_1, c_2 nachgebildet und veranschaulicht werden, von denen c_1 durch eine mit einem Widerstand in Reihe geschaltete Funkenstrecke überbrückt wird, die wie ein Spannungsventil wirkt und bei einer Spannung e_1 anspricht. In der ersten Halbperiode setze der Funke, der in diesem Falle die Korona vertritt, an der Funkenstrecke bei der Gesamtspannung e_v an den Kondensatoren ein. In diesem Augenblick ist an c_2 die Spannung $e_v - e_1$. Mit steigender Gesamtspannung wächst die Spannung an c_1 nicht über den Wert e_1 hinaus, weil dabei der Lichtbogen an der Funkenstrecke einsetzt, und der Spannungsüberschuß entfällt auf c_2. Beim Erreichen des Scheitelwertes der Spannung setzt der Lichtbogen an der Funkenstrecke aus, und bei einer Spannung $e - e$ im fallenden Teil der Spannungswelle sitzt die ganze Spannung auf c_2. In der positiven Hälfte der Welle wird die Spannung an der Funkenstrecke wieder e_1 und der Funke setzt von neuem bei einem Augenblickswert e_i der Gesamtspannung ein. Diese ist um den Betrag, mit dem e die Spannung e_v überschritt, niedriger als e_v, weil eine Überschußladung $(e - e_v)$ c_2 auf c_2 sich der von der Gesamtspannung herrührenden Ladung überlagert, d. h. es gilt dieselbe Beziehung wie an Drähten: $e_i = 2\,e_v - e$, und wie dort die Korona, so setzt auch hier der Funke im Nullpunkt der Gesamtspannung ein, wenn die angelegte Spannung e das Doppelte der kritischen ist. Die bei dieser Schaltung aufgenommenen Zyklogramme stimmen auch mit den bei der wirklichen Korona an Drähten erhaltenen gut überein.

Die Untersuchung des Koronamechanismus läßt auch das quadratische Gesetz der Verluste als naturgemäß erscheinen. Die Raumladung ist proportional $(e - e_0)\,C$, und um diese durch das Feld zwischen Leiter und Koronazylinder zu führen, ist Energie erforderlich. Die Spannung zwischen dem Leiter und der Raumladung ist proportional, für höhere Frequenzen und große Abstände sogar gleich $(e - e_0)$. Die Energie kann als Verlust im Widerstand der „Koronabogen" betrachtet werden, die den Koronazylinder laden und entladen. Mithin ist der Verlust

$$W = (e - e_0)\,(e - e_0)\,C = (e - e_0)^2\,C$$

und die Leistung

$$p = 4\,f\,C\,K\,(e - e)^2.$$

[1] Vgl. hierzu ETZ 1927, S. 548, 1491, 1857 u. 1917.



Ist die Frequenz niedrig oder der Abstand gering, so gehen Ionen auch zwischen den Leitern über, was einer Streuung oder dem Verlust in einem die Leiter verbindenden Widerstand entspricht. In diesem Falle ist $p = K_2(f + a)C(e - e_0)^2$. Nur der Teil der Energie aus der Raumladung, der zum Leiter zurückkehrt, ist kein Verlust und ergibt die zusätzliche Kapazitätswirkung der Korona. Bei e_0 tritt ein Verlust nicht ein, weil kein Durchbruch stattfindet, ehe nicht die Spannung e_v erreicht ist. Es möchte daher auf den ersten Blick scheinen, daß die kritische Entladespannung e_v statt e_0 ist, weil an polierten Drähten der Verlust erst mit e_v einsetzt. Die eingehendere Untersuchung zeigt indessen, daß nach dem ersten Durchbruch, der durch g_v bedingt ist, die Festigkeit der Luft g_0 wird. Obschon also g_v das Einsetzen der Verluste verursacht, ist die nach dem ersten Durchbruch und bei Ausdehnung der Korona herrschende Feldstärke g_0. Dies gilt bis zum Scheitelwert der Spannungswelle, wo die Korona aufhört. Für den nächsten Einsatz der Korona ist wieder g_v erforderlich usw.

Bemerkenswert bleibt, daß die ganze Energie

$$(e - e_v)^2 \frac{C\,C_2}{2\,C_1}$$

in der Raumladung sitzt, wenn die aufgedrückte Spannung Null ist. Bei einem polierten Draht setzt die Korona in der negativen Halbwelle sehr plötzlich ein, wogegen dieser Vorgang in der positiven Halbwelle allmählich vor sich geht. Der Einsatz in der negativen Hälfte ist so rasch, daß leicht Schwingungen auftreten. Die Leistung zeigt zwischen positiver und negativer Korona einen Unterschied, doch ist dieser in den verschiedenen Halbperioden nicht sehr groß. (W. L. Lloyd jr. u. E. C. Starr, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1322; F. W. Peek jr., S. 1390.) *O. N.*

Verschiedenes.

Normenstelle der Deutschen Röntgen-Gesellschaft. — Die Einspruchsfrist für die in der ETZ 1928, S. 986, erschienenen

„Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb von medizinischen Röntgenanlagen zur Vermeidung von Schädigungen durch Röntgenstrahlen und chemische Wirkungen"

wird bis zum 1. XI. 1928 verlängert.

„Haus der Technik"[1]. — Das neue Wintersemester sieht wiederum eine große Reihe von Vorträgen führender Vertreter der technischen Wissenschaften und der technischen Wirtschaft vor. Das Programm wird im Herbst veröffentlicht werden. Es werden die verschiedensten Probleme aus Bergbau, Hüttenwesen, Physik, Elektrotechnik, Chemie, Maschinenwesen und Technologie sowie Wirtschaftsfragen und Bauwesen behandelt und dem Gedankenaustausch der höheren technischen Berufe besondere Beachtung geschenkt.

Jubiläum. — Am 18. VIII. d. J. blickte die Lackfabrik Hermann Frenkel, Leipzig-Mölkau, auf ein 60jähriges Bestehen zurück. Die von dem Vater des jetzigen Inhabers 1868 in Leipzig-Gohlis begründete Firma siedelte 1912 in neu erbaute, geräumige Fabrikationsanlagen nach Leipzig-Mölkau über und stellt, zum Teil in fließender Fertigung, Isolierlacke, Ofenemaillen, Nitrolacke und Eisenbahn-Anstrichstoffe her.

Energiewirtschaft.

Planmäßige Entwicklung von Elektrizitätswerken. — L. W. W. Morrow sieht in einem Plan für die Errichtung eines Stromlieferungssystems, der das Ganze und die Einzelheiten in Mark und Pfennig ausdrückt, eine geschäftliche Notwendigkeit und meint, ein solcher solle schätzenderweise wenigstens die nächsten zehn Jahre umfassen. Er muß nach ihm ausgehen von dem Versorgungsgebiet und der möglichen Belastung. Weitere wichtige Ausgangspunkte sind der Tarif, mit dem man das Geschäft aufbauen kann, der Umfang des Bauprogramms, die notwendigen organisatorischen Maßnahmen, der Kapitalbedarf und schließlich die Roheinnahmen, Ausgaben und Reineinnahmen. Ein wichtiges Problem ist es, die mit dem höchsten erzielbaren Tarif verfügbaren Reinverdienste vorherzusagen. Das Ergebnis wird pessimistisch ausfallen, wenn man die Betriebsdaten der Vergangenheit und Gegenwart auf der Grundlage der allgemeinen Entwicklungslinie über zehn Jahre in die Zukunft erstreckt. Ein optimistisches Resultat würde sich dagegen wahrscheinlich ergeben, wenn die Roheinnahmen nach der Entwicklung der Belastung geschätzt und geschätzte Ausgaben von ihnen abgesetzt werden. Eine normale Schätzung muß auch eine gewisse Steigerung des Absatzes und ebenso eine Verminderung der Betriebsausgaben je verkaufte Energieeinheit in Betracht ziehen.

Ein von einem Elektrizitätswerk entwickeltes Verfahren, um die Reineinnahmen vorher zu schätzen, hat sich, wie der Verfasser sagt, in der Praxis als sehr zuverlässig erwiesen. Es beruht auf dem Verhältnis zwischen Einnahmen und Ausgaben und den Benutzungsstunden. Aus gegenwärtigen und früheren Betriebsergebnissen werden die Roheinnahmen und die klassifizierten Ausgaben je verkaufte Kilowattstunde ermittelt und in Abhängigkeit von den Benutzungsstunden für den einzelnen versorgten Geschäftszweig wie für das gesamte Werk aufgetragen. Abb 20 zeigt ein solches Kurvensystem. Die Spanne zwischen Roheinnahmen und Gesamtkosten für irgendeinen Wert der durchschnittlichen Belastung ist die Summe, die das Werk erfahrungsmäßig aus dem betreffenden Geschäft erzielen kann. In Verbindung mit vorher geschätzten Absatzziffern wird diese Spanne dann benutzt, um die voraussichtlichen Einnahmen zu finden. Die Schätzung auf dieser Grundlage beseitigt die Notwendigkeit, künftige Tarifänderungen oder Schwankungen der Ausgaben in Betracht zu ziehen, um den gesamten Reinverdienst und Überschuß zu ermitteln. (Dies Verfahren läßt aber außer acht, daß erfahrungsmäßig der Überschuß je verkaufte Kilowattstunde immer mehr sinkt, je größer die Erzeugung wird. A. d. R.)

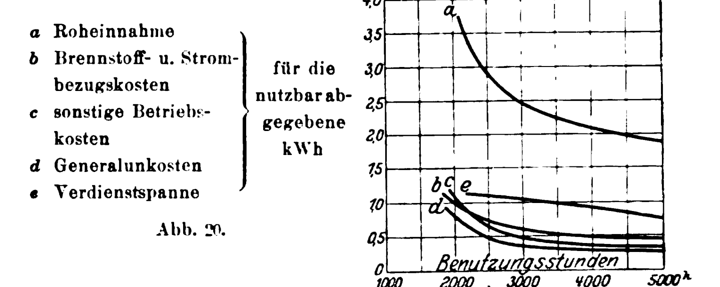


Abb. 20.

Die Daten über das Versorgungsgebiet, die man zur Voraussage der künftigen Entwicklung braucht, teilt Morrow in die industriellen Bedingungen, die sozialen Verhältnisse, die Bevölkerungsverteilung und den Zug der Bevölkerungsvermehrung. Typische Daten von Wichtigkeit sind z. B. der Wert des Ackerlandes, Wert und Art der dort wachsenden Früchte und des gezogenen Viehs, Zahl und Art der Fabriken sowie ihr Anlagekapital und ihre Antriebskraft, die Wertsteigerung des Rohmaterials durch den Verarbeitungsprozeß, die Bevölkerungsdichte. Ein wertvolles Hilfsmittel kann auch das Studium der Entwicklung der Fernsprechanschlüsse geben oder die Analyse der Einkommensteuer. (In Deutschland nicht möglich. A. d. R.) Zu beachten ist weiter das Verhältnis der Stromabnehmer zur Gesamtbevölkerung, die Zentralenleistung und der Kilowattstundenverbrauch je Kopf der Bevölkerung, ebenso der Stromverkauf in den angrenzenden Versorgungsgebieten anderer Gesellschaften. Der Vergleich des Steigens der Anschlußziffer mit dem Wachsen der Bevölkerung gibt einen wertvollen Hinweis darauf, wie weit in der schon vorhandenen Einwohnerschaft sich der Verbrauch von elektrischem Strom vermehrt. Die Verteilung der Belastung auf die einzelnen Versorgungsgebiete, auf die verschiedenen Geschäftszweige und die Klassen der Bevölkerung ist ebenfalls zu studieren und zweckmäßig in Karteiform aufzunehmen. Auch ist nicht zu vergessen, Belastungsproben, wenn möglich als Durchschnitt aus den gleichen Wochen verschiedener Jahre oder aus typischen Wochen in einzelnen Jahren, miteinander zu vergleichen.

Um die künftigen Belastungsmöglichkeiten zu finden, sollten ferner in jedem einzelnen Betriebsbezirk die Daten für das gegenwärtige und frühere Maximum, der jährliche Verbrauch und der Verbrauch in Kilowattstunden je Kopf der Bevölkerung verfolgt und aufgetragen werden. Dieses Material und eingehende Untersuchungen der Nachfrage und des Verkaufs geben gründliche Information, auf die die Voraussage der künftigen Entwicklung gestützt werden kann. Der Verbrauch der Haushaltungen wird dabei zweckmäßig nach der Anzahl der

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1346.

Zähler je Kopf der Bevölkerung, dem Energieverbrauch, der Roh- und Reineinnahme je Anschlußnehmer bestimmt. Wenn bekannt, sollten Haushaltungsbudgets mit untersucht und die Wirkung möglicher Tarifänderungen in Betracht gezogen werden. Der Verfasser empfiehlt, die graphische Darstellung aller dieser Zahlen über zehn Jahre in die Zukunft zu erstrecken.

Nicht zu vergessen ist bei solcher Voraussage, daß sich im Geschäftsleben gute und schlechte Zeiten abwechseln; die früheren Erfahrungen in den Vereinigten Staaten zeigen, daß es Zyklen gibt, die 26 bis 50 Monate umfassen. Gleichwohl sind Geschäftsbarometer nützlich, um für einige Monate als Führer in die Zukunft zu dienen und die Entwicklung für eine längere Zeit annähernd vorherzusehen. Solcher Geschäftsbarometer gibt es eine ganze Anzahl; sie lassen sich auf die Zukunft nach der Methode der kleinsten Quadrate, nach einer logarithmischen Methode oder auch mit Hilfe von Formeln wie die folgende: $R = \sqrt[n]{\frac{A}{P}} - 1$ erstrecken, in der P den Betrag zu Beginn der Periode, A den Betrag an ihrem Ende, R die jährliche Vermehrung und n die Anzahl der Jahre bedeuten. Eine Untersuchung der gegenwärtigen und früheren finanziellen Lage des Werkes in Abhängigkeit von dem Geschäft gibt wertvolle Anregungen zu unmittelbar wirksamen Anstrengungen und zur Berichtigung vorhergesagter Entwicklung. Der Wert einer solchen Analyse besteht darin, daß sie das Anlagekapital unterteilt, dieses, die Betriebskosten und die Einnahmen für jeden Zweig des Geschäfts feststellt, erkennen läßt, in welchem Zweige neue Investitionen nötig sind und größere geschäftliche Anstrengungen gemacht werden müssen oder wo Tarifänderungen wünschenswert erscheinen. Sie gibt dem Reingewinn aus dem ganzen Geschäft Stabilität, weil man die Entwicklungsrichtung der einzelnen Zweige verfolgen kann, und ermöglicht, künftige Einnahmen in den letzteren genauer vorherzusagen. Für die Beamten von Holdinggesellschaften sind solche Kostenunterteilungen ein wertvolles Mittel, um die Geschäftsführung der verschiedenen zu ihrem Konzern gehörigen Unternehmen rasch zu vergleichen.

Das Bauprogramm muß ebenfalls für Jahre im voraus festgelegt werden, wobei die Möglichkeit der Verbindung mit leistungsfähigen Nachbargesellschaften sehr zu berücksichtigen ist. Geeignete Grundstücke für Kraftwerke und die Bauweise der Nachbarwerke sind wichtige Punkte. Die technische und wirtschaftliche Analyse muß ziemlich in die Einzelheiten gehen. Manchmal können die durchschnittlichen Ausgaben der letzten fünf Jahre als Grundlage dienen, um die Kapitalerfordernisse der Zukunft zu schätzen. Wenn aber die Anlage erheblich erweitert werden soll, wenn große Strecken verkabelt, umfangreiche Freileitungsanlagen neu gebaut werden müssen usw., bedarf es sehr detaillierter Abschätzungen.

Nach dem Verfahren der Schätzung der Rohüberschüsse auf der Grundlage der Spanne zwischen Einnahmen und Ausgaben sollten die Roheinnahmen, bezogen auf die Einheit des Anlagekapitals, für eine Reihe künftiger Jahre tabellarisch aufgetragen werden. Diese Aufzeichnung muß mit den Daten der Vergangenheit verglichen und der Schätzung der voraussichtlichen Entwicklung zugrunde gelegt werden. Wenn das Anlagekapital je Einheit der Roheinnahme in einem zehnjährigen Zeitraum erheblich steigt, z. B. von 3 auf 6 $, so ist das als Gefahrsignal zu deuten. Wenn nun alle Voraussagen hinsichtlich der zu verkaufenden Energie, der Roheinnahmen, der neuen Kapitalaufnahmen und der Kosten je Einheit der erzeugten Energie gemacht sind, ist der letzte Schritt in einer solchen Planung, die Reinverdienste zu ermitteln und die jedes Jahr als Überschuß und für Dividenden verfügbare Summe. Er bildet die Probe auf die geschäftliche Zuverlässigkeit des Entwicklungs- und Bauprogramms, wie es Morrow darlegt. (El. World Bd. 89 1927, S. 1185.) *Ha.*

Die Elektrizitätstarife der Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité. — Diese Gesellschaft stellt ihren Abnehmern eine Reihe von Tarifen zur Auswahl, die in ihrer Preishöhe grundsätzlich nach der Spannung (Hoch- und Niederspannung) und nach dem Verwendungszweck (Licht und andere Zwecke) unterschieden sind. Daneben ist die Benutzungsdauer bei der Preisbildung weitgehend berücksichtigt. Die Strompreise sind durch verschiedene Faktoren bestimmt und unterliegen der laufenden Kontrolle des Seinepräfekten. Die Grundpreise, von denen die Tarife ausgehen, sind z. Z. je Kilowattstunde (Kurs: 100 Fr = 16,50 RM):

Licht, Niederspannung	1,68 Fr (27,7 Pf)
Licht, Hochspannung	0,9685 Fr (16,0 Pf)
andere Zwecke, Niederspannung	0,989 Fr (16,3 Pf)
andere Zwecke, Hochspannung .	0,68425 Fr (11,3 Pf)

Auf diesen Sätzen sind drei verschiedene Tarife aufgebaut:

1. Industrie- und Gewerbetarif für Beleuchtung und andere Verwendungszwecke,
2. Haushalttarif für Beleuchtung und Haushaltgeräte,
3. sogen. Nachttarif für alle Zwecke mit Ausschluß der Beleuchtung.

Der Industrie- und Gewerbetarif verlangt einen Mindestanschluß bei Niederspannung von 10 kW, bei Hochspannung von 50 kVA. Er sieht hohe Rabatte bei steigender Benutzungsdauer vor und gewährt einem Abnehmer mit 25 kW Niederspannungsanschluß für Beleuchtung bei einer Benutzungsdauer von 1800 h einen Strompreis von 1,015 Fr (16,75 Pf) je Kilowattstunde, d. h. einen Rabatt von etwa 40 % auf den Grundpreis von 1,68 Fr. Ein gleich großer Abnehmer von Kraftstrom erhält bei 3000 Benutzungstunden einen Preis von 0,603 Fr (10 Pf), was wiederum einem Rabatt von etwa 40 % entspricht. Ein Abnehmer von 50 kW Hochspannungsleistung zahlt bei 90 000 kWh Lichtverbrauch 0,565 Fr (9,3 Pf), während der gleiche Konsument bei 150 000 kWh Kraftverbrauch nur 0,41 Fr (6,8 Pf) je Kilowattstunde zu entrichten hat.

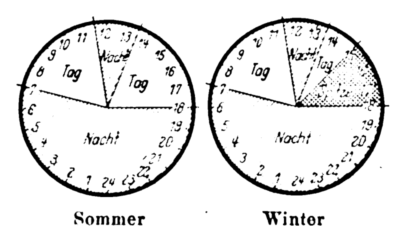


Abb. 21. Die Schaltzeiten für den Nachttarif der Cie. parisienne de Distribution d'Electricité.

Der Haushalttarif für Beleuchtung und Haushaltgeräte hat den Zweck, die Verwendung letzterer, besonders in der Küche, zu unterstützen. Er gestattet den Anschluß von Licht und Haushaltapparaten an die gleiche Installation, ist ein Tarif mit ausgesprochenem Benutzungsdauerrabatt und sieht drei Preise vor, nämlich 1,68 Fr (27,7 Pf), 0,989 Fr (16,3 Pf) und 0,45 Fr (7,4 Pf). Der Verbrauch bis zu einer bestimmten Benutzungsdauer kostet den höchsten Preis, der gleiche Konsum darüber hinaus den mittleren Preis, während der Verbrauch darüber hinaus zu dem niedrigen Preis berechnet wird. Die vorgeschriebene Benutzungsdauer für jede Preisstufe beträgt bei einer Anschlußleistung bis zu 500 W 380 h im Jahr, darüber bis zu 20 kW 240 h und darüber hinaus 200 h im Jahr. Die Benutzungstunden sind so gewählt, daß in der ersten Stufe die Beleuchtung liegt, weshalb für diese Gruppe auch der normale Lichtstrompreis zu bezahlen ist. Für die zweite Stufe muß der normale Strompreis für andere Verwendungszwecke entrichtet werden, und die Benutzungsdauer dieser Gruppe entspricht dem Verbrauch bei Verwendung von Haushaltapparaten. Abnehmern, die eine noch höhere Benutzungsdauer durch besonders ausgiebige Verwendung derartiger Geräte erreichen, berechnet die Gesellschaft dann einen nochmals reduzierten Strompreis.

Der sogen. Nachttarif für andere Verwendungszwecke als Beleuchtung ist das, was man in Deutschland als Dreifachtarif bezeichnet. Seine Preise sind folgende:

	Nacht	Tag	Spitze
Niederspannung . . .	0,310 Fr. (5,1 Pf)	0,736 Fr (12,6 Pf)	1,482 Fr (24,6 Pf)
Hochspannung . . .	0,224 Fr (3,7 Pf)	0,530 Fr (8,75 Pf)	1,015 Fr (16,8 Pf)

Die Schaltzeiten für diesen Tarif gehen für den Sommer und Winter aus Abb. 21 hervor, wobei der Sommer vom 1. IV. bis 30. IX. und der Winter vom 1. X. bis 31. III. gerechnet ist. Dieser Tarif ist sehr geeignet für Heißwasserspeicher, Speicherbacköfen, Kühlanlagen, die Ladung von Traktionsakkumulatoren und überhaupt für alle solche Verwendungszwecke, bei denen die Leistungsbeanspruchung während der Spitze niedrig ist.

Da die Wahl unter den Tarifen den Abnehmern freisteht, wird selbstverständlich jeder den für ihn günstigsten heraussuchen. Ende 1927 verteilten sich die Tarife auf die Verbraucher folgendermaßen:

Industrie- und Gewerbetarif . . .	10 843 Abnehmer
Haushalttarif	32 485 „
Nachttarif (Dreifachtarif) . . .	1 007 „

Da der Nachttarif noch verhältnismäßig jung ist, darf seine Bedeutung nicht nach dieser niedrigen Zahl beurteilt werden. (L. Chereau, Rev. Gén. de l'El. Bd. 23, 1928, S. 325.) Nissel.

RECHTSPFLEGE.

Haftung für schadenbringenden Stromübergang. — Die Frage nach der Art der Haftung stromliefernder Werke — ob Gefährdungshaftung oder nur Verschuldenshaftung — ist ehedem sehr umstritten gewesen, aber die fortschreitende Entwicklung der Technik der Schutzeinrichtungen wie die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft überhaupt dürften ihren Teil dazu beigetragen haben, daß in der Rechtsprechung von heute auch die Starkstrom liefernden Werke als der Gefährdungshaftung im allgemeinen nicht mehr unterworfen angesehen werden. In aller Regel wird daher ein Starkstromunternehmen für die Folgen eines geschehenen Unfalls nicht schon deshalb haften, weil eine Gefährlichkeit der Starkstromleitungen nun einmal besteht (Gefährdungshaftung), sondern es wird zu prüfen sein, ob der geschehene Unfall durch irgendein Versäumnis in der dem Starkstromunternehmen besonders obliegenden Sorgfalt verursacht wurde, ob also ein Fehler in den Anlagen den Unfall verursachte (Verschuldenshaftung). Als praktisches Beispiel hierfür sei im folgenden eine Entscheidung des OLG. Königsberg — 5 U 335/36 — wiedergegeben.

Ein Beamter der Oberpostdirektion (O.P.D) untersuchte die Fernsprechleitungen und erhielt beim Berühren des Drahtes einen heftigen Starkstromschlag, der ihm körperlichen Schaden brachte. In der Klage der O.P.D. gegen die Unternehmerin wurde festgestellt, daß der Unfall auf Übergang von Starkstrom aus der Niederspannungsleitung des Werkes beruhte und daß dieser Stromübergang darauf zurückzuführen war, daß die Niederspannungsleitung an der Kreuzungsstelle der beiden Leitungen auf den Fernsprechdrähten aufgelegen und durch die unmittelbare Berührung ein Stromübergang stattgefunden hatte. Diese Berührung der beiden Leitungen hatte nach den Feststellungen der Vorinstanz ihre Ursache darin, daß sowohl der Mast der Starkstromleitung zur Seite nachgegeben als auch eine Vergrößerung des Durchhangs der Niederspannungsleitung, wie er bei derartigen Anlagen vorkommt, stattgefunden hatte. Die O.P.D. beanspruchte für ihren Beamten Schadensersatz, ferner Ersatz aller Kosten für Beseitigung der Störung, für Erneuerung der Sicherungen usw. LG. und OLG. entschieden entsprechend dem Klageantrag.

Hätte nun das OLG. Gefährdungshaftung der Unternehmerin angenommen, so hätte es eines Eingehens auf die Ursachen nicht bedurft, die Haftung der Unternehmerin für den Unfall des Beamten der O.P.D. hätte sich schon allein aus der einfachen Tatsache des erfolgten Stromüberganges, der nachweislich ja den Unfall herbeiführte, ergeben. Es ist dies eben eine Eigentümlichkeit der Gefährdungshaftung, daß es auf die Ursachen des einem Dritten schadenbringenden Ereignisses gar nicht ankommt, daß vielmehr die Tatsache des erfolgten Schadens, verursacht durch das Ereignis selbst, schon haftpflichtig macht.

Die Spruchbehörden nahmen nun nicht Gefährdungshaftung der Unternehmerin an und verurteilten aus diesem Grunde, sondern es wurde sehr eingehend die Frage eines etwaigen Verschuldens der Unternehmerin geprüft und festgestellt, ob die Voraussetzungen des § 823 BGB. vorlägen. Grundsätzlich hatte die Unternehmerin als Eigentümerin des Starkstromnetzes für die ordnungsmäßige Anlage und Unterhaltung der Niederspannungsleitungen zu sorgen und einzustehen, u. zw. verpflichtete die Anlage einer Starkstrom führenden Drahtleitung vermöge ihrer Gefährlichkeit die Unternehmerin zu erhöhter Sorgfalt, deren Ausübung sich jeweils nach den besonderen Umständen zu richten hatte. Da nun bekanntlich jede Berührung mit der Leitung selbst und auch jeder Stromübergang auf andere leitende Gegenstände, mit denen Menschen in Berührung kommen können, unter Umständen Gefährdungen der Gesundheit herbeiführen kann, ist ein Starkstromunternehmen, wie das Gericht ausführt, für verpflichtet zu halten, Masten und Leitungen regelmäßig zu beaufsichtigen und durch einen Fachmann in bestimmten Zeitabschnitten besichtigen zu lassen. Besondere Aufmerksamkeit ist den Stellen der Anlage zu widmen, an denen Stromleitungen sich mit anderen Leitungen kreuzen, und die Unternehmerin hatte sorgfältig darauf zu achten, daß der Abstand zwischen Starkstrom- und Schwachstromleitung den technischen Erfordernissen nach genügend groß war und alle Schutzvorrichtungen, wie Isolierdraht usw., dauernd in gutem Zustande blieben. Diese Grundsätze der Sorgfaltspflicht eines Starkstromunternehmens, zu denen sich die Spruchbehörden bekannten, finden sich großenteils auch in der Anordnung des Preuß. Ministers für öffentliche Arbeiten zum Schutze der Reichstelegraphenleitungen von 28. IV. 1909 (Pr. Min.Bl. f. d. in. Verw. 1909, S. 136) und auch in einem Erlaß des Reichspostministeriums vom 15. XII. 1919.

Das beklagte Werk wandte ein, daß diesen Grundsätzen entsprechend verfahren worden sei, daß das Leitungsnetz ständig unter Kontrolle gehalten wurde, und daß insbesondere bis zum Tage des Unfalls keine Veränderung in der Entfernung der Starkstromleitung zu den Fernsprechdrähten wahrnehmbar gewesen wäre. Das Gericht ließ diesen Einwand nicht gelten, stellte sich vielmehr auf den Standpunkt, daß die vorgenommene Kontrolle des Leitungsnetzes nicht ausreichend, nicht sachgemäß und sorgfältig genug gewesen sein könne, weil ein Fehler in der Leitungsanlage die Ursache gewesen sei, daß Starkstrom in die Sprechleitung überhaupt übertreten konnte. Dieser Fehler, der Stromübergang, habe unbestritten vorgelegen und hätte bei noch sorgfältigerer Beaufsichtigung vermieden werden können. Für diesen Fehler hafte die Unternehmerin als Versäumnis in der Ausübung der ihr obliegenden Sorgfaltspflicht, und er begründe ihre Haftung aus § 823 BGB.

Ferner hatte die beklagte Unternehmerin eingewandt, daß ihr der erwähnte Erlaß des Reichspostministeriums mit seinen besonderen Vorschriften nicht bekannt geworden sei; doch wurde dieser Einwand schon deshalb für unerheblich gehalten, weil Unternehmer derartiger Anlagen sich selbst die einschlägigen Vorschriften beschaffen und sich mit ihnen vertraut machen müßten, sofern sie nur veröffentlicht seien. Endlich hatte die Unternehmerin versucht, ihre Schadensersatzpflicht damit zu bestreiten, daß ein konkurrierendes Verschulden der O.P.D. insofern vorläge, als einmal die Anlage von ihr genehmigt wäre und auch sie ihr Leitungsnetz ständig unter Kontrolle halte und etwaige Mängel hätte feststellen können und müssen. Allein, die Erklärung der Postbehörde, daß sie gegen die Inbetriebnahme solcher Anlagen Einwendungen nicht zu erheben habe, übertrage die Verantwortung für die Verkehrssicherheit der Anlage im Verhältnis zu der Unternehmerin nicht auf die Postbehörde und könne daher die Unternehmerin auch nicht als mitwirkendes Verschulden der genehmigenden Behörde entlasten, ebensowenig aber auch deren Prüfungspflicht ihrer Anlagen, da das Werk in erster Linie dafür zu sorgen habe, daß der Abstand zwischen den beiden Leitungen bei der Herstellung der Anlage eingehalten werde und erhalten bliebe, da die Leitungen von ihm gelegt seien und in seinem Interesse betrieben würden. Dr. jur. C. v. dem Busch.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

M. Baldamus †. — Am 16. d. M. erlitt Dr.-Ing. Max Baldamus im Alter von 59 Jahren bei einer Autofahrt einen tödlichen Unfall. Der Verunglückte hatte als Erster in Deutschland den Doktoringenieurtitel erworben; er stand seit dem Jahre 1899 in den Diensten der SSW und war zuletzt Direktor des Technischen Bureau Magdeburg.

H. Bengen. — Dem langjährigen Leiter des städtischen Elektrizitätswerkes Ostseebad Kolberg, Dir. Hans Bengen, ist nach dem Ableben des Dir. Behr vom Gas- und Wasserwerk auch die Leitung dieser beiden Werke übertragen worden.

Auszeichnungen. — Von der T. H. Aachen wurde dem Direktor der SSW Max Haller, Berlin-Grunewald, in Anerkennung seiner hervorragenden organisatorischen Leistungen in der Elektroindustrie die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Ölschalterversuche.

In der ETZ 1928, S. 676, schreibt Herr Dr. J. KOPELIOWITCH:

„Bekanntlich ist jede Abschaltung mit der Vergasung bzw. Verdampfung des Öles, mit dem Schmelzen und Verdampfen des Elektrodenmetalls verknüpft. In gewöhnlichen



Schaltern wird dieses Gas frei um die Kontakte entwickelt und bildet eine rasch wachsende, kugelförmige Gasblase, welche die Kontakte umschließt. Das oberhalb dieser Gasblase befindliche Öl wird bei genügender Abschaltleistung bzw. Schalterarbeit als Ganzes in Form eines Ölkolbens gegen den Schalterdeckel emporgeschleudert und füllt den oberhalb des normalen Ölspiegels zur Verfügung stehenden Raum aus. Dieser Vorgang wurde zum erstenmal von Brühlmann im Jahre 1925 beschrieben."

Soweit die Bezeichung dieses Vorganges als „Ölkolben" in Frage kommt, trifft die Behauptung zu. Die Beschreibung des Vorganges selbst findet sich aber bereits in dem AEG-Patent 264 933, in dem Ölschalter angegeben sind, bei denen von der Gasentwicklung Gebrauch gemacht wird. Wie aus den hier abgedruckten Abb. 1, 2 u. 3 dieser Patentschrift hervorgeht, soll das Öl als solches die Deckel in Bewegung setzen; der Patentanspruch lautet:

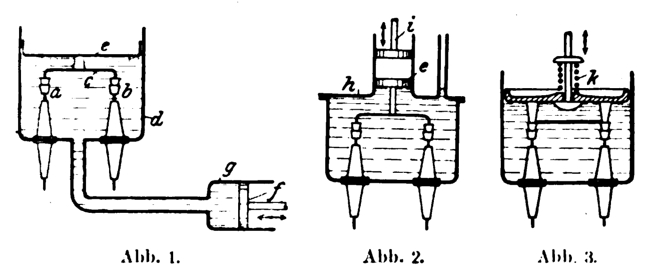


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3.

Ölschalter nach D. R. P. 264 933, vom 27. II. 1912.

„Ölschalter, gekennzeichnet durch eine solche Anordnung der festen und beweglichen Kontakte, daß der beim Öffnen des Schalters entstehende Gasdruck die relative Bewegung der Kontakte gegeneinander im Sinne der Ausschaltbewegung beschleunigt."

Von mir im Jahre 1912 angestellte Versuche haben gezeigt, daß tatsächlich durch diese Anordnung eine sehr hohe Beschleunigung der Kontakte eintritt.

Weiterhin habe ich in einem Artikel „Versuch einer Bestimmung der in Ölschaltern auftretenden Drucke", der im „Archiv für Elektrotechnik" im Jahre 1915 erschienen ist, auf S. 86 folgendes geschrieben:

„Der Lichtbogen wirkt nun thermisch auf das Öl ein. Ein Teil wird erwärmt, ein Teil wird verdampft und ein weiterer Teil dissoziiert, z. B. wird Wasserstoff und Azetylen gebildet. Über die Temperatur, die hierbei herrscht, ist man auf Vermutungen angewiesen; wir werden bei den weiter unten folgenden Rechnungen 3000 ° zugrunde legen. Die Drucke, die beim Verdampfen und der Dissoziation auftreten, werden einesteils mit Schallgeschwindigkeit durch die Flüssigkeit bis zu den Gefäßwandungen übertragen und dort wieder zurückgeworfen, andernteils werden sie auch einem Teil der Flüssigkeit eine Bewegung erteilen. Wegen der sehr kurzen Zeit, während der diese beschleunigenden Kräfte wirken können, treten auch bei freier Oberfläche der Flüssigkeit erhebliche Drucke auf."

Ich glaube hiermit den Beweis erbracht zu haben, daß bereits im Jahre 1912 bzw. 1915 keine Zweifel darüber bestanden, daß die Gasblasen, bevor sie in die Höhe steigen, zunächst der darüber liegenden Flüssigkeitsschicht eine Beschleunigung erteilen. Ob man dies als Kolbenwirkung bezeichnen will oder nicht, hat mit dem Vorgang als solchem nichts zu tun.

Berlin, 5. V. 1928. Dr. L. Fleischmann.

Erwiderung.

Ich kann mich der Auffassung von Herrn Dr. FLEISCHMANN nicht anschließen. Daß die entwickelten Gase eine Druckerhöhung bzw. eine Druckwelle im Schalter bewirken, ist z. B. auch in der Arbeit von Dr. Bruno BAUER im Bulletin SEV 1915, H. 8, S. 141, zu finden. Das verdrängte Öl kommt naturgemäß in Bewegung, was in der angeführten Patentschrift zur Beschleunigung der Kontakte benutzt wird. Die Beschreibung des Vorganges nach BRÜHLMANN hat aber die außerordentlich wichtige Erkenntnis zutage gebracht, daß

„beim Steigen des Ölspiegels die im Schalter befindliche Luft durch die Expansionsöffnungen hinausgedrückt wird, und das Öl steigt so lange, bis überhaupt keine Luft mehr im Schalter vorhanden ist. Gasblase und Luft im Schalter kommen also während des ganzen Vorganges nie in Berührung, sie sind stets durch eine Ölschicht getrennt, welche die Rolle eines beweglichen Kolbens übernimmt. Diese Tatsache ist außerordentlich wichtig für die Sicherheit des Schalters, da sie die Entstehung von Gasexplosionen, sei es durch Mischen der Gasblase mit der Luft, sei es durch Zünden eines im Luftraum bereits vorhandenen Gasgemisches durch Berührung mit den glühenden Lichtbogengasen verhindert."

Meines Erachtens kann aus der Arbeit von Dr. FLEISCHMANN die Erkenntnis einer kolbenartigen Bewegung des Öles nicht abgeleitet werden.

Baden, 14. VI. 1928. Kopeliowitsch.

Die Einordnung der tschechoslowakischen Elektrizitätswirtschaft in den Plan einer mitteleuropäischen Kraftwirtschaft.

In meinem hierüber in der ETZ 1928, H. 30, veröffentlichten Aufsatz war auf S. 1110, rechte Spalte, Zeile 11, die Benutzungsdauer des Netzes der Westmährischen Elektrizitäts-A. G. in Brünn nur zu 1880 h angegeben. Wie mir nun Herr Ing. J. TOMANEK, Obersektionsrat im Ministerium f. öffentl. Arbeiten, Prag-Smichov, in dankenswerter Weise mitteilt, ist diese Benutzungsdauer zu niedrig gegriffen, da nach der veröffentlichten Bilanz genannter Gesellschaft über das Geschäftsjahr 1927 in letzterem insgesamt 72 605 602 kWh verkauft wurden. Da der hierbei aufgetretene Höchstwert 22 150 kW betrug, so ergeben sich also als entsprechende Benutzungsdauer 3250 h, was hiermit richtiggestellt wird.

Bodenbach a. Elbe, 6. VIII. 1928.

Gustav W. Meyer.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrische Widerstand-Schweißung und -Erwärmung. Von Dipl.-Ing. A. J. Neumann. Mit einem Geleitwort v. Prof. Dr.-Ing. A. Hilpert. Mit 250 Textabb., VIII u. 193 S. in 8⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 17,50 RM.

Obgleich die Anfänge der elektrischen Widerstandschweißung nahezu 40 Jahre zurückliegen, ist doch die Literatur über dieses Fachgebiet merkwürdig gering geblieben. Erst die Rationalisierung der Betriebe im letzten Jahrzehnt hat die Entwicklung der Schweißmaschinen beschleunigt, so daß sie zu Gebrauchsmaschinen wurden und die elektrische Schweißung als Maschinenelement Anerkennung fand. In vorliegendem Werk erhalten wir ein äußerst brauchbares Werkstatthandbuch, das in vielen Betrieben sicher sehr willkommen sein wird.

Zur Einführung gibt uns der Verfasser eine Zusammenstellung der elektrothermischen Vorgänge, soweit sie zum Verständnis des Spezialgebietes erforderlich sind. Die elektrische Eigenschaft des Werkstoffes bildet selbst die Grundlage für die Schweißmöglichkeit, da ja die Schweißwärme dem Widerstand des Metalls und dem Stromquadrat proportional ist. Es ist daher den einzelnen Metallen mit ihren Legierungen und ihren Oberflächenveredlungen (vernickelt, verzinnt usw.) im Zusammenhang mit den Schweißvorgängen ein größeres Kapitel gewidmet, das zwar nicht erschöpfend ist, aber doch die Grundlage für die Praxis bildet und den Weg zum Weiterarbeiten auf dem noch nicht ganz geklärten Gebiet gibt. Anschließend hieran werden die verschiedenen Schweißsysteme, wie Punkt- und Nahtschweißung und die Arten der Stumpfschweißung mit praktischen Beispielen besprochen. Es muß hierbei betont werden, daß der Verfasser als Erster einen tieferen Einblick in die Schweißprobleme gibt, wie wir ihn selbst in dem ausführlichen Werk von Ethan Viall, Electric Welding (Verlag: American machinist) nicht finden. Insbesondere ist auch die Auswahl der makroskopischen und mikroskopischen Aufnahmen sehr treffend und sorgfältig vorgenommen.

Die Eigentümlichkeit des elektrischen Schweißvorganges bedingt eine abfallende Kennlinie des Transformators, d. h. einen Transformator mit verhältnismäßig starker Streuung. Infolgedessen ist auch der Phasenfaktor recht schlecht, woraus sich in Verbindung mit der stoßweisen Belastung des Netzes die Abneigung vieler Elektrizitätswerke gegen den Anschluß der Maschinen erklärt. Der Verfasser zeigt uns in Bild und Rechnung eine größere Anzahl Spezialtransformatoren in Verbindung mit den elektrischen und mechanischen Schaltorganen zahlreicher Maschinentypen.

Den Schluß des vorliegenden Werkes bildet ein Abschnitt über elektrische Erwärmungsmaschinen, wie Nie-

tenwärmer, Schmiedeesse, Radreifenanwärmung u. a. m., von denen die Elektrotrennmaschine noch besonders erwähnt werden mag.

Die elektrische Widerstandschweißung und -erwärmung ist ein Kapitel, das beliebig erweitert werden könnte, da die vielseitige Anwendung dieser Apparate noch viel zu wenig erkannt worden ist. Erst die wirtschaftliche Auswirkung des heutigen Konkurrenzkampfes wird uns zwingen, das neue Maschinenelement „Widerstandschweißung" mehr anzuerkennen und in noch brauchbarere Formen zu bringen. Die ausgezeichnete klare und knappe Zusammenstellung, die uns der Verfasser im vorliegenden Buch gegeben hat, wird sicher Beachtung im Konstruktionsbureau und Werkstatt finden. Schenk.

Werkstoff-Handbuch. Nichteisenmetalle. Herausg. v. d. Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. Mit 370 S. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1927. Preis einschl. Schutzkarton 18 RM, einschl. Ringbuchdecke mit Goldprägung 24 RM.

In dem vorliegenden Werk hat die umfangreiche Arbeit auf der Werkstoffschau 1927 ihren Niederschlag gefunden. Die mit jener Tagung angestrebte Gemeinschaftsarbeit zwischen Wissenschaftler, Erzeuger und Verbraucher des Werkstoffs wird durch das Handbuch wesentlich gefördert werden, das in kurzen, treffend gefaßten Formen für jedes Nichteisenmetall und seine Legierungen über Herstellungsart, Qualität, Eigenschaften, Verarbeitungsart, Verwendung usw. Aufschluß gibt. Mit dieser Kenntnisgabe kann den Eigenarten der Stoffe bei der Fertigung Rechnung getragen werden, so daß Fehler vermieden und der Werkstoff in bestmöglicher Weise ausgewertet werden kann. Besonderen Verwendungszwecken, wie zu Lagern, Spritzguß, elektrotechnischem Bedarf usw. sind besondere Abschnitte gewidmet. Die Prüfverfahren sind eingehend behandelt. Die Angabe umfangreichen Schrifttums ermöglicht ohne Zeitverlust eingehendere Studien im Bedarfsfall. Die für das Werk gewählte Form eines Ringbuches gestattet dem Leser, dieses bei Neuerscheinungen der Abhandlungen auf dem laufenden zu halten. Przygode.

Mechanik. Statik u. Dynamik d. festen Körper u. d. Flüssigkeiten u. Festigkeitslehre. Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland. (Betriebstaschenbuch, herausg. v. R. Horstmann u. K. Laudien.) 2. neubearb. Aufl. mit 225 Textabb., XI u. 214 S. in 8°. Verlag von Dr. Max Jänecke, Leipzig 1928. Preis kart. 3,60 RM.

Dem Bedarf der Neuzeit, Betriebsleuten, denen sonst die einschlägige theoretische Schulung nicht zuteil wurde, die Grundbegriffe der technischen Mechanik zugänglich zu machen, entspricht das nunmehr in zweiter Auflage vorliegende Buch in einer anerkennenswerten Weise. Die klare, einfach und schrittweise entwickelte Darstellung der einzelnen Abschnitte ist wirklich geeignet — wie dies nach dem Vorwort in erster Linie angestrebt wurde —, diese Kenntnisse einem Leserkreis zu vermitteln, der lediglich einige elementare Kenntnisse in Geometrie und Rechnen besitzt. Viele geschickte Zahlenbeispiele erleichtern die Verarbeitung der theoretischen Ausführungen und ermöglichen dem Leser ihre selbständige Anwendung.

Dem Buch, dessen Ausstattung ebenfalls lobenswert ist, ist weiterhin eine recht große Verbreitung zu wünschen. Dr.-Ing. F. László.

Handbuch der Physik. Herausg. v. H. Geiger u. K. Scheel, bearb. v. mehr. Fachgen. Bd. 12: Theorien der Elektrizität. Elektrostatik. Redig. von W. Westphal. Mit 112 Abb., VII u. 564 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 46,50 RM, geb. 49 RM.

Die Maxwell-Hertzsche Theorie — die Elektronentheorie — Elektrodynamik bewegter Körper und spezielle Relativitätstheorie — diese ersten drei Abschnitte aus dem 12. Band des „Handbuchs der Physik" schildern in eindrucksvoller Gedrungenheit die Geschichte einer der größten menschlichen Geistestaten: Aus einfachsten Beobachtungen formen sich Elementargesetze, deren Zusammenfassung durch die experimentell allein zugängliche Integralform in den partiellen Differentialgleichungen des Feldes gipfelt. Sie weisen den Zusammenhang mit der Optik, der durch Hertz grundlegend für die elektromagnetische Wellentelegraphie wurde. Der Widerspruch zwischen alter Fluidumauffassung und Wellendynamik wird durch die Lorentzsche Elektronentheorie gelöst. Sie deutete durch die Bewegungsgesetze korpuskularer Elektrizitätsatome Ohmsches und Joulesches Gesetz, die Kontaktphänomene und die Erscheinungen an Leiteroberflächen, wie sie in der Richardsonschen Formulierung so wichtig für das Verständnis der Elektronenröhren geworden sind; freilich können mancherlei Folgerungen für die Dynamik der Materie bisher nicht befriedigend durchgeführt werden. Die Frage nach den Eigenschaften rasch bewegter Elektronen wird durch die spezielle Relativitätstheorie Einsteins beantwortet, die durch Minkowskis vierdimensionale Weltmetrik eine weitgehende Vertiefung erfahren hat. Besonders eindrucksvoll ist die hier gewonnene Erkenntnis, daß Maxwells „Verschiebungsstrom" durchaus nicht als Äquivalent bewegter elektrischer Ladung zu deuten ist, der analoge magnetische Wirkungen hervorbringt, sondern vielmehr die zeitartige Komponente eines umfassenden Vektors bildet, dessen raumartige Komponente als magnetischer Feldwirbel in Erscheinung tritt. Damit fällt eine unleugbare Schwäche der Maxwellschen Auffassung, die auch gerade in den Kreisen der Techniker manchen Widerstand gegen die Maxwellsche Theorie herausgefordert hat.

Elektrostatik — Dielektrika: Die beiden letzten Abschnitte des Bandes geben nun Anwendungen der allgemeinen Theorien, die stellenweise auch unmittelbares technisches Interesse besitzen. Wir finden in der Elektrostatik neben den klassischen Potentialproblemen eine sehr bemerkenswerte Zusammenstellung der Aufgaben, die durch konforme Abbildung bewältigt werden können; hier erhebt sich die Darstellung weit über den Rahmen eines Handbuches und kann unmittelbar als kurzgefaßtes Lehrbuch angesprochen werden. Demgegenüber führt die Theorie der Dielektrika sogleich in eine Fülle physikalischer Probleme, die durch die Erscheinungen der optischen Dispersion nahegelegt werden; hier ist eine alle Eigenschaften klärende Theorie noch nicht vorhanden, so daß die theoretische Darstellung sich auf ein Referat über die wichtigsten Hypothesen beschränken muß. Um für diesen Mangel gewissermaßen einen Ausgleich zu bieten, werden reiche Angaben über experimentell gefundene Eigenschaften der Dielektrika, insbesondere ihre Abhängigkeit von den physikalischen Fundamentalgrößen, Druck, Temperatur usw., beigebracht. Es liegt zum Teil in der Natur der Sache, daß dieses Schlußkapitel die straffe Einheitlichkeit der vorangehenden Abschnitte vermissen läßt und daher den Leser enttäuscht; doch muß ausgesprochen werden, daß die Abschnitte über Mechanik der Dielektrika wie auch die Würdigung der Festigkeitsfrage nicht ausreichen. Vielleicht sollen die hier offenkundigen Lücken in späteren Teilen des Handbuches nachgeholt werden.

Die Namen der Bearbeiter: A. Güntherschulze, F. Kottler, H. Thirring, F. Zerner, bürgen für eine wissenschaftlich vollwertige Darstellung, die sogar gelegentlich infolge notwendiger Kürze des Ausdruckes an den Leser recht erhebliche Anforderungen stellt. Gerade deshalb aber wird es jedem, der auf dem Gebiete der Elektrodynamik arbeitet, ein unentbehrlicher Ratgeber und Helfer werden, um sich über fernliegende Fragen rasch zu orientieren und weitergehende Literatur zu finden. Dies gilt, wie für den Physiker, so auch für den Elektrotechniker, der von seiner großen Lehrmeisterin Physik die Grundlagen für sein Planen empfängt.

Franz Ollendorff.

Partial differential equations of mathematical physics. Von Prof. A. G. Webster (B. G. Teubners Samml. v. Lehrbüchern auf d. Gebiete d. Mathemat. Wissensch. mit Einschluß ihrer Anwendung. Bd. 42), herausg. v. Prof. S. J. Plimpton. Mit 97 Textabb., VII u. 440 S. in 8°. Verlag von G. E. Stechert & Co., New York und B. G. Teubner, Leipzig 1927. Preis geh. 23 RM, geb. 25 RM.

Das Buch legt besonderen Wert darauf, den einheitlichen Charakter der mathematischen Physik zum Ausdruck zu bringen. Nach Aufstellung der partiellen Differentialgleichungen im ersten Kapitel werden im zweiten Kapitel die Gleichungen erster und im dritten die Gleichungen zweiter Ordnung behandelt. Das vierte, fünfte und sechste Kapitel bringen die Theorie der Fourierschen Reihen und Integrale und die Potentialtheorie, das siebente und achte insbesondere die Funktionen von Laplace, Bessel und Lamé und ihre Anwendungen. Das neunte Kapitel enthält einen kurzen Abriß der Theorie der Integralgleichungen. Im Anhang finden sich noch verschiedene Begriffe und Sätze aus der Infinitesimalrechnung, so z. B. ein Abschnitt über bestimmte Integrale, ein Abschnitt über lineare Differentialgleichungen, vor allem eine etwas längere Einführung in die Theorie

der Funktionen einer komplexen Veränderlichen und ihrer Integrale. Die Vektoranalysis erfährt im ersten Kapitel eine ausführliche Behandlung. Fast ausschließlich beziehen sich die so ziemlich sämtlichen Gebieten der theoretischen Physik entstammenden Anwendungen auf Schwingungsprobleme. Die Darstellung zeichnet sich durch Klarheit und Verständlichkeit aus; anschauliche Methoden werden besonders herangezogen. Das Buch kann Physikern und Ingenieuren durchaus empfohlen werden. Fender.

Energiespeicherung. Von Prof. Dr.-Ing. W. Pauer. (Wärmelehre u. Wärmewirtschaft in Einzeldarstellt. Bd. 6, herausg. v. Prof. H. Pfützner.) Mit 57 Abb., VIII u. 179 S. in 8°. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1928. Preis geh. 12 RM, geb. 13,50 RM.

Der Elektro-Wirtschaftler findet in diesem Buche, das als Band 6 des von Prof. H. Pfützner, Dresden, herausgegebenen Sammelwerkes: „Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen" erschienen ist, viele wertvolle Unterlagen, um das heute für die Elektrizitätswerke so wichtig gewordene Problem der „Spitzendeckung" nach allen Seiten hin zu studieren und für Sonderfälle sachgemäß zu lösen; denn die einzelnen Speichermöglichkeiten: Schwungradspeicher, Wasserkraftspeicher, Wärmespeicherung in Flüssigkeiten, Speicher für Dampfkraftanlagen und Wärmespeicherung in festen Körpern werden vom Verfasser sehr eingehend mathematisch behandelt und durch zahlreiche Beispiele und der Praxis entnommene Vergleichsrechnungen erläutert. Den größten Raum (37 Seiten) nimmt die Besprechung der Speicher für Dampfkraftanlagen ein. Nach einer allgemeinen Einleitung über die Gründe für den Speichereinbau und seine thermischen Möglichkeiten werden die Gleichdruckspeicher, Dampfspeicher, Gefällspeicher, Lösungsspeicher, elektrochemische Speicher ausführlich behandelt, woran sich eine recht anschauliche zusammenfassende Beurteilung anschließt. In dieser gelangt Prof. Pauer bezüglich der Elektrizitätswerke zu der Schlußfolgerung, daß die Versorgung von Industriezentren, zu denen auch die Großstädte zu zählen sind, nicht ausschließlich durch Fernübertragung stattfinden sollte, sondern daß möglichst nahe dem Verbrauchschwerpunkte errichtete Speicherwerke hinzugezogen werden müssen. Die zweckmäßigste Gestaltung dieser sei heute noch ungeklärt.

Auffallend kurz ist vom Verfasser die elektrische Speicherung behandelt, der nur knapp drei Seiten gewidmet sind. Die Benutzung des Akkumulators auch für die heutige Elektrowirtschaft mit ihrer überwiegenden Drehstromerzeugung wird, wie z. Z. häufig, auch in diesem Buche unterschätzt.

Mit den immer weiter fortschreitenden Spannungserhöhungen, den immer größer werdenden Entfernungen der Kraftwerke von den Verbrauchschwerpunkten sowie der völligen Durchdringung unseres gesamten Wirtschaftslebens mit der Verwendung elektrischer Energie gewinnt die Rücksichtnahme auf die Betriebsicherheit eine stark erhöhte Bedeutung; kurze Stromunterbrechungen lassen sich aber bei reinem Drehstrombetriebe nicht vermeiden. Wo z. B. in Warenhäusern, Gast- und Schaustätten, Kliniken usw. auch die kürzeste Stromunterbrechung zu ernsten Schädigungen führen kann, wird die Gleichstromversorgung mit Akkumulatoren-Batterien stets bevorzugt werden. In einem Buche, das die übrigen Energiespeicherungs-Möglichkeiten so erschöpfend behandelt, wie es in dem Werke von Prof. Pauer geschieht, wäre ein näheres Eingehen auf die elektrotechnische Speicherung erwünscht gewesen, zumal über die hier in Betracht kommenden wirtschaftlichen Fragen noch wenig unparteiische Untersuchungen in der Literatur vorliegen.

Die Bedeutung der elektrochemischen Speicherung für den Betrieb kleiner Fahrzeuge erkennt der Verfasser an; doch auch hier wäre entsprechend den übrigen Vergleichsrechnungen des Buches ein näheres Eingehen auf die Wirtschaftlichkeit der mit Explosionsmotoren und mit Akkumulatoren betriebenen Fahrzeuge unter Berücksichtigung aller Vorzüge des Elektromobils und des günstigen Einflusses der Akkumulatoraufladung auf die Betriebsverhältnisse der Elektrizitätswerke von Nutzen. Thierbach.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Frankreichs elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Im ersten Vierteljahr 1928 ist nach Blondins Angaben in der Rev. Gén. de l'El.[2] die französische Einfuhr gegen die gleiche Zeit des Vorjahres von 14 836 auf 29 902 dz, d. h. um 15 066 dz bzw. 102 % und dem Wert nach von 46,644 auf 82,979 Mill. Fr, mithin um 36,335 Mill. Fr oder 78 % gestiegen (bei der Wertangabe muß natürlich der Stand der Währung berücksichtigt werden). Die mengenmäßige Erhöhung erstreckte sich hauptsächlich auf Dynamomaschinen, Funkgerät, Apparate, Metalldrahtlampen, künstliche Kohlen, isoliertes Leitungsmaterial sowie auf Akkumulatoren und Trockenelemente. Die Ausfuhr zeigt mit 74 055 dz (75 571 i. V.) eine Abnahme um 1516 dz bzw. 2 % und wertlich nur die geringfügige Steigerung um 223 000 Fr auf 102,697 Mill. Fr (102,474 i. V.). Der Rückgang verteilte sich auf die verschiedenen Erzeugnisse mit Ausnahme von Dynamomaschinen, Röhren-, Glüh- und Bogenlampen sowie von künstlichen Kohlen, die leichte Zunahmen der exportierten Mengen aufweisen.

Aus der Geschäftswelt. — Nach dem Geschäftsbericht der Telephonfabrik Berliner A. G., Steglitz, der sich auf das letzte Halbjahr 1927 bezieht, haben der Interessengemeinschaftsvertrag mit dem Fuldkonzern und die damit in Zusammenhang stehenden Fusionen und Rationalisierungen die Lage der Gesellschaft gebessert. Der Umsatz befriedigte, wenn auch die für die Fabrikate infolge des Konkurrenzkampfes erzielbaren Preise noch immer nicht als auskömmlich zu bezeichnen sind. Der Bruttoüberschuß betrug 2 249 081 Reichsmark (1926/27: 3 608 393) und der Reingewinn 208 534 Reichsmark (3101); aus ihm wurden auf 7,11 Mill RM Aktienkapital für die sechs Monate 2,5 % Dividende verteilt (0). Der Vorstand sagt am Schluß seiner Ausführungen, daß die Rentabilität des Unternehmens wesentlich davon abhänge, in welchem Ausmaß der Reichspostverwaltung künftig Mittel für die Modernisierung der öffentlichen Fernsprechnetze zur Verfügung gestellt werden. — Im Dt. Reichsanz. 1928, Nr. 176 ist nunmehr die Eintragung der A. G. für deutsche Elektrizitätswirtschaft mit den in der ETZ 1928, S. 829 bereits wiedergegebenen Einzelheiten veröffentlicht worden. — Die in Heidelberg mit 21 000 RM registierte Kraftwerk Helmreich G. m. b. H. dient dem Betrieb und Ausbau von Wasserkraftwerken sowie der Erzeugung und dem Verkauf elektrischer Arbeit. — Gegenstand der in Hamburg mit 20 000 RM Stammkapital gegründeten Norddeutschen Elektrotechnischen Gesellschaft m. b. H. sind die Fabrikation und der Vertrieb von Artikeln der elektrotechnischen Branche und von Sprechmaschinen. — Das in Wipperfürth mit 20 000 RM errichtete Elektro-Metallwerk G. m. b. H. befaßt sich u. a. mit der Herstellung und dem Vertrieb elektrotechnischer Bedarfsartikel.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[3]. — Der Juni 1928 (s. Zahlentafel) hat innerhalb des Tarifunterabschnittes 18 B bei der Einfuhr im Vergleich zum Vormonat (8242 dz bzw. 3,501 Mill. RM) eine Erhöhung um 1102 dz, d. h. 13 %, und um 0,283 Mill. RM oder 8 % gebracht. Die Ausfuhr (118 140 dz bzw. 36,321 Mill. RM i. Vm.) ist dagegen der Menge nach nur um 773 dz und wertlich um 2,05 Mill. RM, d. s. 6 %, gewachsen. In ihr sind an Reparationssachlieferungen 6504 dz im Wert von 1,894 Mill. RM enthalten. Ein Überblick über das erste Halbjahr 1928 ergibt gegen die gleiche Periode des Vorjahres eine Zunahme der Einfuhr um 19 003 dz bzw. 58 % und um 9,355 Mill. RM oder 75 %. Größere Mengen finden sich u. a. bei Maschinen, Sammlern, Kabeln, Funk-, Meß-, Zähl- und Registrierapparaten, Heiz- und Kochgeräten, Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung usw. sowie außerhalb des Tarifunterabschnitts bei Elektroden, Glühlampenkolben und bearbeiteten Maschinenteilen. Der Import umfaßte 12 134 Lichtmaschinen (6463 i. V.), 65 304 Dynamos, Elektromotoren usw. (36 760 i. V.), 373 Bogen- usw. Lampen (588 i. V.), 2,064 Mill. Metalldrahtlampen (2,632 i. V.) und 48 900 Kohlefaden- usw. Lampen (39 400 i. V.). Die Reparationssachlieferungen betrugen in den sechs Monaten 19 065 dz bzw. 7,884 Mill. RM. Sie sind wie bisher in der Ausfuhr eingeschlossen, die gegen das erste Halbjahr 1927 um 155 077 dz oder 29 % und wertlich um 56,662 Mill. RM bzw. 33 % zugenommen hat, u. zw. bei allen Positionen mit Ausnahme von Isolationsgegenständen aus Asbest usw. und, außerhalb des Tarifunterabschnitts, von Porzellanisolatoren für Schwachstromleitungen. Mit den Reparationssachlieferungen sind in der Berichtszeit 40 279 Lichtmaschinen (26 817 i. V.), 289 023 Dynamos, Elektromotoren usw.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 780.
[2] Bd. 23, 1928, S. 1135.
[3] Vgl. ETZ 1927, S. 1171; 1928, S. 1067.

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz Juni 1928	Einfuhr in dz Januar/Juni 1928	Einfuhr in dz Januar/Juni 1927	Ausfuhr in dz Juni 1928	Ausfuhr in dz Januar/Juni 1928	Ausfuhr in dz Januar/Juni 1927
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	103	1 167	724	704*	3 218*	2 141*
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	4 354	24 073	14 490	22 748*	159 924*	113 028*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	176	467	729	2 219*	15 582*	6 511*
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	596	3 613	1 206	4 148*	25 745*	22 964*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	1 638	8 835	7 041	44 125*	208 571*	185 686*
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	19	63	207	276	1 873	1 621
911 a	Metallfadenlampen	150	1 009	1 374	899*	5 607*	3 795*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	8	23	21	37	415	366
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	9	22	92	7	112	66
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon.	13	255	293	1 574*	7 616*	5 556*
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	195	1 780	854	2 348	18 793*	13 459*
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	223	1 130	583	2 765*	14 735*	14 218*
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	—	14	15	510	3 065	2 502
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	229	701	357	934*	5 729*	3 644*
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	1	5	2	12	62	45
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	253	1 551	1 298	1 643*	8 204*	5 523*
912 F 1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	1	91	116	926*	5 263*	4 466*
912 F 2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	1 279	6 320	2 609	25 968*	151 592*	105 635*
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	33	308	380	1 259	8 205*	5 791*
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	32	308	322	3 627	23 019	19 073*
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a)	12	133	175	[6]	[6]	[6]
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	20	69	46	40	259*	307*
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	2 140*	11 168*	7 304*
—	Elektrotechnische Erzeugnisse, unvollständig angemeld.	—	—	—	4	21	—
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz	9 344	51 937	32 934	118 913*	678 778*	523 701*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*3 784*	*21 779*	*12 424*	*38 371**	*228 397**	*171 735**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	21	238	149	1 678	6 273	4 422
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	4	28	49	76	409	291
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	6	24	10	503	3 937	3 384
648 d	Elektroden	929	6 673	3 204	26 188	126 260	102 446*
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	—	87	10	4 690	28 700*	32 299*
740 a	Glühlampenkolben	28	157	39	950	5 174	4 563
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	412*	1 512	382	[8] (783 c und 799 c)	[8] (783 c und 799 c)	[8] (783 c und 799 c)
799 c	dsgl. aus schmiedbarem Eisen	12	438	259			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	157	1 055	1 673	8 650*	57 440*	48 162*

(244 420 i. V.), 10 501 Bogen- usw. Lampen (9655 i. V.), 26,786 Mill. Metalldrahtlampen (18 833 i. V.) und 1,112 Mill. Kohlefaden- usw. Lampen (1,154 i. V.) exportiert worden. Der Überschuß der Ausfuhr erreichte einschl. der Reparationssachlieferungen 626 841 dz im Wert von 206,618 Mill. RM (490 767 dz bzw. 159,311 Mill. RM i. V.).

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr. 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan. — [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 240: Wer stellt elektrische Eierprüfer her?

Berichtigung.

Die in der ETZ 1928, S. 1130 wiedergegebene Mitteilung der Elektrowerke A.G. berichtigt die Gesellschaft dahin, daß die in Golpa-Zschornewitz zur Aufstellung gelangende 40 000 kW-Maschine nicht von Brown, Boveri & Cie., sondern von der AEG geliefert wird. Je eine 40 000 kW-Maschine der erstgenannten Firma erhalten die Kraftwerke Lauta und Trattendorf.

Abschluß des Heftes: 18. August 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



…HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 30. AUGUST 1928
(…5-1316)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 30. August 1928 | Heft 35

Die Entwicklung der ausziehbaren und gekapselten Schaltfelder für größere Hochspannungschaltanlagen.

Von Heinrich Probst, Berlin.

Übersicht. Die nachstehenden Ausführungen stellen den ersten Auszug aus meinen Vorträgen dar, die ich zu Klingenbergs Gedächtnis in den letzten Jahren an den Technischen Hochschulen gehalten habe. In diesem Auszug wird die historische Entwicklung der ausziehbaren und gekapselten Schaltfelder für Hochspannungschaltanlagen geschildert.

Zu Klingenbergs Gedächtnis habe ich in den letzten Jahren mehrere Vorträge gehalten, die den Einfluß zeigen sollten, den der leider so früh Verstorbene auf die Entwicklung der Hochspannungschaltanlagen ausgeübt hat. Aus diesen Vorträgen soll nachstehend ein Auszug folgen, der in großen Zügen angibt, wie sich die gekapselten und herausziehbaren Schaltfelder bei den Hochspannungsanlagen historisch entwickelt haben. Eine solche Entwicklung in der ETZ in kurzen Worten zu schildern, fühle ich mich deshalb veranlaßt, weil das Deutsche Museum mich damit beauftragt hat, Vorschläge für die Aufstellung von typischen Schaltanlagen in der Gruppe Elektrotechnik auszuarbeiten.

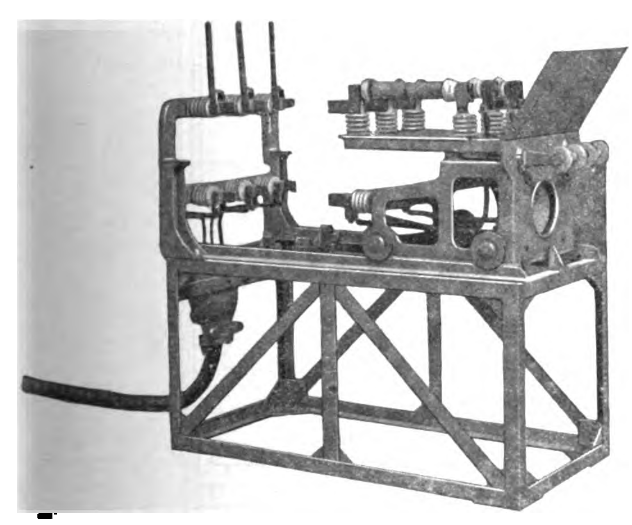


Abb. 1. Ausfahrbare dreipolige Hochspannungsicherung.

In England verwendete Ferranti bei seinen nach dem System der Phasentrennung gebauten Hochspannungschaltanlagen einpolige Sicherungen, die in horizontaler Richtung aus den an der Maschinenhauswand angebrachten feuersicheren Kammern herausgezogen wurden. Weber, der 1898 den Bau des Kraftwerkes Oberspree leitete, konstruierte für die Hochspannungsverteilungsanlage eine dreipolige ausziehbare Sicherung, deren Ausführungsart Abb. 1 zeigt. Das Herausziehen des die Sicherungen und oft auch ein Amperemeter tragenden Wagens aus den an den Sammelschienen sitzenden Kontakten hatte wie bei Ferranti in erster Linie den Zweck, eine gefahrlose Auswechslung eines Sicherungstreifens zu ermöglichen. Der Bedienungsgriff bei der von Weber entwickelten Sicherung lag aber so weit von den Sammelschienenkontakten entfernt, daß mit dem Sicherungswagen auch ohne große Gefahr für den Bedienenden der Stromkreis eines Transformators oder eines Kabels ein- und ausgeschaltet werden konnte. Für die Maschinenschaltanlage des Kraftwerkes Oberspree wurde, um Platz in der Grundfläche zu sparen, ein Sicherungswagen verwendet, der nicht in horizontaler, sondern in vertikaler Richtung, also einem Fahrstuhl ähnlich, aus den an den Sammelschienen sitzenden Kontakten herausgezogen wurde (Abb. 2). Diese Sicherungen waren hinter den pneumatisch betätigten Luftschaltern aufgestellt. Als später die Hochspannungsicherungen sowie die Hochspannungsluftschalter durch Ölschalter mit Maximalauslösung ersetzt wurden, machte Koch den Vorschlag, nicht nur einzelne Apparate, sondern auch die sämtlichen für einen Maschinenstromkreis notwendigen Schalt- und Meßapparate als ein Ganzes ausfahrbar anzuordnen. Die Konstruktion einer nach diesem Prinzip entwickelten und auch in England patentierten Schaltanlage wurde im Jahre 1903 für Buenos Aires geliefert und ist aus den Abb. 3 und 4 ersichtlich. Die Meßinstrumente sitzen hiernach auf einer schräg angeordneten Marmorplatte oberhalb eines Gußrahmens, in den der Ölschalter eingehängt ist. Die auf der Rückseite des Gußrahmens angebrachten sechs Trennkontakte liegen noch in einer horizontalen Linie, so daß die Abstände zwischen den verschiedenen Phasen sehr gering sind. Die späteren Verbesserungen erstreckten sich deshalb zunächst darauf, die Abstände der Trennkontakte zu vergrößern.

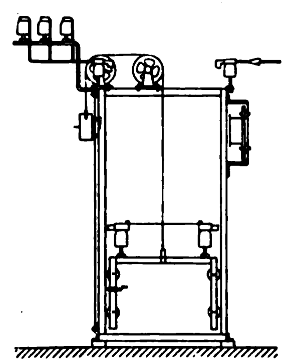


Abb. 2. Senkbare dreipolige Hochspannungsicherung.

Klingenberg gab den Schaltwagenanlagen eine Form, wie sie die Abb. 5 ... 7 zeigen. Man sieht in erster Linie aus der Abb. 5, daß durch die Veränderung der Lage der Trennkontakte nicht allein ein größerer Abstand, sondern auch die beste Leitungsführung innerhalb des Wagens erzielt wurde. Zur Aufnahme der Meßinstrumente und Relais diente eine Blechplatte, die dem Schaltwagen ein mehr maschinelles Aussehen gab. Die eben geschilderte Ausführungsart wurde im Jahre 1904 nicht allein für mehrere Elektrizitätswerke in Deutschland, sondern auch nach dem Auslande, z. B. Habana, England usw. geliefert.

Klingenberg war in erster Linie Maschineningenieur und wollte deshalb auch die Hochspannungschaltanlage wie eine Maschine behandelt wissen, um sie frei im Maschinenhause an der Wand aufstellen zu können. Diese Forderung bedingte eine völlig gekapselte Schaltanlage. Bei der Durcharbeitung einer solchen kam Klingenberg auf die Idee, die Sammelschienen in einem Blechkasten unterzubringen und diesen mit Isoliermasse vergießen zu lassen. Eine nach diesem Prinzip konstruierte Schaltwagenanlage wurde für das Elektrizitätswerk der Stadt Haag in Holland bereits im Jahre 1905 geliefert. Bei den oben erwähnten Konstruktionen kamen nur listenmäßige Apparate zur Anwendung. Klingenberg suchte sich jedoch von den normalen Apparaten freizumachen, um den

Schaltwagen eine mehr gedrängte Form geben zu können und ließ die in der Abb. 8 dargestellte Schalteinheit durchbilden. Bei dieser hingen der Ölschalter sowie ein Spezial-Strom- und Spannungstransformator, wie auch heute noch beim Deckeneinbau der Ölschalter üblich, an einer gemeinsamen Deckplatte. Die Leitungen zwischen Ölschalter und Steckkontakten waren isoliert und die

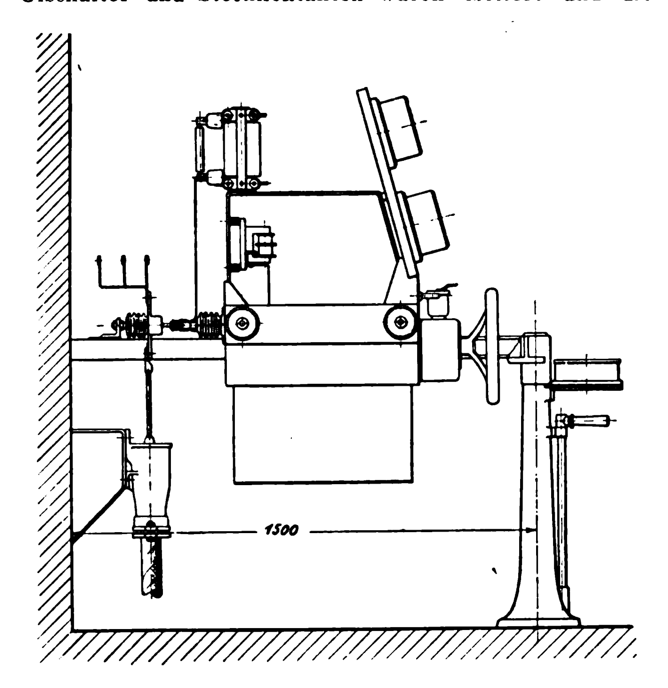


Abb. 3. Querschnitt durch den ersten Hochspannungsschaltwagen.

Sammelschienen lagen in einem Blechbehälter, der mit Isoliermasse ausgegossen werden sollte. Der ausziehbare Teil war oben und an den Seiten mit Blech abgekleidet, so daß eine solche Schaltwagenanlage ohne jegliche Gefahr an der inneren Seitenwand eines Maschinenhauses aufgestellt werden konnte.

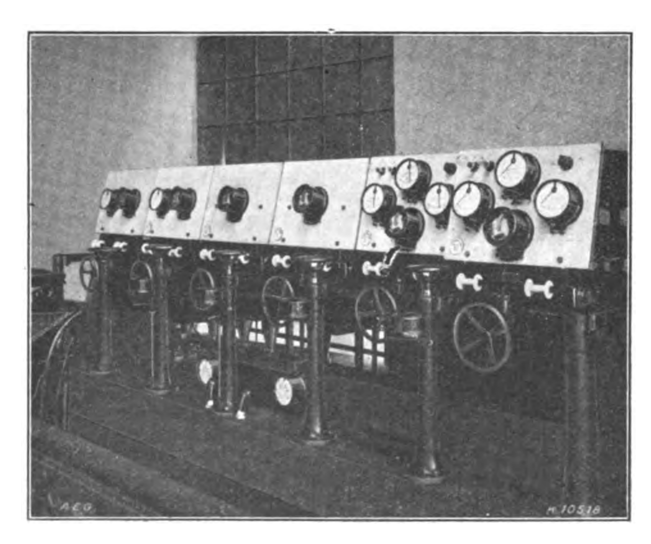


Abb. 4. Gesamtansicht der Schaltwagenanlage Buenos Aires.

Als Klingenberg diese Konstruktion, die in den Fabriken Schlegelstraße hergestellt wurde, den verstorbenen Direktoren Wilkens und Goldenberg zeigte, erhielt er von beiden Seiten eine zwar höfliche, aber entschiedene Ablehnung. Direktor Wilkens wollte als Anhänger der offenen Bauweise unter keinen Umständen von den vergossenen Sammelschienen etwas wissen. Direktor Goldenberg dagegen nahm Anstoß an dem vielen Eisen des Schaltwagens, obgleich er zwei Jahre vorher bereits eine Schaltanlage nach dem Schaltwagensystem bestellt hatte. Bei dieser Gelegenheit gab Goldenberg zu verstehen, daß er bei den zukünftigen Erweiterungen nur von dem gemauerten Zellensystem Gebrauch machen würde. Unabhängig von diesen Besprechungen machte Wikander mir gegenüber eines Tages den Vorschlag, die Sammelschienen nicht zu vergießen, sondern als eine Kabelverbindung herzustellen, und in der Tat ist dieser Vorschlag, wenn auch selten, doch praktisch ausgeführt worden.

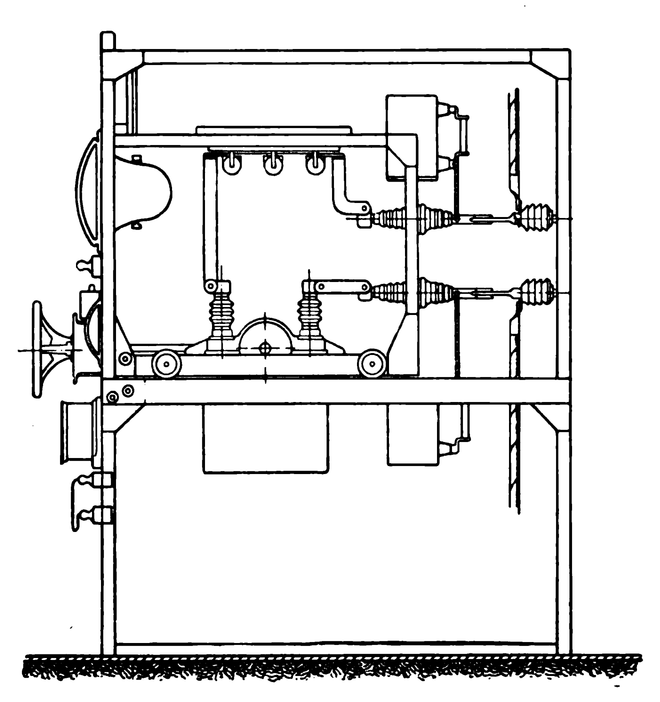


Abb. 5. Querschnitt durch einen Schaltwagen nach Klingenberg.

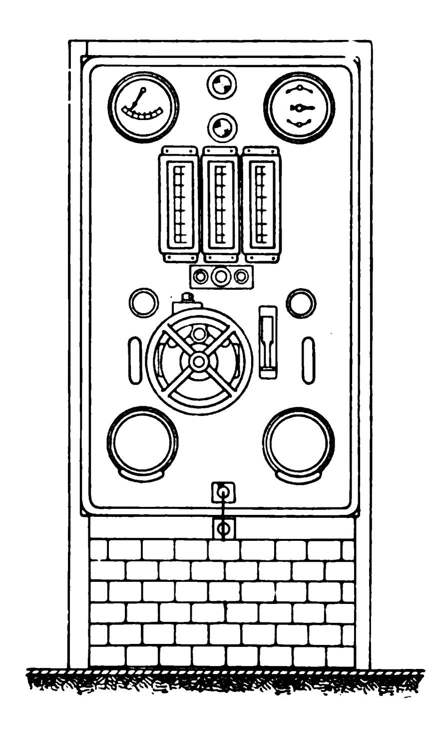


Abb. 6. Vorderansicht des Schaltwagens nach Abb. 5.

Wie aus einem Vortrage von W. A. Coates hervorgeht, entschlossen sich einige englische Firmen im Jahre 1908, zunächst für Grubenzwecke ausziehbare und vergossene Schalteinheiten durchzubilden. Unter dem Einfluß der bekannten Ingenieure Merz und Price, mit denen Klingenberg geschäftlich sehr viel und gern arbeitete, lieferte zuerst die Firma Reyrolle auch für Zentralenschaltanlagen die herausziehbaren und gekapselten Schaltfelder. In Amerika fing man jedoch erst kurz vor dem Kriege an, die Schaltwagen unter dem Na-

men „Safety first Switchgear" einzuführen und benutzte diese vorwiegend für Verteilungsanlagen. Diese Konstruktionen lehnten sich in der Hauptsache an die deutschen und englischen Ausführungsarten an. Dagegen verwendeten die englischen Firmen, wie aus den Abb. 9 u. 10 hervorgeht, für den Gesamtaufbau der Schaltwagen kein Schmiedeeisen, sondern nur Gußeisen und ließen

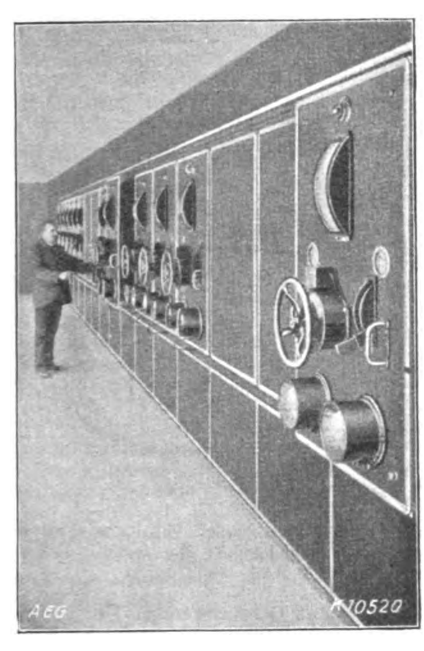


Abb. 7. Gesamtansicht der Schaltwagenanlage Koppenplatz der B. E. W.

nicht allein die Sammelschienen, sondern auch die Leitungen zwischen Ölschaltern und Trennkontakten mit Isoliermasse vergießen. Außerdem machten sich die englischen Firmen vollständig frei von den normalen Schaltapparaten und gaben den ausgegossenen Schaltfeldern eine sehr gedrungene und vollständig maschinelle Form.

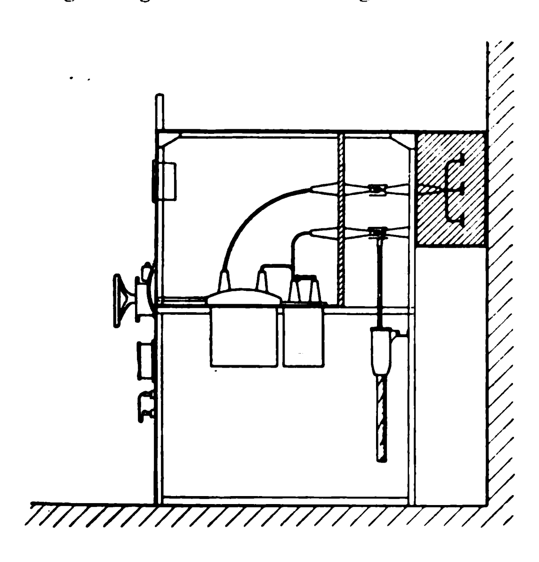


Abb. 8. Querschnitt durch den ersten Schaltwagen mit vergossenen Sammelschienen.

Während bei den oben erwähnten englischen Schaltwagen die Meßinstrumente auf kleinen Säulen oberhalb des Ölschalters und die Relais unterhalb desselben auf drehbaren Platten angebracht sind, benutzte Klingenberg zur Unterbringung dieser Apparate eine Blechplatte. Abgesehen von der größeren Beweglichkeit in der Gruppierung und der ruhigeren Wirkung bildete die Blechplatte noch einen Schutz für das Betriebspersonal, wenn, während des Einschaltens eines Schalters auf einen Kurzschluß, der Ölbehälter defekt werden sollte. Wird nämlich die Blechplatte auf der Rückseite, dem Ölschalter gegenüber, mit einem feuerfesten Material versehen, so schützt sie das Personal nicht nur gegen das herausgeschleuderte Öl, sondern auch gegen die auftretende Stichflamme. Der englische Ingenieur glaubt, auf diesen Schutz des Bedienungspersonals verzichten zu können, weil er einen wesentlich stärkeren Ölbehälter verwendet, als in Deutschland üblich ist.

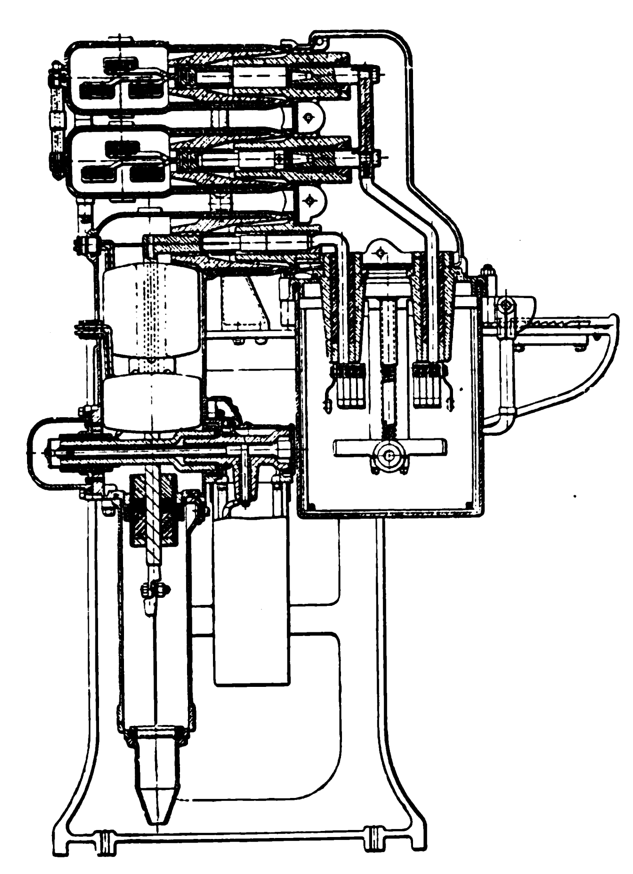


Abb. 9. Querschnitt durch einen Schaltwagen nach Reyrolle.

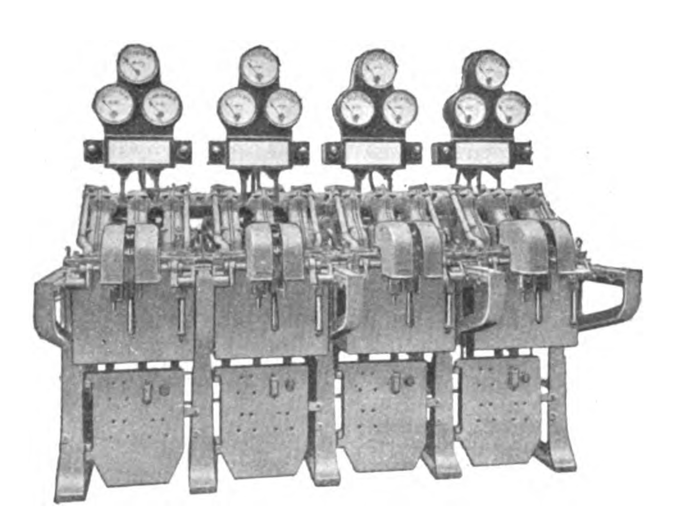


Abb. 10. Gesamtansicht einer Schaltwagenanlage nach Reyrolle.

Bei persönlichen Unterhaltungen mit ausländischen Ingenieuren bin ich oft gefragt worden, warum in den letzten Jahren die deutschen Elektrizitätswerke bei Spannungen bis 10 000 V und besonders bei Verteilungsanlagen von der Verwendung des ausziehbaren Schaltmaterials verhältnismäßig wenig Gebrauch machen. Bevor ich diese Frage beantwortete, habe ich zunächst darauf hingewiesen, daß unter anderen Werken die Berliner Elektrizitätswerke auf Grund ihrer guten Erfahrungen die ausziehbaren luftisolierten Schaltfelder in ihren Drehstrom-Gleichstrom-Unterstationen seit mehr als 20 Jahren



angewendet haben und dort auch heute noch benutzen. Daß inzwischen die BEWAG auch die mit Isoliermasse ausgegossenen Schaltwagen anwendet, darf nach den Vorträgen von Rehmer als bekannt vorausgesetzt werden.

Die Ursache, warum im Vergleich mit England in Deutschland von den Schaltwagen weniger Gebrauch ge-

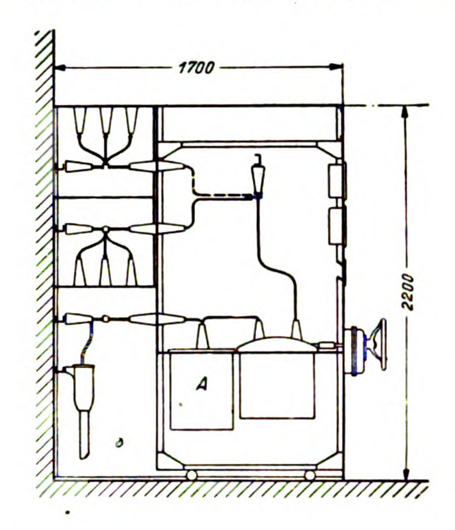


Abb. 11. Querschnitt durch einen luftisolierten Schaltwagen mit Doppelsammelschienen.

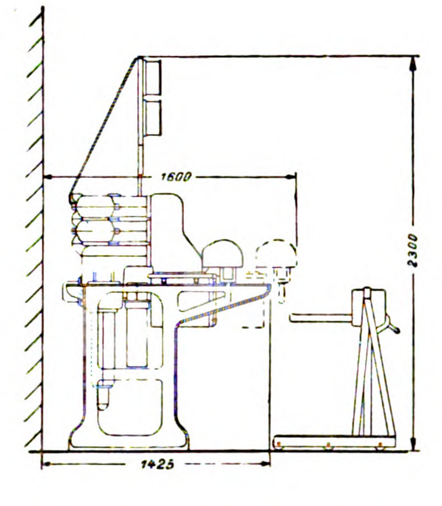


Abb. 12. Seitenansicht eines Schaltwagens nach Reyrolle.

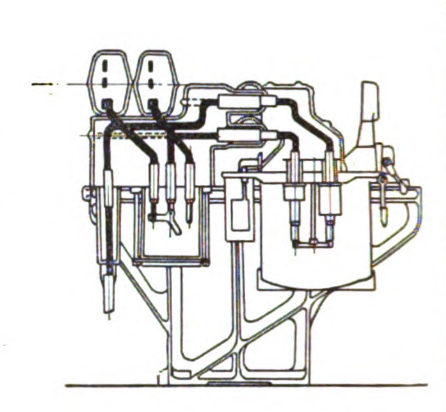


Abb. 13. Schaltwagen mit Ölumschalter, Konstruktion Ferguson.

macht wird, ist meiner Untersuchung nach auf folgende Gründe zurückzuführen:

Zunächst waren viele Betriebsingenieure darüber enttäuscht, daß sich hier und da Schwierigkeiten an den Trennkontakten zeigten und die so oft als Vorteil betonte Auswechselbarkeit der Felder in vielen Fällen doch nicht möglich war. Bei der Anwendung von Doppelsammelschienen mußten auch bei Benutzung von Schaltwagen noch zwei besondere Trennschalter eingebaut werden, um im Bedarfsfalle einen Stromkreis ohne Stromunterbrechung von dem einen Sammelschienensystem auf das andere umlegen zu können. Dadurch gingen aber die Hauptvorteile, die das ausziehbare Material besitzt, wieder verloren, namentlich wenn berücksichtigt wird, daß 30 % aller Betriebstörungen auf falsches Ziehen von Trennschaltern zurückzuführen sind. Außerdem gestattete das ausziehbare Material nicht mehr den zusätzlichen Einbau von Stromwandlern, deren Verwendung sich erst nach der Inbetriebsetzung durch Änderung der Betriebsverhältnisse als notwendig herausstellte.

Den zuerst geschilderten Nachteil hinsichtlich des Austausches der Schaltfelder beseitigten die englischen Firmen dadurch, daß sie ihre Konstruktionen genau nach Lehren fabrizierten. Bei Anwendung von Doppelsammelschienen begnügen sich die englischen Betriebsingenieure, insbesondere bei Verteilungsanlagen, in den meisten Fällen mit der vorübergehenden Unterbrechung eines Abzweiges, wenn dieser von dem einen auf das andere Sammelschienensystem umgeschaltet werden soll. Den Nachteil der Unmöglichkeit des späteren Einbaues von Stromwandlern nehmen sie mit in den Kauf, weil sie auf die übrigen Vorteile der ausfahrbaren Konstruktion nicht verzichten wollen.

Die Hauptvorteile des ausziehbaren Materials liegen bekanntlich darin, daß man erstens keine Trennschalter benötigt und infolge der vorgesehenen Verriegelungsvorrichtungen den ausfahrbaren Teil eines Schaltfeldes erst dann aus den Kontakten herausziehen kann, wenn der Ölschalter ausgeschaltet ist. Zweitens kann das Betriebspersonal bei einer Kontrolle des Ölschalters, der Meßinstrumente und Relais mit einer Hochspannungsleitung unter keinen Umständen in Berührung kommen. Um die Nachteile, die durch das falsche Ziehen der Trennschalter entstehen, zu vermeiden, hat man allerdings in den letzten Jahren bei größeren Schaltanlagen in einigen Fällen die Trennschalter mit den Ölschaltern ebenfalls verriegelt.

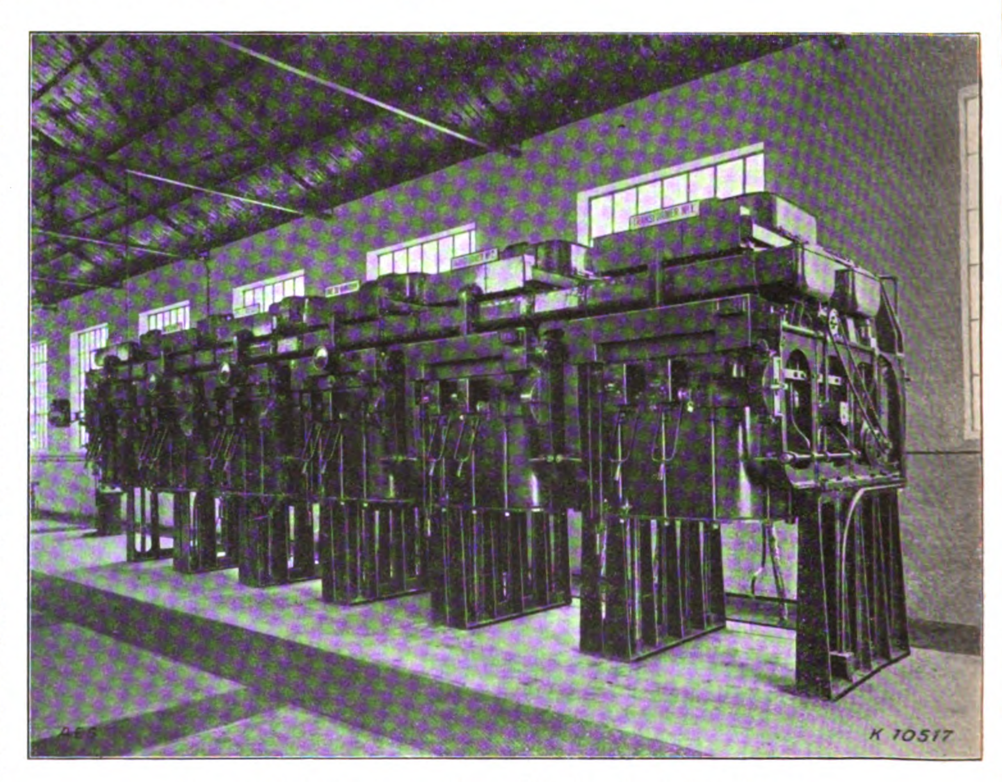


Abb. 14. Schaltanlage mit senkbarem Ölschalter, Konstruktion Ferguson.

Die Vorteile, die das gekapselte und mit Isoliermasse ausgegossene Material gegenüber den Schaltwagen mit reiner Luftisolation bietet, liegen darin, daß es sich leichter für feuchte Räume verwenden läßt und auch im allgemeinen weniger Platz beansprucht. Die Sammelschienen werden aber infolge der kleinen Abstände voneinander in mechanischer Beziehung stärker beansprucht

und auch die Wärmeabführung ist schwieriger. Diese Nachteile sollen aber nach den vorliegenden Betriebserfahrungen praktisch nicht so sehr ins Gewicht fallen, weil einmal in den Sammelschienenkästen die Kompoundmasse als Puffer wirkt und außerdem die Oberfläche des Sammelschienenkastens die Wärme doch besser abführt, als man annimmt. Um eine übermäßige Erhitzung des Kupfers zu vermeiden, belasten die englischen Ingenieure bei dem vergossenen Material das Kupfer mit 1000 A bei einem Querschnitt von 625 mm².

Einige deutsche Elektrizitätswerke waren in den letzten Jahren eifrig bestrebt, die mit Isoliermasse ausgegossenen Isolatoren und Stromwandler zu vermeiden. Man kann es daher verstehen, daß diese Werke sich schwer dazu entschließen können, nun den wichtigsten Teil einer Schaltanlage, d. h. die Sammelschienen, mit Isoliermaterial ausgießen zu lassen. Wer nun kein Freund von vergossenen Sammelschienen ist, kann von jenen Schaltwagenkonstruktionen Gebrauch machen, bei denen die Sammelschienen und Leitungen zwar isoliert, aber nicht mit Isoliermasse umgeben sind.

Abb. 11 zeigt beispielsweise die Ausführungsart und den Platzbedarf eines Schaltwagens, für Doppelsammelschienen eingerichtet, die nicht vergossen werden. Hierbei sind die letzteren sowie die Leitungen zwischen Ölschalter und Sammelschienen isoliert und außerdem ist der Luftabstand so groß, daß er den normalen Verbandsvorschriften entspricht. Die Sammelschienen sind nach Herausziehen des Wagens leicht kontrollierbar, da die vordere Blechplatte zum Aufklappen eingerichtet ist. Vergleicht man die Ausführungsart (Abb. 11) mit der Reyrolle-Ausführung (Abb. 12), so ergibt sich, daß sie in der Höhe nicht mehr Raum gebraucht. In der Tiefe und Breite ist der Platzbedarf dagegen größer. Während die Tiefenmaße aus den Abb. 11 und 12 ersichtlich sind, wäre bezüglich der Breite der Felder noch zu bemerken, daß, auf gleiche Leistungen und Spannungen bezogen, auch bei dem bis jetzt entwickelten vollständig vergossenen Material für Spannungen bis 11 000 V die Breitenmaße zwischen 700 und 1050 mm schwanken.

Eine Ausführungsart des gekapselten Materials, bei der auch ohne das Herausziehen des Wagens ein Abzweig von dem einen Sammelschienensystem auf das andere umgeschaltet werden kann, zeigt die Konstruktion der Firma Ferguson, Abb. 13. Daß dieser Aufbau, bei dem ein Umschalter unter Öl hinter dem ausfahrbaren Teil sitzt, eine zufriedenstellende Lösung darstellt, kann man nicht behaupten. Eine bessere Ausführungsart stellt jedenfalls die Anordnung dar, welche die eben erwähnte Firma bei ihrem vertikalen Schaltwagensystem ausgeführt hat. Bei diesem Aufbau wird der Ölschalter nicht in wagerechter, sondern in senkrechter Richtung bewegt, und auf den Durchführungsisolatoren des Ölschalters sitzen oben die Kontaktmesser, welche die Verbindung mit den Sammelschienenkontakten herstellen. In einem einzigen Ölbehälter befinden sich zwei Schalter, die vollständig unabhängig voneinander arbeiten können. Hierdurch ist es möglich, einen Stromkreis ohne Betriebsunterbrechung von einem System auf das andere überzuschalten. Die Firma Ferguson, welche die vertikale Führung des Wagens bevorzugt, gibt u. a. als Vorteil dieses Systems an, daß damit eine Platzersparnis in der Grundfläche erzielt wird. Eine Gesamtanordnung dieser Konstruktion zeigt Abb. 14.

Auf die Ausführungsarten und den Platzbedarf des gekapselten herausziehbaren Materials für Spannungen über 10 000 V und für Zentralen größerer Leistungen komme ich in der Fortsetzung dieses Artikels zurück.

Bevor ich jedoch den ersten Auszug aus meinen Vorträgen schließe, möchte ich an dieser Stelle den englischen Firmen dafür meinen Dank aussprechen, daß sie mir für meine Vorträge bereitwilligst ihre Broschüren und Abhandlungen zur Verfügung gestellt haben.

Die Verluste in geschichteten Isolierstoffen*.

Von Dr. **W. Burstyn**, Berlin.

Übersicht. **Die elektrischen Verluste von geschichteten Isolierstoffen werden auf Glimmströme im schlechteren Dielektrikum zurückgeführt und der Verlauf des Verlustwinkels mit der elektrischen Beanspruchung angenähert berechnet.**

Die Schaulinien der Abb. 1*¹ zeigen für zwei Durchführungen aus Repelit, einem geschichteten Bakelitpapier, die Verluste bei Beanspruchung mit hohen Spannungen, ausgedrückt als Tangente des Verlustwinkels δ. Wie man sieht, steigt dieser Verlustwinkel anfangs nicht oder nur wenig mit der Spannung an, dann aber plötzlich und immer stärker. Denkt man sich die Verluste von einem im Nebenschlusse zur Kapazität der Durchführung liegenden (sehr hohen) Widerstande stammend, so hätte dessen Leitfähigkeit ungefähr denselben Verlauf wie tg δ.

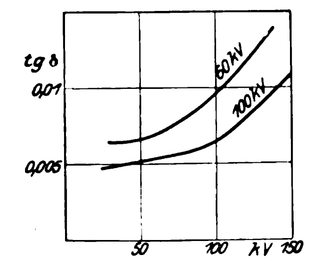
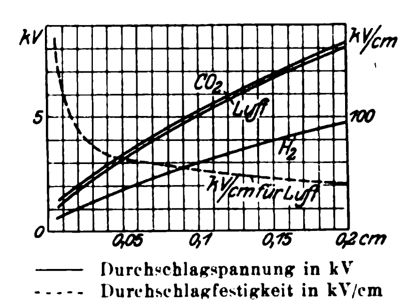
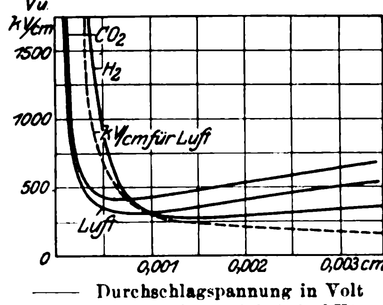


Abb. 1. Verlustwinkel von Durchführungen aus Repelit für 60 und 100 kV



—— Durchschlagspannung in kV
----- Durchschlagfestigkeit in kV/cm

Abb. 2. Elektrische Festigkeit einiger Gase bei Atmosphärendruck.



—— Durchschlagspannung in Volt
----- Durchschlagfestigkeit in kV/cm

Abb. 3. Verlauf der elektrischen Festigkeit bei sehr kurzen Schlagweiten.

Vor etwa fünf Jahren wurden mir in der AEG Schaulinien des gleichen Charakters vorgelegt, die an Mikanitplatten aufgenommen waren. Damals habe ich dafür die im folgenden entwickelte Theorie aufgestellt und in der Elektrikerkonferenz vorgetragen; sie wurde aber kaum beachtet, vermutlich weil ich die physikalischen Unterlagen derselben irrigerweise als allgemein bekannt vorausgesetzt hatte. Daher seien sie zunächst etwas ausführlicher erläutert.

Wenn man die Spannung mißt, die eine gegebene Funkenstrecke (etwa mit parallelen Elektroden) gerade noch durchschlägt, und diese Spannung für ein bestimmtes Gas bei verschiedenen Drucken als Funktion des Elektrodenabstandes aufträgt, so erkennt man zunächst das Gesetz von P a s c h e n , wonach für diese Spannung das Produkt von Gasdruck und Elektrodenabstand maßgebend ist. Eine gegebene Spannung kann also beim doppelten Gasdruck nur den halben Abstand durchschlagen; man kann aber nicht etwa sagen, daß zum doppelten Gasdrucke oder zum doppelten Abstande die doppelte Spannung gehört. Abb. 2 zeigt solche Schaulinien² für einige Gase bei Atmosphärendruck. Sie gehen, entgegen verbreiteter Meinung, nicht

---

* Vortrag gehalten im Elektrotechnischen Verein am 3. IV. 1928. Besprechung des Vortrages auf S. 1311 dieses Heftes.

*¹ Ich verdanke sie dem Charlottenburger Werk der SSW. Der Verfasser.

² Sie sind, ebenso wie die der Abb. 3, aus dem Buche „Einführung in die Physik der Gasentladungen", von R. S e e l i g e r umgerechnet. (Verlag J. A. Barth, Leipzig 1927.)



durch den Nullpunkt, sondern zielen auf einen Wert, der für Luft bei etwa 320 V liegt. Unterhalb dieser Spannung wird (auch bei geringerem Luftdrucke) selbst die kürzeste Luftstrecke nicht durchschlagen. Die daraus berechnete Schaulinie für die Durchschlagfestigkeit nähert sich daher dem Werte ∞ für kleine Luftabstände.

Untersucht man für sehr kleine Abstände die Verhältnisse genauer, so zeigt sich (Abb. 3) die merkwürdige Erscheinung, daß die Durchschlagsspannungen in Wirklichkeit nicht, wie oben gesagt, einem kleinsten Werte zustreben, sondern bei der Annäherung der Elektroden wieder steigen. Es gibt also ein flaches Minimum für die Durchschlagsspannung, das vom Druck unabhängig ist. Die bekannteste Folge dieser Tatsache zeigt sich beim Auspumpen einer Vakuumröhre: Ihre Durchschlagspannung nimmt mit abnehmendem Druck erst ab und ist bei einem gewissen Druck (gewöhnlich in der Größenordnung von einigen mm *Hg*) am geringsten; dann steigt sie wieder und kann die Durchschlagspannung bei gewöhnlichem Luftdruck um ein Vielfaches übertreffen. Die physikalische Erklärung ergibt sich aus der Ionentheorie der Gasentladungen. Wenn ein Ion nur eine ganz kurze Strecke zu durchlaufen hat, bevor es auf die Kathode trifft, so hat es unterwegs wenig Gelegenheit, mit Molekülen zusammenzustoßen und neue Ionen zu erzeugen. Infolgedessen findet kein Zuwachs an Ionen und keine Steigerung des Stromes statt.

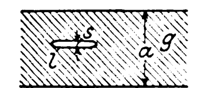


Abb. 4. Flache Luftblase in Glas.



Abb. 5. Kugelförmige Luftblase in Glas.

Wir wollen nun eine ebene Platte aus Isolierstoff betrachten, die von einer dünnen, ebenen Luftschicht durchsetzt ist, z. B. eine Glasplatte g (Abb. 4), in der sich eine flache Luftblase l befindet. Es seien

	Glasplatte	Luftblase
Dicke	a	s
Dielektrizitätskonstante	η	ε
Spannungsscheitelwert	V	v

Dann ergibt sich

$$v = \frac{\eta}{\varepsilon} s \frac{V}{a} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (1)$$

Bezeichnen wir mit $v_{\min}$ die kleinste zum Durchschlagen einer Luftschicht erforderliche Spannung (nach obigen Schaulinien etwa 320 V), so finden wir

$$s_{\min} = \frac{\varepsilon}{\eta} \frac{a}{V} v_{\min} \quad \ldots \ldots \ldots (2)$$

Die Luftblase hat keine Metallelektroden. Dennoch gelten für sie dieselben Gesetze, die wir oben für gewöhnliche Funkenstrecken aufgeführt haben. Daher wird jede Luftblase durchschlagen werden, deren Dicke g r ö ß e r a l s $s_{\min}$ ist. Wird z. B. die Glasplatte ($\eta = 8$) mit 500 kV/cm beansprucht, so ist $s_{\min} = 0{,}0008$ mm.

Vom eigentlichen Thema abschweifend, wollen wir auch eine kugelförmige Luftblase (Abb. 5) betrachten. Hier sind die elektrischen Kraftlinien nicht gezwungen, die Blase geradlinig zu durchsetzen, sie weichen um sie herum aus. Die Rechnung ergibt, daß der Durchmesser der kleinsten nicht glimmenden Blase

$$d_{\min} = \frac{2\eta + \varepsilon}{3\eta} \frac{1}{V/a} v_{\min} \quad \ldots \ldots (3)$$

beträgt. Für $\eta \gg \varepsilon$ vereinfacht sich dies zu

$$d_{\min} = \frac{2}{3} \frac{1}{V/a} v_{\min} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (4)$$

und wird unabhängig von beiden Dielektrizitätskonstanten. Für das obige Beispiel ergäbe sich $d_{\min} = 0{,}0043$ mm. Eine runde Luftblase kann also über fünfmal dicker sein als eine flache, ohne durchschlagen zu werden. Mit diesem Unterschiede ist das günstige Verhalten des Porzellans gegenüber den geschichteten Stoffen vielleicht teilweise zu erklären.

Wir wollen nun zur flachen Luftblase zurückkehren. Ihr Glimmen ist aufzufassen als Entladung eines Kondensators, den ihre Endflächen bilden. Der Kondensator entlädt sich allerdings nicht ganz, da Zündspannung v_z und Löschspannung v_l der Gasstrecke bei den geringen auftretenden Strömen nahe beieinanderliegen. Das Verhältnis zwischen beiden

$$q = \frac{v_z}{v_l} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (5)$$

wird jedenfalls über 0,75 liegen, so daß das Verhältnis der Entladungs- zur Ladungsenergie

$$r = (1 - q)^2 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (6)$$

immer unter 0,5 bleiben wird. Im folgenden wird angenommen, daß q und r von v einigermaßen unabhängig sind.

Spannungen treten an der Luftblase nicht nur beim Steigen, sondern auch beim Sinken der angelegten Spannung auf. Es werden im allgemeinen mehrere Entladungen in einer Viertelperiode erfolgen. In Abb. 6 bedeutet die punktierte Kurve die Spannung, welche an der Luftblase entstehen würde, wenn kein Durchschlag stattfände. Angenommen ist dabei, daß im Augenblick des Spannungsmaximums eingeschaltet wurde und daß $q = 0{,}75$. Die bei jedem Durchschlage verlorengehende elektrische Energie verwandelt sich selbstverständlich größtenteils in Wärme und schädigt die Durchschlagfestigkeit des Isolators. Ein kleiner Teil der Energie mag auch chemisch gebunden werden.

Auf Vorgänge ganz ähnlicher Art sind die eigentümlichen Verluste in geschichteten Isolierstoffen zurückzuführen. An Stelle der Luft tritt der schlechtere der beiden Isolatoren, also der Schellack beim Mikanit, ungetränkte Stellen beim Bakelitpapier. Bei festen Körpern sind die Gesetze für den Durchschlag von denen für Gase nicht wesentlich verschieden[3]. Freilich stellt sich nach dem Durchschlage der frühere Zustand nicht wieder her, sondern das Material wird porös, wie dies insbesondere am Innenleiter von Hochspannungskabeln beobachtet wurde. Für die Höhe der Verluste kann der Unterschied aber nur geringfügig sein.

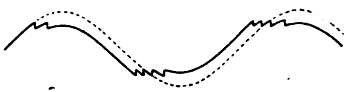

Abb. 6. Verlauf der Spannung beim Glimmen.

Abb. 7. Ersatzbild.

Wir wollen nun versuchen, ein Bild über die Größe des Verlustwinkels und seine Abhängigkeit von der Spannung zu gewinnen. Das denkbare Maximum für die Größe des Verlustwinkels läßt sich unter Annahme vereinfachender Voraussetzungen leicht angeben. Wir betrachten eine Mikanitplatte, deren Schellackschichten gleich dick seien und gerade beim Scheitelwert der Beanspruchung durchschlagen werden, wobei ihre ganze Ladung verlorengehen soll ($r = 1$). Vier solche Entladungen finden in einer Periode statt. Die Anordnung kann durch das Ersatzbild der Abb. 7 wiedergegeben werden; die beiden hintereinandergeschalteten Kondensatoren haben gleiche Fläche. Es seien

p der Volumanteil des Schellacks,
ε die Dielektrizitätskonstante des Schellacks,
η die Dielektrizitätskonstante des Glimmers.

Dann ist

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\text{in 1 Periode verlorene Energie}}{\text{Ladungsenergie}}$$

$$\approx \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{4 \,.\, \text{Ladungsenergie des Schellacks}}{\text{Ladungsenergie des Glimmers}}$$

$$= \frac{2 p \eta}{\pi \varepsilon} .$$

Für $p = 10\,\%$, $\varepsilon = 3{,}5$ und $\eta = 8$ ergibt sich

$$\operatorname{tg} \delta = 0{,}144.$$

Selbstverständlich erreicht der Verlustwinkel niemals auch nur angenähert diese Höhe, auch wenn nicht schon früher der Durchschlag eintritt. Denn in je mehr Einzelentladungen sich die gesamte Entladung des Schellacks unterteilt, je kleiner also die Entladespannung der Funkenstrecke von Abb. 7 anzusetzen ist, desto kleiner sind die Verluste. Schon aus dieser oberflächlichen Rechnung folgt, daß in Abb. 1 die Schaulinien für tg δ nicht unbegrenzt ansteigen, sondern schließlich in eine Horizontale abbiegen müssen. Deutlicher zeigen dies die folgenden eingehenderen Überlegungen, die allerdings mangels genauer Unterlagen für die meisten in Betracht kommenden Größen nur den Charakter, nicht aber die absoluten Werte des Verlaufes von tg δ liefern.

In Abb. 8 ist als Abszisse die Dicke s der Schellackschichten einer Mikanitplatte aufgetragen. Zu jeder Dicke gehört ein bestimmter Anteil des Schellackvolumens, in der Abbildung als Kurve d J in willkürlichem Maßstabe

[3] Vgl. z. B. A. J o f f é, Mechanische und elektrische Festigkeit und Molekularkräfte, Phys. Z. Bd. 28, S. 911.



angegeben; das angenommene Verteilungsgesetz dürfte angenähert den wirklichen Verhältnissen entsprechen. Die Kurven v_s und E_s (Durchschlagsspannung und Durchschlagfestigkeit) sind der Abb. 3 entnommen; die Werte gelten eigentlich für Luft, müssen aber für Schellack in ungefähr der gleichen Höhe liegen, jedenfalls ähnlich verlaufen.

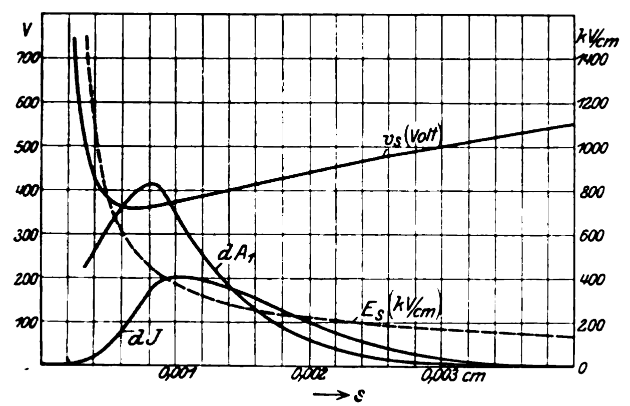


Abb. 8. Verluste in Mikanit, abhängig von der Dicke der Schellackschichten.

Welche Energie geht verloren, wenn jede Schellackschicht einmal durchschlagen wird? Sie beträgt

$$\mathrm{d}\,A_1 = k\,\mathrm{d}\,C\,v_s^2\,. \qquad (7)$$

Darin bedeutet k einen die Proportionalität andeutenden Faktor, der auch den Faktor r aus Gl. (6) enthält, d C die zu d J gehörige Kapazität.

Es ist

$$C = k\,\frac{\mathrm{d}\,J}{s^2} \qquad (8)$$

und

$$v_s = s\,E_s\,, \qquad (9)$$

demnach

$$\mathrm{d}\,A_1 = k\,E_s^2\,\mathrm{d}\,J\,. \qquad (10)$$

Auch diese Kurve zeigt Abb. 8 in willkürlichem Maßstabe.

Da die elektrische Beanspruchung des Glimmers, also der Mikanitplatte,

$$E = E_s\,\frac{\eta}{\varepsilon} \qquad (11)$$

ist, können wir nunmehr graphisch die Funktion

$$\mathrm{d}\,A_1 = \varphi\,(E)$$

gewinnen (Abb. 9). Sie gibt die Größe der Verluste an, die beim Ansteigen (des Momentanwertes) der Spannung zu jedem Wert letzterer gehören, wenn jede Schellackschicht nur ein einziges Mal durchschlagen würde. Das graphisch bestimmte Integral $A_1 = \chi(E)$ ist ein Maß der Verluste, die beim Steigen der Spannung von 0 bis E entstehen.

Auf jeden ersten Durchschlag folgt aber nach Erhöhung der Spannung um das $(1 \ldots q)$fache ein nächster Durchschlag, dem eine neue, etwas verschobene Kurve A_2 entspricht, und so fort. Die Addition dieser Kurven ergibt den durch das Glimmen entstehenden Gesamtverlust

$$A_g = \Sigma\,(A_1 + A_2 + \ldots)\,. \qquad (12)$$

Ihm entspricht ein

$$\mathrm{tg}\,\delta_g = k\,\frac{A_g}{E^2}\ \text{(Abb. 10)}. \qquad (13)$$

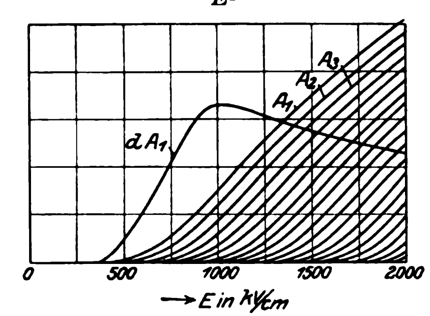


Abb. 9. Verluste in Mikanit.

Außer dem Glimmverlust ist aber noch der Verlust durch innere und Oberflächenleitfähigkeit vorhanden. Er bewirkt ein tg δ_l, das mit E nicht oder nur wenig (infolge Temperaturerhöhung) wächst und in Abb. 10 durch die punktierte Horizontallinie angedeutet ist. Der gesamte Verlustwinkel setzt sich aus beiden zusammen:

$$\mathrm{tg}\,\delta = \mathrm{tg}\,\delta_g + \mathrm{tg}\,\delta_l\,. \qquad (14)$$

Die Ordinaten dieser Kurven sind willkürlich, nicht aber die Abszisse. Die Kurve tg δ besagt, daß unter den angenommenen Voraussetzungen die Verluste der Mikanitplatte etwa bei $E = 500$ kV/cm plötzlich ansteigen werden. Ein Vergleich mit Abb. 1 zeigt die augenscheinliche Ähnlichkeit der gefundenen Verlustkurve mit der an den Repelitdurchführungen gemessenen. Man darf das wohl als Bestätigung dafür auffassen, daß die Theorie wenigstens in der Grundlage richtig ist.

Abb. 10. Verlustwinkel für Mikanit.

Zur Nachprüfung der Theorie wäre es erforderlich, ein geschichtetes Dielektrikum in genau bekannter Zusammensetzung aufzubauen und einerseits die Verluste als Funktion der Spannung zu messen, anderseits die als Folge des teilweisen Durchschlags auftretende Verzerrung der Wechselstromkurve oszillographisch aufzunehmen. Leider stehen mir die Mittel dafür nicht zur Verfügung.

Die Elektrowirtschaft und die Elektroindustrie Japans.

Von F. **Nettel**, Tokio.

Übersicht. **Die stürmische Entwicklung der japanischen Elektrowirtschaft, insbesondere der Ausbau der Wasserkräfte, hat zu einer Bereitstellung von Energiemengen geführt, welche Ende 1928 bereits den voraussichtlichen Bedarf überschreiten werden. Auch die japanische Elektroindustrie hat in sprunghaftem Fortschreiten beachtenswerte Leistungen aufzuweisen. Trotz staatlicher Schutzpolitik ist aber unter der starken inneren und äußeren Konkurrenz eine Rentabilität schwer festzustellen.**

Die Elektrizität spielt eine nicht mehr untergeordnete Rolle im Wirtschaftsleben des heutigen Japan. Die Entwicklung war eine beispiellos schnelle, wenn man bedenkt, daß vor 40 Jahren die erste Kraftanlage in Tokio, und zwar als Dampfkraftwerk, erstand, der 1891 die erste Wasserkraftanlage folgte. 1895 versorgte diese bereits die erste elektrische Straßenbahn in Kioto. Sprunghaft fast folgte dann die allgemeine Einführung. Die gebrauchten Übertragungsspannungen geben ein gutes Maß für die Entwicklung:

1889	11 000 V
1907	55 000 „
1914	110 000 „
1923	154 000 „

Wasserkraftwerke spielen eine ausschlaggebende Rolle. Anfang 1926 betrug die Leistung der ausgebauten Wasserkraftanlagen 1,813 Mill. kW, während Dampfkraftwerke 955 000 kW aufwiesen. Große Gefälle sind die Regel; beispielsweise hat die im Ausbau befindliche Anlage in Korea für ein Stickstoffwerk 180 000 kW bei etwa 900 m Gefälle. Im eigentlichen Japan führt die Hateba-Anlage auf der Insel Shikoku mit einem Gefälle von 550 m.

Gemäß Angaben der staatlichen Überwachungsbehörden verfügt Japan insgesamt über 6,415 Mill. PS, welche

das ganze Jahr hindurch verfügbar sind, während diese Zahl auf etwa 14 Mill. PS steigt, wenn man die alle 6 Monate hindurch verfügbare Kraft in Erwägung zieht.

Zwecks besserer Ausnützung der bereits ausgebauten Anlagen werden viele der Dampfkraftwerke als Reserven zu den Wasserkraftanlagen betrieben und arbeiten einige Monate hindurch im Winter und im Hochsommer. Die Anzahl der speicherfähigen Wasserkraftwerke ist verhältnismäßig gering.

Wasserkraftwerke von über 30000 kW

Eigentümer	Name	kW	Hz	Speicher
Nippon Denryoku	Kanidera	45 400	60	Nein
Daido Denryoku	Ohi	42 900	60	Ja
„ „	Yomikaki	40 700	60	Nein
Shinestu Denryoku	Nakatsugawa I	38 950	50	Ja
Tokyo Dento	Inawashiro I	37 500	50	Ja
„ „	Yatsusawa	35 000	50	Ja
Ujigawa Denki	Uji	32 000	60	Nein
Kinugawa Suiryoku	Shimotaki	31 200	25	Ja

Infolge der günstigen Transportverhältnisse für Kohle und wegen der Nähe großer Stromabnehmer haben sich die Dampfkraftwerke besonders in der Umgegend von Osaka und Kobe angesiedelt.

Dampfkraftwerke von über 30000 kW

Eigentümer	Name	kW	Hz	Versorgungsgebiet
Nippon Denryoku	Amagasaki	100 000	60	Osaka
Tokyo Dento	Senju	50 000	50	Tokio
Daido Denryoku	Kasugade II	40 000	60	Osaka
Tokyo Dento	Tsurumi	35 000	50	Tokio
Toho Denryoku	Nagoya	35 000	60	Nagoya
	Najima	30 500	60	Fukuoka
Daido Denryoku	Kasugade I	30 000	60	Osaka
Ujigawa Denki	Fukuzaki	30 000	60	Osaka

Die Gesamtlänge der Freileitungen von 44 bis 154 kV beträgt etwa 11 350 km.

Die Verwendung der elektrischen Energie verteilte sich Ende 1925 ungefähr auf 27,320 Mill. Lampen von 461 Mill. HK und 261 000 Motoren von 2,087 Mill. PS. Außerdem werden große Energiemengen für elektrochemische Zwecke, Stickstofferzeugung, Heizung und in immer stärkerem Maße für elektrische Zugförderung benutzt. Als Normalspannung haben die Staatsbahn 1200 V Gleichstrom und die Straßenbahnen 600 V eingeführt. Die erste Untergrundbahn ist in Tokio seit Herbst 1927 erfolgreich in Betrieb. Die Elektrisierung der Staatsbahn schreitet stetig fort: im Jahre 1927 waren etwa 540 km fertig, wovon rd. 100 km auf die Hauptstrecke Tokio—Kobe (Gesamtentfernung etwa 550 km) entfallen. Die Gesamtlänge der elektrisch betriebenen Bahnstrecken beträgt rd. 3000 km, der Gesamtverbrauch auf diesen (1925) 416 Mill. kWh. Das in der Elektrowirtschaft angelegte Kapital stellte sich 1926 auf 4,4 Milliarden RM. Die Gesamteinnahmen betrugen in derselben Zeit 1,25 Milliarden RM, denen 0,75 Milliarden RM gegenüberstehen. Die Dividenden der führenden Werke schwanken zwischen 10 und 13 %.

Der durchschnittliche Strompreis beträgt 1,45 RM für die 10kerzige Lampe und den Monat (flat rate). Kraftstrom kostet durchschnittlich 12,5 Pf/kWh. Augenblicklich werden noch etwa 80 % aller Lampen nach Pauschaltarif verrechnet, doch ist die Zahl der Anschlüsse mit Zählern in stetigem Steigen begriffen.

Die gesetzgeberischen Maßnahmen, nach denen die gesamte Elektrowirtschaft dem Verkehrsministerium (Teishinsho) untersteht, haben sich bisher gut bewährt. Die Überwachung bezieht sich nur auf Genehmigung der technischen Unterlagen für Neuanlagen, Erteilung von Konzessionen, technische Prüfung vor Inbetriebnahme, Vorschriften bezüglich der erforderlichen Reservemaschinen usw. Der verschärfte Wettbewerb zwischen den großen Werken hat zu einem Wettbauen in Neuanlagen geführt, so daß Ende 1928 ein Überschuß an ausgebauter Leistung gegenüber dem erwarteten tatsächlichen Verbrauch von etwa 550 000 kW vorhanden sein dürfte. (Es werden von verschiedenen Stellen verschiedene Zahlen angegeben.) Dieser ungesunde Zustand hat in maßgebenden Kreisen den Wunsch entstehen lassen, daß der Staat auch ein Überwachungsrecht in wirtschaftlicher Hinsicht erhalte mit weitgehenden Befugnissen, wie etwa der Verlängerung der Frist bis zum Baubeginn bei erteilten Konzessionen, Festsetzung der Strompreise bzw. deren Genehmigung, Überwachung der finanziellen Gebarung der Werke. Dagegen wird für jedes Werk ein Monopol für die Stromversorgung in seinem Gebiete gefordert unter Zusammenschluß der stromerzeugenden und stromverteilenden (verkaufenden) Gesellschaften. Vertikaltrust. In finanzieller Hinsicht eröffnete erst das Electric Business Law vom April 1927 neue Wege der Kapitalbeschaffung, die eine weitere Festigung der Elektrowirtschaft ermöglichen wird.

Dringend reformbedürftig ist das Gesetz, betreffend die Erteilung von Konzessionen für Wasserkraftwerke. Rein formal kann die Regierung, oder in einigen Fällen die Präfektur (Regierungsbezirk), eine Konzession aufheben und die Werke übernehmen, ohne verpflichtet zu sein, eine angemessene Entschädigung zu leisten. Die Laufzeit für eine Konzession ist nur 15 bis 20 Jahre, wobei eine Verpflichtung zur Erneuerung nicht besteht. Es stützt sich daher alles auf die bisherige Gepflogenheit der Regierung, Konzessionen ausnahmslos zu verlängern, was zwar auch in der Zukunft erwartet wird, aber langfristige Anleihen sehr erschwert. Der amerikanische „utility commissioner" wird vielfach zur Nachahmung empfohlen. Die Lage zwischen den großen Gesellschaften ist so akut geworden, daß von der führenden Tokyo Dento eine Holding Company vorgeschlagen wird, die die Konzessionsrechte für Neubauten der fünf größten Gesellschaften (etwa 645 000 kW) übernehmen soll. Da aber Übertragung von Konzessionsrechten in Japan verboten ist, will man das Ministerium ersuchen, die Anlagen für die neue Gesellschaft „neu zu konzessionieren", was schließlich geschehen dürfte, da eine solche Maßnahme tatsächlich im Interesse der Gesamtwirtschaft liegt.

Entscheidend für die rasche Entwicklung der Kraftwerke in Japan war die Beschaffung von langfristigen Anleihen. Diese waren in den Jahren nach dem großen Erdbeben in so großem Maße in Japan nicht zu haben; dagegen war die Industrie bereits so kräftig entwickelt, daß man sich mit Erfolg nach Amerika wandte.

Als Anleihenehmer kamen in erster Linie die in den obigen Zusammenstellungen genannten Eigentümer der Großkraftwerke in Frage. Anleihegeber waren die bekannten amerikanischen Finanzfirmen, wie Guaranty Trust Co., Dillon, Read & Co., Lee Higginson & Co., Harris Forbes & Co. Im ganzen sind etwa 141 Mill. $ fremdes Kapital in die japanische Elektrowirtschaft geflossen. Erst im Mai 1928 hat die Tokyo Dento 120 Mill. $ von einem internationalen Bankensyndikat (Amerika-England-Japan) aufgenommen, die allerdings zum größten Teil zur Einlösung älterer Anleihen dienen sollen. Einzelne Anleihen wurden unter Benutzung des British Trade Facility Acts gemacht, d. h. das Geld mußte zum Einkauf von Material aus England benutzt werden. Wenn die amerikanischen Anleihen auch keine öffentliche derartige Bindung bezüglich des ganzen oder teilweisen Anleihebetrages enthalten, so bestand doch praktisch in allen Fällen eine solche, die nur dadurch verschleiert wurde, daß nichtamerikanische Lieferanten die offiziellen Anfragen gar nicht oder zu spät erhielten oder auf andere Weise systematisch aus der ernsthaften Konkurrenz herausgehalten wurden. Die an die amerikanischen Lieferfirmen gezahlten Preise lagen vielfach weit über den Preisen der gleichwertigen internationalen Konkurrenz.

An den Lieferungen nach Japan haben folgende Firmen teilgenommen:

Amerika: General Electric, Westinghouse
Deutschland: AEG, SSW
England: English Electric, Metro-Vickers, BTH
Schweiz: BBC
Japan: Shibaura Eng. Works (GE), Mitsubishi, Hitachi Fusi Denki (SSW), Mei-Densha, Yasukawa, Okumura Toyo Denki (Engl. El.) und unzählige kleine japanische Firmen.

Die japanische Industrie hat zweifellos in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht, indem Maschinen immer größerer Leistung, Generatoren bis 15 000 kW, Transformatoren bis 160 kV, Schaltapparate für 160 kV, elektrische Lokomotiven bis 100 t, Höchstspannungsleitungen und Isolatoren hergestellt und in Betrieb genommen wurden. Die Zukunft wird vielfach erst lehren müssen, wie sich diese Produkte, verglichen mit anderen erstklassigen Maschinen, bewähren. Da jedoch z. B. den Shibaura Eng. Works die gesamten technischen Erfahrungen der amerikanischen General Electric zur Verfügung stehen und die anderen Firmen die bereits eingeführten Maschinen als Muster zur Verfügung haben, ist



nicht daran zu zweifeln, daß die japanischen Werke in absehbarer Zeit Maschinen produzieren werden, die sich in jeder Hinsicht als brauchbar erweisen dürften. Es ist aber durchaus nicht so schnell zu erwarten, daß diese Maschinen rationell, d. h. mit Nutzen für die betreffende Fabrik, hergestellt werden. Trotz des hohen Zollschutzes, nominell 20 %, aber infolge mehr oder weniger willkürlicher Auslegung des Zolltarifes für schwere, mit den Antriebsmaschinen direkt gekuppelte Generatoren praktisch 35 bis 40 %, geht es den Firmen ohne Ausnahme sehr schlecht. Wo Dividenden gezahlt werden, ist es infolge der mangelhaften Bilanzierung durchaus nicht klar, ob diese aus Fabrikationsnutzen stammen! Selbstkostenberechnung ist eine wenig geübte Kunst und wird sofort vergessen, wenn japanische Firmen untereinander konkurrieren. Jeder will nur den Preis des Konkurrenten unterbieten, ganz unabhängig davon, ob inzwischen das Geschäft für den Betreffenden jeden wirtschaftlichen Sinn verloren hat. Führende Männer der japanischen Industrie erkennen das Übel, ohne im Augenblick etwas dagegen tun zu können.

Von der Regierung, der Staatsbahn und anderen Behörden wird durch Subventionen, Bevorzugung, „Normalisierung" die japanische Industrie ganz allgemein in einem so weitgehenden Grade geschützt (das alles außer dem hohen Einfuhrzoll), daß ein Anreiz zur wirtschaftlicheren Produktion kaum besteht. Es hat sich herausgestellt, daß gerade die am meisten unterstützten Industrien nicht wirtschaftlich gedeihen, und als Reaktion auf die Regierungspolitik macht sich eine sehr schüchterne Freihandelsbewegung bemerkbar, die, wenn sie auch im Augenblick keinen Erfolg haben kann, doch als Symptom bemerkenswert ist. Man erkennt langsam, daß die Verbraucherkreise die Kosten der übertriebenen Wirtschaftspolitik zu zahlen haben.

Auch die Konkurrenz unter den fremden (importierenden) Firmen ist außerordentlich scharf. Wenngleich die Amerikaner, wie oben angeführt, infolge ihrer Finanzierungstätigkeit sich bei einer ganzen Reihe großer Aufträge sehr gute Preise sichern konnten, so sind sie in Fällen, wo der Wettbewerb ein freier war, besonders im letzten Jahre, sehr scharfe Konkurrenten für die übrigen Länder gewesen. Technisch haben sie insofern Vorteile, als die jetzt in leitenden Stellen tätigen japanischen Ingenieure infolge des Krieges meist nur amerikanisches Material kennen und vielfach nur Amerika besucht haben. Jetzt sorgen die Werke wieder dafür, daß ihre Ingenieure auch wieder Europa und insbesondere Deutschland besuchen und sich so selbst von der Leistungsfähigkeit der Werke und der Mustergültigkeit der geschaffenen Anlagen überzeugen. Einfuhrfähig nach Japan sind entweder Maschinen größter Leistung, Antriebe größter Art oder mit Sonderschaltungen, Spezialkonstruktionen.

Zum Verständnis der geschilderten Zustände ist noch zu erwähnen, daß Japan unter einem Einfuhrüberschuß leidet, der im Jahre 1927 370 Mill. RM betrug bei einer Gesamteinfuhr von etwa 4,2 Milliarden RM. Das größte Ausfuhraktivum ist noch immer Rohseide, etwa 1,5 Milliarden RM, wofür der Hauptabnehmer Amerika ist.

Zahnsättigung und Hauptabmessungen bei einem Nutenanker.

Ein Beitrag zur Berechnung elektrischer Maschinen.

Von Ing. **Ludwig Gebauer**, Witkowitz, Mähren.

Übersicht. Der Entwurf von Nutenankern führt bei Unterbringung der Wicklung in den Nuten trotz bester Ausnutzung der vorhandenen Möglichkeiten oft auf eine nicht passende Zahnsättigung $B_{z_{max}}$, der man durch Änderung der Liniendichte im Luftspalte B_l und der Hauptabmessungen D und l_i beikommen muß. Im folgenden wird nun eine Beziehung

$$B_{z_{max}}\,(D-a)\,l_i = \text{Const.}$$

aufgestellt, die durch die Hauptabmessungen mit einer Beziehung von ähnlicher Form

$$B_l\,D\,l_i = \text{Const.}$$

verknüpft ist. Diese bringt die Tatsache zum Ausdrucke, daß die magnetische Beaufschlagung des Ankers nach Austeilung der Wicklung unverändert bleibt. Die vorhin erwähnte Verknüpfung beider Gleichungen ermöglicht die Superposition zweier entsprechender Nomogramme, die auf die günstigste Gruppierung von B_l, D und l_i für eine passende Zahnsättigung untersucht werden. Schließlich wird ein graphisches Verfahren von großer Einfachheit und Übersichtlichkeit über die möglichen Kombinationen von D und l_i angegeben, aus denen sich leicht eine passende auswählen läßt. Der Zweck, langwierige, tastende Rechnungen zu vermeiden, wird erreicht.

1. Luftspalt, Nut-Zähneschicht und die ihnen zugeordneten Gleichungen.

Zwei Gleichungen für die Leistung der Umfangskraft, eine mechanische und eine elektromagnetische, leiten uns bei der Berechnung von Nutenankern.

$$N^{\text{Watt}} = 9\cdot 81\,P^{\text{kg}}\,v^{\text{m/s}} = C\,D^2\,l_i\,n \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

$$N^{\text{Watt}} = E^{\text{V}}\,J^{\text{A}} = B_l\,\alpha\,D\,\pi\,l_i\,.\,J_s\,S\,\frac{n}{60}\,.\,10^{-8} \quad \ldots \quad (2)$$

Die erste ergibt mit Hilfe des Größenparameters[1] C, der dem mittleren Drehschub proportional ist, den Durchmesser D und die ideelle Länge l_i, die zweite nach Wahl der Liniendichte B_l die gesamte Durchflutung $J_s\,S$ der Nuten und damit ihren Kupferquerschnitt[2].

Das Wicklungskupfer ist in die Ankeroberfläche so einzubetten, daß der magnetische Fluß mit entsprechender Sättigung durch die Zähne in den Kern übertreten kann. Die Zahnsättigung wird bei den verschiedenen Maschinengattungen und Maschinengrößen jeweils nach anderen Gesichtspunkten gewählt. Gleichstromanker verlangen großen magnetischen Widerstand der Zähne, damit die Lamellenspannung bei Belastung innerhalb zulässiger Grenzen bleibt, daher starke Sättigung. Bei den synchronen und asynchronen Wechselstrommaschinen stellt die hohe Normalfrequenz die Erwärmung in den Vordergrund. Dazu kommt bei letzteren noch der Magnetisierungsstrom. Die Sättigungsgrenze wird bedeutend herabgesetzt. Mit abnehmendem Ankerdurchmesser kann die Sättigung zur Erzielung eines angemessenen magnetischen Widerstandes — parallelwandige Nuten vorausgesetzt — höhergetrieben werden. Die Wirbelstrombildung im Ankerkupfer setzt ihr nach oben hin eine Grenze.

Die Liniendichte B_l hängt von der Zahnsättigung, der verhältnismäßigen Zahnstärke[3] und der radialen Entfernung der engsten Stelle von der Ankeroberfläche ab. Um diese schwierige Wahl zu erleichtern, hat Pichelmayer[4] eine Beziehung aufgestellt

$$B_l = B_{z_{max}}\,c_e\,\frac{l_e}{l_i}\,(1-v_n)\left(1 \pm \frac{2\,h}{D}\right)\begin{matrix}\text{für Außenanker}\\ \text{für Innenanker.}\end{matrix} \qquad (3)$$

Darin ist

$B_{z_{max}}$ nach obigem anzunehmen,

c_e der Raumverlustfaktor infolge der Blechisolation,

v_n das angenommene Nutverhältnis $= \dfrac{\text{Nutbreite } b_n}{\text{Nutteilung an der engsten Stelle } t_2}$,

h die geschätzte Nuttiefe bis zur engsten Stelle.

Nach Auflösung des Produktes $J_s\,S$ finden wir die Leiterzahl S, die bei der Auslegung der Wicklung abgerundet werden muß. Mit ihr entgegengesetzt ändert sich B_l, damit die Ankerausnutzung und somit die Leistung die gleiche bleibt. Die Nutform soll den Annahmen von v_n und h entsprechen, was bei bestimmten Kupfernormen und gutem Füllfaktor, den wir anstreben, unmöglich ist. Die Auswirkung der Änderungen von B_l, v_n und h wird in der Regel nicht derartig sein, daß die passende Zahnsättigung auftritt.

Eine neue Austeilung der Wicklung in mehr oder weniger Nuten bzw. eine Änderung der Leiterzahl S, ver-

[1] Siehe Emde, Leistungsparameter, Größenparameter und mittlerer Drehschub bei elektrischen Maschinen. ETZ 1922, S. 1430.

[2] Wenn wir uns hier und im folgenden im großen und ganzen auf die Gleichstrommaschine beziehen, so ist das ohne Einfluß auf das Ergebnis, das grundsätzlich für alle Arten rotierender elektrischer Maschinen gilt.

[3] Über das günstigste Verhältnis von Zahn- und Nutbreite, Zahn- und Kernhöhe, Anker- und Spulenkopflänge siehe Vidmar, Der wirtschaftliche Aufbau der elektrischen Maschine, Verlag Julius Springer, Berlin, 1918.

[4] Handbuch für Elektrotechnik, Bd. 5: Dynamobau, S. 460.

bunden mit sprunghafter Änderung der Liniendichte B_l, wird meist nicht den gewünschten Erfolg haben. Dagegen kann eine stetige Änderung von $B_{z_{\max}}$ erreicht werden, wenn man dem Strome seinen Weg läßt, Leiter- und Nutzahl nicht ändert, dem magnetischen Flusse aber einen solchen Querschnitt in der Nutzähneschicht zuweist, daß man die passende Zahnsättigung erhält. Die Hauptabmessungen des Nutenankers müssen dabei natürlich andere werden.

Zu Beginn des Entwurfes kann auf die Verhältnisse, wie sie nachher in der Nutzähneschicht auftreten, keine Rücksicht genommen werden. Die Annahme von C ist eine durchaus rohe[5]. Hier erfolgt die Korrektur.

Es ist naheliegend, von dem Zahnquerschnitte an der engsten Stelle auszugehen, dortselbst die neue Zahnsättigung einzustellen und die Hauptabmessungen nachzurechnen (Fluß der Nutteilung bleibt unverändert). Der Vorgang ist umständlich und unübersichtlich. Wir suchen also eine direkte mathematische Beziehung zwischen Zahnsättigung und Hauptabmessungen.

Durch das Festhalten an der Durchflutung $J_s S$ geht Gl. (2) in eine neue über

$$B_l D l_i = \text{Const.}, \quad \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

die bedeutet, daß die magnetische Beaufschlagung der Ankeroberfläche unverändert bleibt. Die Kontinuitätsgleichung für den in die Nutteilung eintretenden Fluß bringt uns der gesuchten Beziehung nahe.

$$B_l t_1 l_i = B_{z_{\max}} (t_2 - b_n) c_e l_e,$$

$$B_l \frac{D\pi}{Z} l_i = B_{z_{\max}} \left(\frac{D \pm 2h}{Z} \pi - b_n \right) c_e l_e,$$

$$B_l D l_i = B_{z_{\max}} \left[D - \left(\frac{b_n Z}{\pi} \mp 2h \right) \right] c_e l_e$$

$$= B_{z_{\max}} (D - a) c_e l_e \quad \ldots \ldots \ldots \quad (4a)$$

$$a = \frac{b_n Z}{\pi} \mp 2h^{*6} \quad \begin{array}{l}\text{für Außenanker.}\\ \text{für Innenanker.}\end{array}$$

Die Elimination von l_e gelingt durch die Annahme

$$\frac{l_i}{l_e} = \text{Const.}, \quad \ldots \ldots \ldots \quad (5)$$

die erfüllt ist, wenn der Axialschnitt in der Nähe des Luftspaltes sich selbst ähnlich bleibt. Luftspalt und Luftschlitzbreite müßten sich dann verhältnisgleich mit der Ankerlänge ändern. Doch kann gezeigt werden, daß die Schwankungen des Wertes, der in der Nähe von 1 liegt, auch bei unveränderter Luftschlitzbreite von geringem Einfluß auf das Endziel, die Erreichung einer bestimmten Zahnsättigung, sind[7]. Wenn wir noch c_e in der Konstanten aufgehen lassen, geht (4a) über in



$$B_{z_{\max}} (D - a) l_i = \text{Const.}, \quad \ldots \ldots \quad (6)$$

welche die gesuchte Beziehung darstellt.

2. Geometrische Deutung und Diskussion der beiden Gleichungen.

Gl. (4) und (6) stellen Flächen 3. Ordnung dar (Abb. 1 und Abb. 2). Jedem Wertepaare D, l_i ist eine bestimmte Liniendichte B_l bzw. Zahnsättigung $B_{z_{\max}}$ zugeordnet. Die Flächen gelten für eine bestimmte Beaufschlagung des Ankers. Dem 1. Entwurfe entsprechen die Punkte D_0, l_{i_0}, B_{l_0} und D_0, l_{i_0}, $B_{z_{\max_0}}$. Der Punkt mit der passenden Zahnsättigung $B_{z_{\max}}$ liegt in einer anderen Schichtenebene. Die Werte D und l_i sind noch frei, nur verbunden durch die Gleichung der Schichtenlinie

$$(D - a) l_i = \frac{\text{Const.}}{B_{z_{\max}}} = c_2.$$

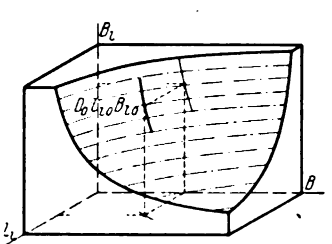


Abb. 1. Geometrische Darstellung der Gleichung $B_l D l_i = \text{Const.}$

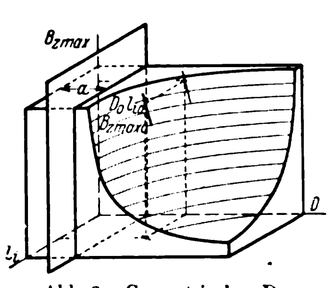


Abb. 2. Geometrische Darstellung der Gleichung $B_{z_{\max}} (D-a)\, l_i = \text{Const.}$

Wenn man $B_{z_{\max}}$ in bestimmten Intervallen ändert, erhält man eine Hyperbelschar als Schichtenplan (Nomogramm) mit der D-Achse und einer Parallelen zur l_i-Achse im Abstande a als Asymptoten. Eine analoge Schar mit den Koordinatenachsen als Asymptoten liefert (4)

$$D l_i = \frac{\text{Const.}}{B_l} = c_1.$$

Um die günstigste Gruppierung von D, l_i und B_l leichter beurteilen zu können, superponieren wir die beiden Kurvenscharen zu einem neuen Nomogramme[8] (Abb. 3). Die funktionellen Zusammenhänge, nach denen sich die einzelnen Größen mit der Länge bzw. mit dem Durchmesser ändern, wenn wir nach bestimmten Grundsätzen vorgehen, sind in einer Zahlentafel zusammengestellt[9]. Tragen wir die Kurven $f(D, l_i) = 0$ in das Nomogramm ein, wobei D_0, l_{i_0} den Ausgangspunkt bilden, so gelangen wir zu verschiedenen Punkten der Schichtenlinie, die dem gewünschten $B_{z_{\max}}$ entspricht. Den inneren Ursachen für die Änderung der Zahnsättigung können wir hier nicht nachgehen.

---

[5] Bezüglich der Abhängigkeit des Größenparameters C von den verschiedenen Einzelheiten des Entwurfes siehe B. Závada, Leistungskonstante el. Maschinen. El. u. Maschinenbau Bd. 34, S. 125.

[6] Eine kleine Änderung der Nutbreite b_n fällt wegen des Produktes mit der Nutzahl Z besonders bei großen Ankern mehr ins Gewicht als eine entsprechende Änderung von h. Man ersieht das auch daraus, daß b_n und t_2 von gleicher, h und D von verschiedener Größenordnung sind [s. Gl. (3)]. Eine Änderung von h kann also nur bei kleineren Innenankern auf die Änderung von $B_{z_{\max}}$ stärkeren Einfluß nehmen. Bei Außenankern ist eine sichere Annahme möglich.

[7] Außer wenn mit der Änderung der Ankerlänge eine Änderung der Luftschlitzezahl erforderlich wird.

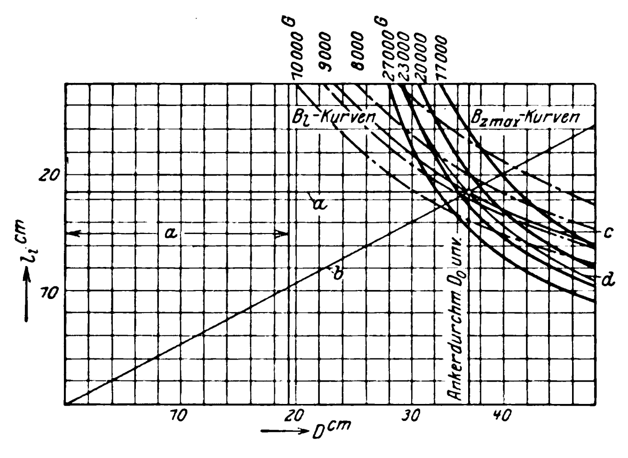
[8] Entworfen für das später zu bringende Beispiel.

[9] Sie sind leicht aus den Gleichungen (4) und (6) abzuleiten. Außerdem ist zu beachten, daß

$$C = \frac{\pi^2}{60}\, a \,\frac{AS}{100}\, \frac{B_l}{1000} \quad \text{und} \quad AS = \frac{J_s S}{D\pi}.$$

	Vorgang	$f(D, l_i) = 0$	$f(D, B_l) = 0$	$f(D, AS) = 0$	$f(D, C) = 0$	$f(D, B_{z_{\max}}) = 0$	Anwendbarkeit
1	Mittl. Drehschub unverändert	$D^2 l_i = D_0^2 l_{i_0}$	$\frac{B_l}{D} = \frac{B_{l_0}}{D_0}$	$AS\,D = AS_0 D_0$	$C = C_0$	$B_{z_{\max}} \frac{D-a}{D^2} = B_{z_{\max_0}} \frac{D_0-a}{D_0^2}$	Gering. Starke Änderung von D, l_i und B_l.
2	Liniendichte B_l unverändert	$D l_i = D_0 l_{i_0}$	$B_l = B_{l_0}$	"	$C D = C_0 D_0$	$B_{z_{\max}} \frac{D-a}{D} = B_{z_{\max_0}} \frac{D_0-a}{D_0}$	Wenn Vergrößerung des Magnetisierungstromes vermieden werden muß. Starke Änderung der Ankerform.
3	Ankerlänge l_i unverändert	$l_i = l_{i_0}$	$B_l D = B_{l_0} D_0$	"	$C D^2 = C_0^2 D_0^2$	$B_{z_{\max}} (D-a) = B_{z_{\max_0}} (D_0-a)$	Bei Raumbeschränkung in axialer Richtung.
4	Ankerform unverändert	$\frac{l_i}{D} = \frac{l_{i_0}}{D_0}$	$B_l D^2 = B_{l_0} D_0^2$	"	$C D^3 = C_0 D_0^3$	$B_{z_{\max}} D (D-a) = B_{z_{\max_0}} D_0 (D_0 - a)$	Bei Ausführung von Rundpolen od. Einhaltung eines bestimmten Verhältnisses zwischen Anker- und Spulenkopflänge.
		$f(l_i, B_l) = 0$	$f(l_i, B_l) = 0$		$f(l_i, C) = 0$	$f(l_i, B_{z_{\max}}) = 0$	
5	Ankerdurchmesser D unverändert	$D = D_0$	$B_l l_i = B_{l_0} l_{i_0}$	$AS = AS_0$	$C l_i = C_0 l_{i_0}$	$B_{z_{\max}} l_i = B_{z_{\max_0}} l_{i_0}$	Bei Raumbeschränkung in radialer Richtung. Beste Materialausnutzung bei höchstzulässiger Beanspruchung (Schwungrad- und Turbogeneratoren).

Nun noch einiges über die Lage des Punktes D_0, l_{i_0} im Nomogramme. Bei großem $\frac{l_{i_0}}{D_0}$ liegt er in einem Gebiet, wo die $B_{z_{max}}$-Kurven steil abfallen. Für die gleiche Änderung der Zahnsättigung ist dort die Änderung der Länge eine stärkere als die des Durchmessers. Umgekehrt bei kleinem $\frac{l_{i_0}}{D_0}$. Das erklärt sich leicht daraus, daß für einen langen Anker die Zu- oder Abnahme des Zahnquerschnittes bei gleicher Änderung der Zahnbreite eine stärkere ist als bei einem kurzen Anker. Gehen wir über unser spezielles Nomogramm, das nur für eine bestimmte Nutzahl gilt, hinaus und berücksichtigen wir, daß eigentlich diese den Durchmesser bestimmt, so ergibt sich für große Nutzahl eine stärkere Änderung des Durchmessers. Schwungradgeneratoren vertragen eine solche nicht (Schwungmoment bzw. Materialbeanspruchung durch die Fliehkräfte). Der einzig mögliche Fall ist auch der günstigere. Der Turbogenerator hat eine große Ankerlänge, die bei Einstellung der niedrigen Zahnsättigung (Erwärmung!) manchmal erheblich verkürzt werden kann.



a Ankerlänge l_{i_0} unverändert *c* Liniendichte B_l unverändert
b Ankerform „ *d* mittl. Drehschub „

Abb. 3. Nomogramm.

Starre Richtlinien aufzustellen wäre verfehlt. Denn jede Maschine ist eine Individualität und verlangt entsprechende Behandlung. Wir wollen lediglich eine größere Beweglichkeit bei der Berechnung erzielen und uns über die Folgen jedes Schrittes von vornherein klar werden.

3. Angabe eines graphischen Verfahrens zur Ermittlung der Hauptabmessungen eines Nutenankers bei bestimmter Zahnsättigung.

Als letztes Ergebnis unserer Untersuchungen sei noch ein einfaches graphisches Verfahren angegeben, das eine leichte und rasche Beurteilung der vorhandenen Möglichkeiten zulassen soll. Es geht aus dem Nomogramme hervor. Zu seiner Durchführung ist nur die Ermittlung der Konstanten a [Gl. (4a)] erforderlich. In das Koordinatensystem D, l_i wird der 1. Entwurf D_0, l_{i_0} und die zweite Asymptote der Hyperbelschar $(D - a)\, l_i = c_2$ eingetragen. Dadurch ist der Scheitel 0_2 festgelegt. Auf der D-Achse tragen wir die berechnete und die gewünschte Zahnsättigung auf und nehmen die aus Abb. 4 ersichtliche Konstruktion vor. Sie entspricht der Beziehung $B_{z_{max}} l_i = B_{z_{max_0}} l_{i_0}$, gilt also für gleichbleibenden Durchmesser. Wir erhalten einen Punkt der Hyperbel, die der gewünschten Zahnsättigung entspricht, und diese selbst durch Bestimmung einiger Punkte in bekannter Weise. Sie ist der geometrische Ort für die möglichen Wertepaare D, l_i, aus denen wir ein passendes auswählen. Im allgemeinen wird nur der Winkelraum zwischen der Senkrechten und der Wagerechten durch D_0, l_{i_0} in Betracht kommen. Dabei ist noch zu beachten, daß die Liniendichte im Luftspalte B_l längs der Hyperbel mit abnehmendem Durchmesser kleiner wird. Man kann also auch die Änderung von B_l einigermaßen berücksichtigen. Was die Darstellung anlangt, so empfiehlt es sich, dieselbe möglichst groß zu wählen, die Maßstäbe für l_i und D gleich, damit man von der neuen Ankerform eine richtige Vorstellung bekommt.

Beispiel.

Straßenbahnmotor. $N_n = 20$ kW, $n = 640$ U/min, $E_k = 550$ V. Annahmen: $\eta = 0{,}87$, Spannungsabfall im Motor $e = 0{,}08\, E_k$.

$$J = \frac{N_n \,.\, 10^3}{\eta\, E_k} = \frac{20\,000}{0{,}87 \,.\, 550} = 41{,}8 \text{ A.}$$

$$D_0 = 35 \text{ cm}, \; C = 1{,}46.$$

In der Ankerwicklung erzeugte Gegenspannung:

$$E = E_k - e = 0{,}92 \,.\, 550 = 505 \text{ V},$$
$$N = E\,J = 505 \,.\, 41{,}8 = 21\,200 \text{ W}.$$
$$l_{i_0} = \frac{N}{C\, D_0^2\, n} = \frac{21\,200}{1{,}46 \,.\, 3{,}5^2 \,.\, 640} = 1{,}85 \text{ dm}, \; l_{i_0} = l_{e_0} = l_0.$$

$\alpha = 0{,}675$ (Wendepole!).

$p = 2$, Reihenwicklung mit $a = 1$.

$$\tau = 27{,}5 \text{ cm}, \; b_i = \alpha\,\tau = 18{,}6 \text{ cm}, \; \frac{b_i}{\tau} = 1.$$

Weitere Annahmen:

$$v_n = 0{,}5, \; h = h_n = 3 \text{ cm}, \; B_{z_{max}} = 24\,000 \text{ G}.$$

$$B_l = B_{z_{max}}\, c_e \frac{l_e}{l_i} (1 - v_n) \left(1 - \frac{2\,h}{D}\right)$$
$$= 24\,000 \,.\, 0{,}9 \,.\, 0{,}5 \left(1 - \frac{6}{35}\right) = 8580 \text{ G.}$$

$$J_s\, S = \frac{N \,.\, 10^8 \,.\, 60}{B_l\, \alpha\, D\, \pi\, l_i\, n} = \frac{21\,200 \,.\, 10^8 \,.\, 60}{8580 \,.\, 0{,}675 \,.\, 35 \,.\, \pi \,.\, 18{,}5 \,.\, 640} = 16\,900,$$

$$J_s = \frac{J}{2\,a} = 20{,}9 \text{ A}, \; S = \frac{16\,900}{20{,}9} = 810.$$

Berechnung der Wicklung:

Drähte einer Nut: 24, Nutzahl 33,7 (mit Rücksicht auf die Ausführbarkeit der Wicklung auf 33 abgerundet). Drahtzahl: 792.

Korrektur von B_{l_0}: $B_{l_0} = \frac{810}{792} \,.\, 8580 = 8780$ G.

Windungen einer Spule: 4, Spulenzahl 99, Spulenseiten einer Nut: 6, Zahl der Kommutatorlamellen: 99, Kommutatorschritt: 49, Nutschritt: 8, Lamellenspannung bei Leerlauf:

$$E_{\lambda_{max}} = \frac{2\,p\,E_k}{\alpha\,K} = \frac{2 \,.\, 2 \,.\, 550}{0{,}675 \,.\, 99} = 32{,}9 \text{ V.}$$

Nutdimensionen: Nutbild (Abb. 5).

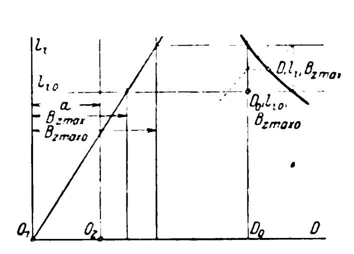


Abb. 4. Graphische Ermittlung des geom. Ortes der Wertepaare D, l_i für eine passende Zahnsättigung $B_{z_{max}}$.

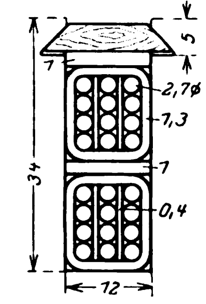


Abb. 5. Nutbild.

Obigen Annahmen von v_n und h entspricht eine Nutbreite von 13,8 mm.

Leiterabmessungen: 2,4/2,7 mm Dmr., $q_a = 4{,}52$ mm².
Stromdichte: $S_a = 4{,}62$ A/mm².

$$b_n = 11{,}5 + 0{,}5 = 12 \text{ mm},$$
$$h_n = 33{,}8 + 0{,}2 = 34 \text{ mm}.$$
$$t_2 = \frac{28{,}2 \,.\, \pi}{33} = 2{,}68 \text{ cm}.$$

Das Nutverhältnis

$$v_n = \frac{1{,}2}{2{,}68} = 0{,}448$$

kann nicht größer gemacht werden, weil es in Anbetracht der groben Nutung unmöglich ist, weniger Spulenseiten der Breite nach in der Nut zu verlegen.

B_l und h sind größer, v_n ist kleiner geworden. Das wäre an sich günstig. Doch kann nur durch Zufall aus diesen einander entgegenwirkenden Änderungen die passende Zahnsättigung resultieren.

$$B_{z_{max}} = \frac{B_l}{c_e\,(1 - v_n)\left(1 - \frac{2\,h}{D}\right)} = \frac{8780}{0{,}9 \,.\, 0{,}552 \,.\, 0{,}806} = 21\,900 \text{ G.}$$

Diese Sättigung genügt für unsere keilförmigen Zähne nicht.

$$a = \frac{b_n Z}{\pi} + 2h = \frac{1{,}2 \cdot 33}{\pi} + 6{,}8 = 19{,}4 \text{ cm.}$$

	D^{cm}	$l_i = l_e = l^{cm}$	$\frac{b_i}{l_i}$	B_l^G	AS	C	$B_{z_{max}}^G$	v_n
1. Entwurf	35	18,5	1	8780	150	1,46	21 900	0,448
1	29,6	25,9	0,605	7430	177,5	1,46	24 000	0,553
2	32,7	19,8	0,875	8780	160,5	1,56	24 000	0,485
3	33,7	18,5	0,965	9120	156	1,575	23 950	0,469
4	34	18	1	9300	154,5	1,595	24 050	0,463
5	35	16,9	1,1	9620	150	1,6	23 950	0,448

Die $B_{z_{max}}$ sind für die einzelnen Fälle nachgerechnet. Die geringen Abweichungen vom Sollwerte erklären sich aus Abrundungen, die bei der Rechnung vorgenommen wurden.

Fall 1 scheidet aus, weil sich die Ankerform zu stark ändert. 5 zeigt eine starke Zunahme der Liniendichte B_l. Die Änderung von l_i fällt eben nahezu in die Richtung der stärksten Änderung von B_l. Zu erwägen ist, daß der Abnahme an Ankereisen und Ankerkupfer eine Zunahme von Polkupfer gegenübersteht. 3 und 4 unterscheiden sich nicht in nennenswerter Weise. Weder die Ankerform noch die Liniendichte ändern sich stark. Der mittlere Drehschub ist in allen Fällen ungefähr der gleiche.

Bei einiger Übung wird man ohne Rechnung mit dem graphischen Verfahren allein auskommen. Die Zahlentafel wurde nur durchgerechnet, um das frühere zu erhärten.

Störungen von Rundfunkempfang durch Quecksilberdampf-Gleichrichter.

Von Dr.-Ing. **Kurt Heinrich,** Wismar (Ostsee).

Übersicht. Durch Beobachtung der Störungen in einem dicht benachbarten Empfänger wird das Auftreten von Schwingungen festgestellt, die mit der Periodenzahl des gleichgerichteten Drehstromes nichts zu tun haben. Der Ursprung dieser Schwingungen, deren Frequenz in das Frequenzgebiet des Hörbereichs fiel, wird im Arbeiten des Gleichrichters als Lichtbogengenerator vermutet. Auf diese Vermutung sich stützende Versuche führten zur Beseitigung der Störungen.

Wiederholt gemeldete Störungen von Rundfunkempfang durch Quecksilberdampf-Gleichrichter gaben die Veranlassung zu folgenden Versuchen: Ein einem Generator entnommener Drehstrom von $f = 50$ Hz wurde in einem *Hg*-Gleichrichter, Abb. 1, gleichgerichtet. Unter Konstant-

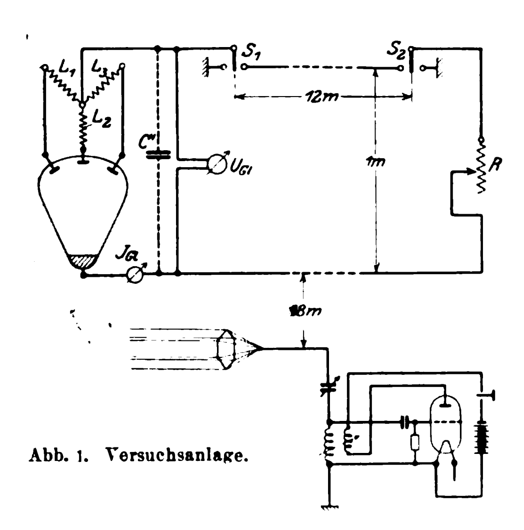


Abb. 1. Versuchsanlage.

haltung der Spannung $U_{Gl} = 120$ V wurde der Gleichstrom über eine 12 m lange Freileitung, die in 3 m Abstand über der Erde gespannt war, in einem Belastungswiderstand R vernichtet. Der Gleichstrom konnte zwischen 4 und 15 A geändert werden. Die Freileitungsstränge waren im Abstande von 1 m gespannt. Durch die Schalter S_1 und S_2 konnte der negative Strang durch Erdleitung ersetzt werden. Fast senkrecht über der Freileitung war im Abstande von rd. 18 m eine sechsdrähtige Reusenantenne gespannt, an die ein normales Audion mit Rückkoppelung und Zweifach-NF-Verstärker geschaltet war. Der Empfänger wurde auf den benachbarten Hamburger Rundfunksender eingestellt und alle Versuche durchgeführt, während der Hamburger Sender arbeitete.

1. Am Gleichrichter: $I_{Gl} = 8 \ldots 15$ A, negativer Strang durch die Umschaltung der Schalter S_1 und S_2 durch Erdleitung ersetzt.
   Im Empfänger: α) Starker Brummton, kurz α-Ton genannt. β) Mittelstarker weiterer Ton, halb Pfeifen, halb Geräusch. Der Ton liegt wesentlich über dem α-Ton (kurz β-Ton genannt).
   Bei Steigerung der Stromstärke auf 15 A nimmt der α-Ton stärker zu als der β-Ton. Die Tonhöhen bleiben aber gleich.
2. Am Gleichrichter: $I_{Gl} = 8 \ldots 15$ A. Negativer Strang durch die Schalter S_1 und S_2 als Freileitung.
   Im Empfänger: Der α-Ton ist etwas schwächer geworden, die Tonhöhe aber wie unter 1. Der β-Ton ist schwächer geworden und in der Tonlage tiefer. Änderungen der Stromstärke ändern nur die Lautstärken.
3. Am Gleichrichter: $I_{Gl} = \text{konst.} = 15$ A. Negativer Strang durch Erdleitung ersetzt. Die Frequenz auf 35 Hz verringert.
   Im Empfänger: α-Ton tiefer. Lautstärke wie unter 1. β-Ton in der Tonhöhe und Lautstärke wie bei 1, aber mehr Geräusch als Pfeifen.
4. Am Gleichrichter: $I_{Gl} = \text{konst.} = 15$ A. Negativer Strang durch Erdleitung ersetzt. Frequenz auf 65 Hz erhöht.
   Im Empfänger: α-Ton höher als unter 1. Lautstärke wie unter 1. β-Ton in der Tonhöhe und Lautstärke wie bei 1, aber mehr Pfeifen als Geräusch.

Vor der Fortsetzung der Untersuchungen wurde zunächst nach einer Erklärung der beiden Störtöne gesucht. Die Entstehung des α-Tones ist leicht geklärt: Die Frequenz des α-Tones ist die der Pulsationen des Gleichstromes. Da es sich um Drehstrom mit der Frequenz f_1 handelt, haben die Gleichstrompulsationen die Frequenz $f_2 = 3f_1$. Somit muß die Tonhöhe mit der Drehstromfrequenz fallen oder steigen.

Anders liegen die Verhältnisse bei der Erklärung des β-Tones. Da der β-Ton im Empfänger — sowohl Pfeifen als auch Geräusch — schwankend auftrat, konnte es sich nicht — um den Ausdruck zu gebrauchen — um eine „stabile Frequenz" handeln. Da die Tonhöhe des β-Tones gleichblieb, wenn die Frequenz des Drehstromes geändert wurde, konnte weiterhin die Frequenz des β-Tones nicht wie der α-Ton mit der Frequenz des Drehstromes zusammenhängen. Ferner änderte sich der β-Ton, wenn der negative Strang der Freileitung durch Erdleitung ersetzt wurde. Diese Beobachtungen führten zu folgenden Vermutungen über den Ursprung des β-Tones. Der Kreis: Lichtbogen im Gleichrichter — Selbstinduktion der Generatorwicklung — Kapazität der Freileitung, arbeitet als besonderer Schwingungskreis mit dem Lichtbogen als Generator. Da die Kapazität der Freileitung sehr klein ist, können trotz der verhältnismäßig hohen Selbstinduktion der Generatorwicklung Schwingungen so geringer Frequenz zustandekommen, daß der Hörbereich gestört wird. Daß die Kapazität der Freileitung eine Rolle dabei spielt, zeigten die Beobachtungen unter 2. Die Kapazität der Freileitungen gegeneinander ist des geringeren Abstandes wegen größer als gegen Erde. Der β-Ton war bei 2 tiefer als bei 1. Ist I_w der eine Generatorwicklung durchfließende Strom, Φ der Induktionsfluß und L die Selbstinduktion der Wicklung, dann gilt:

$$L = \frac{d\,\Phi}{d\,I}\,.$$

Mit zunehmender Sättigung muß somit L geringer werden. Liegen die Verhältnisse nun so, daß der Höchst-

wert $I_{w_{max}}$ des Stromes einen Induktionsfluß Φ_{max} hervorruft, der in oder über das Knie der Magnetisierungskurve fällt, dann bedeutet dies für eine halbe Periode des Wechselstromverlaufes eine Schar von Selbstinduktionswerten, deren Größe gegen den Höchstwert des Stromes zu abnimmt. Somit wird unter Zugrundelegung obiger Vermutung die Frequenz des β-Tones über eine halbe Periode des Wechselstromes gegen den Höchstwert des Stromes zu zunehmen und dann wieder fallen müssen. Ferner sind praktisch die Selbstinduktionskoeffizienten der drei Generatorwicklungen nicht genau gleich. Somit werden die Schwingungsvorgänge in den drei Phasen, also in bezug auf eine Periode, in je ⅓ Periode untereinander nicht gleich sein. Letzten Endes wird die Hysterese des Lichtbogens im Gleichrichtergefäß eine Rolle spielen. In Abb. 2

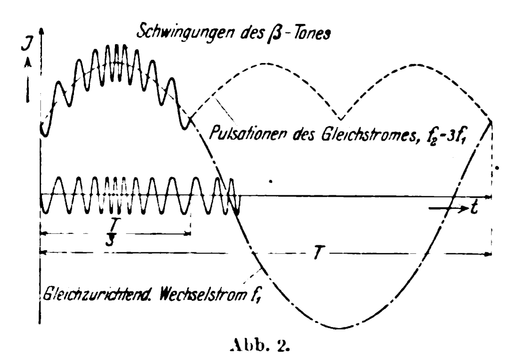


Abb. 2.

sind die Vermutungen praktisch dargestellt. Trifft die Vermutung zu, dann muß sich mindestens der β-Ton ändern, wenn die Kapazität zwischen den Leitungen oder die Selbstinduktion der Generatorwicklung (je Phase betrachtet) geändert wird. Es wurden daher die Leitungstränge mit einer Kapazität von 100 cm überbrückt. Der β-Ton begann in der Tonhöhe zu fallen. Bei 1000 cm zusätzlicher Kapazität war nur noch ein — immer noch störendes — Rauschen zu hören. Bei $9 \cdot 10^4$ cm war der β-Ton als Störer verschwunden. Dasselbe trat ein, wenn vor die Generatorwicklungen drei Selbstinduktionen von je 0,1 H geschaltet wurden.

Da der α-Ton immer noch durchdrang, wurde die zusätzliche Kapazität zwischen den Freileitungen weiter erhöht. Bei 2 µF war auch der α-Ton verschwunden, so daß trotz Arbeiten des dicht benachbarten Gleichrichters der Empfang des Hamburger Senders ungestört erfolgen konnte.

Es wird nun ausdrücklich betont, daß die vorstehende Erklärung des β-Tones sich nur auf eine Vermutung stützt, da meßtechnische Einrichtungen wie z. B. ein Oszillograph usw. nicht zur Verfügung standen, um die den β-Ton veranlassenden Schwingungen mit Sicherheit nachzuweisen. Die vorstehenden Zeilen sollen daher nur den Anstoß zu weiteren Untersuchungen geben.

Die elektrische Kleinbahn Haspe—Breckerfeld.

Die Hagener Straßenbahn hat 1926 die Mehrheit der Geschäftsanteile der Kleinbahn Haspe—Voerde—Breckerfeld erworben und sich vertraglich verpflichtet, die Bahn, die bisher mit Dampf betrieben wurde, für den elektrischen Betrieb einzurichten. Zehn Monate später, im Dezember 1927, konnte die Strecke, jetzt als „Hagener Vorortbahn", in Betrieb genommen werden, der im Gemeinschaftsverkehr mit der bisher bis Haspe reichenden Hagener Straßenbahn weitergeführt wird.

Die gesamte Länge der Strecke (Abb. 1) beträgt 18,4 km[1]. Hiervon wird eine 2,4 km lange Teilstrecke bis zum Bahnhof Schützenhof bei Haspe vom Hagener Netz aus mit 550 V, die übrige Strecke auf eigenem Bahnkörper bis Breckerfeld mit 1200 V gespeist. Die hohe Spannung bietet den Vorteil, mit nur einem Umformerwerk auszukommen, das am Bahnhof Schützenhof errichtet wurde. Die Umformung des Drehstroms von 10 000 V, 50 Hz in Gleichstrom von 1200 V geschieht durch zwei Quecksilberdampf-Gleichrichter von je 450 kW. Einer davon genügt, den Leistungsbedarf der Bahn zu decken; der zweite dient als Reserve. Die Anlage arbeitet vollkommen selbsttätig und bedarf keiner Bedienung. Ausbaufähig ist das Werk noch für einen dritten Gleichrichtersatz.

[1] Verkehrstechn. 1928, S. 103.

Die Wirkungsweise des vollselbsttätigen Gleichrichterunterwerks, das von der AEG gebaut wurde, ergibt sich aus dem Schaltplan (Abb. 2). Nach Formierung (d. h. Entgasung) des Gleichrichters mittels des an den Gleichstrom-Sammelschienen liegenden Anheizwiderstandes (13) wird das Werk durch eine Kontaktuhr (25) in Betrieb genommen. Diese wird für den Betrieb am Schützenhof so eingestellt, daß nur eine kurze Pause zwischen 2 und 4 Uhr nachts auftritt. Nach erfolgter Kontaktgabe an der Kontaktuhr erhält durch Vermittlung seines Überwachungsrelais (24) der Motorantrieb desjenigen Gleichrichter-Ölschalters (3), welcher durch Einstecken des Wählersteckers (26) zum führenden gemacht worden ist, Spannung und schaltet den Ölschalter ein. Bekommt auf diese Weise die Niederspannungseite des Gleichrichter-Transformators (2) Spannung, so wird der Zündumformer mittels des Schaltapparats (4) angelassen und die Zündung des Gleichrichters (1) erfolgt. Da der Rückstrom-Schnellschalter (6) normalerweise eingeschaltet ist, so sind damit die Sammelschienen unter Spannung gesetzt. Mit Erscheinen der Sammelschienenspannung wird ein an den Sammelschienen liegendes Relais (27) betätigt und schaltet den Steuerstromkreis für die Bahnspeiser ein. Der selbsttätige Bahnspeiser prüft über den Parallelwiderstand der Prüfeinrichtung 8 die Strecke auf Kurzschlußfreiheit. Ist der Strom übermäßig groß, so wird der in Reihe mit dem Parallelwiderstand liegende Stromwächter angezogen und sperrt die Einschaltung des Streckenautomaten (7). Ist der Prüfstrom gleich Null oder nur einige Ampere (letzteres, wenn in einigen Wagen auf der Strecke Beleuchtung eingeschaltet ist), so bleibt der Stromwächter in seiner Ruhelage und die Einschaltung des Streckenautomaten kann erfolgen. Damit nun ein dauerndes Prüfen vermieden wird, ist ein Wiedereinschaltrelais (23) angeordnet, welches den Prüfvorgang bei Kurzschluß auf der Strecke in Abständen von 20 s fünfmal wiederholt. Das geschieht in Verbindung mit einem Thermostaten, der durch die Erwärmung eines unter ihm liegenden Widerstandes beeinflußt wird. Ist die Prüfung fünfmal vergeblich verlaufen, so verriegelt sich das Wiedereinschaltrelais und gibt Signal an die Überwachungstelle, daß eine Störung eingetreten ist, welche einer sofortigen Behebung bedarf.

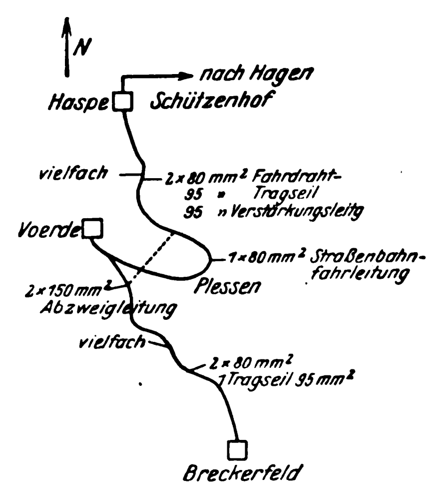


Abb. 1. Lageplan.

Übersteigt die Belastung des Unterwerks die Nennstromstärke des eingeschalteten Gleichrichters, so spricht das Höchststromrelais (21) dieses Gleichrichters an und veranlaßt die Betätigung des Ölschalters des zweiten Gleichrichtersatzes. Die Einschaltung erfolgt dann wie bei dem führenden beschrieben. Sinkt die Belastung, so daß wieder ein Gleichrichter allein in der Lage ist, den Betrieb zu führen, so sprechen die Minimalstromrelais (24) an. Die Schaltung ist so getroffen, daß immer der zuletzt zugeschaltete Gleichrichter abgeschaltet wird. Der führende bleibt so lange in Betrieb, bis die Kontaktuhr das „Auskommando" gibt.

Der Zündumformer ist ein Motorgenerator von 0,3 kW Nennleistung bei 90 V, der seine Gleichstromerregung von 50 V durch eine kleine Sondermaschine erhält. Auch dieser Dreimaschinensatz wird dauernd von der Automatik beeinflußt; er wird in Gang gesetzt, wenn die Gleichstromlast unter 80 A gesunken ist. Die



Transformatoren sind mit Buchholzschutz und Bendmann-Ableiter ausgestattet und besitzen Ölausdehnungsgefäße. Das **Vakuum** soll normal 1,5 µ betragen.

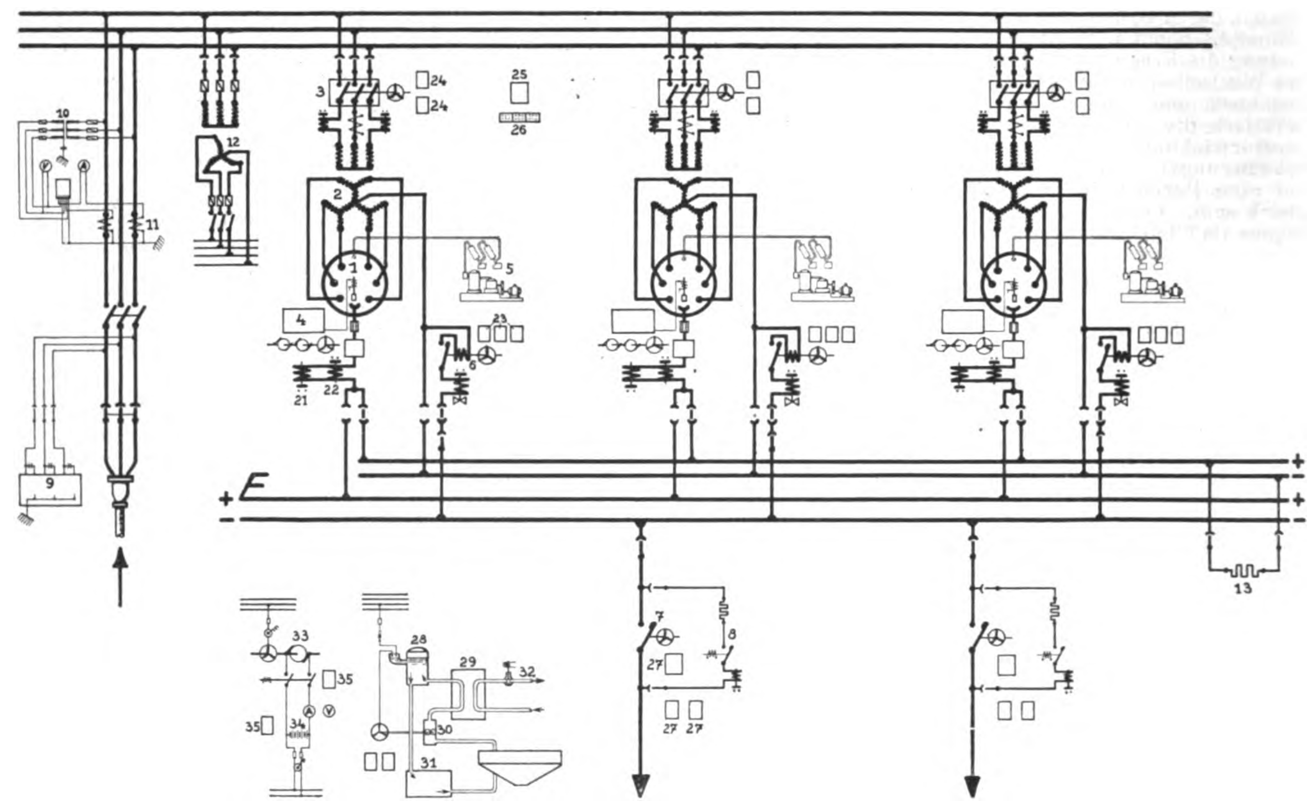


Abb. 2. Schaltbild der selbsttätigen Bahn-Gleichrichterstation.

Bei ungenügendem Vakuum fällt sofort eine der 18 Klappen der **Meldetafel**, die u. a. auch über Kühlwassermangel unterrichtet.

Im Gegensatz zur sonstigen Übung beim Bahnleitungsbetrieb hat man hier die Kathode, also den **Pluspol, geerdet**. Der Gleichrichter und seine Umgebung werden auf diese Weise spannungsfrei gegen Erde, wodurch sich eine Reihe von Erleichterungen in der Anordnung ergeben. Die bei den Führerständen der Fahrzeuge eingebauten Meßinstrumente erhalten wegen der verschiedenen Polarität der 600- und 1200 V-Oberleitungen Skalen mit doppelseitigem Ausschlag und Nullpunkt in der Mitte.

Treten an einem der in Betrieb befindlichen Gleichrichtersätze **Störungen** auf [Übertemperatur am Gleichrichter, Versagen der Strahlpumpe (5), Übertemperatur am Transformator, Rückstrom], so wird der Hauptsicherheitschalter des gestörten Gleichrichtersatzes betätigt und damit der Ölschalter ausgelöst und der Gleichrichtersatz außer Betrieb genommen. Tritt dieser Fall beim führenden ein, so wird gleichzeitig mit Auslösen des Hauptsicherheitschalters der Reservegleichrichtersatz zum führenden gemacht. Für etwa erforderlichen Übergang zum reinen Handbetrieb ist ein besonderer Umschalter vorgesehen.

Die Stationsbatterie (34) für den Hilfsbetrieb der Selbstschaltung wird durch einen kleinen Ladeumformer (33) dauernd geladen. Auch dieser Ladevorgang wird durch Relais (35) überwacht.

Für die Abführung der von den Gleichrichteranoden entwickelten Wärmemengen ist eine **Rückkühlanlage** vorgesehen. Sie besteht aus einem Gegenstromkühler (29), einem Hochbehälter (28), einem Sammelbehälter (31) und einer Zentrifugalpumpe (30). Die Anlage arbeitet derart, daß, sobald das Frischwasser im Hochbehälter

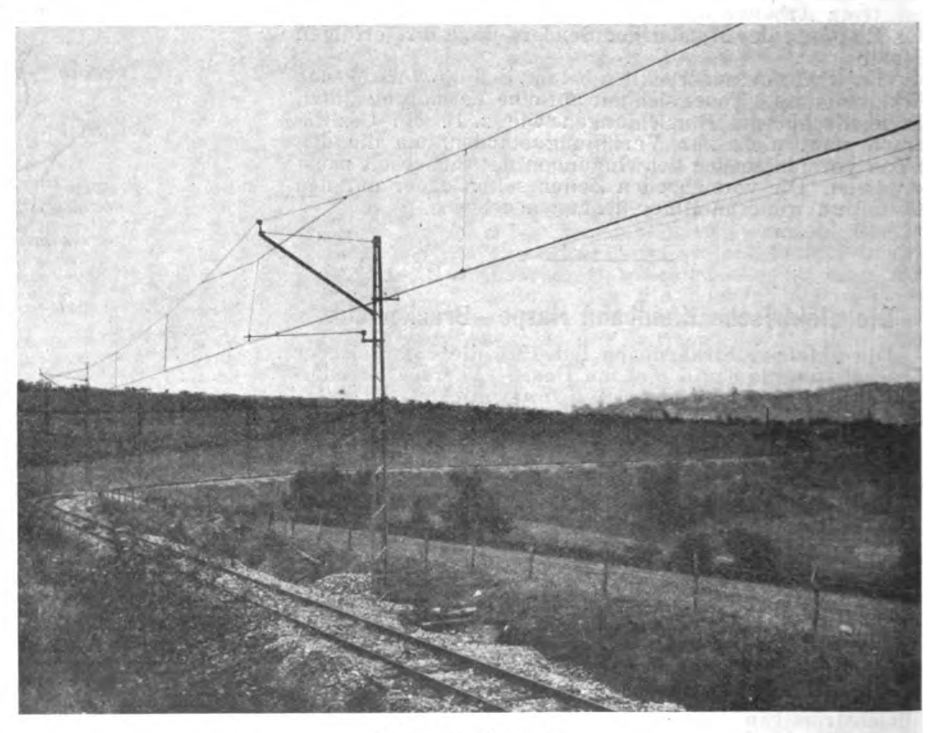


Abb. 3. 1200 V-Strecke.

um eine gewisse Höhe gesunken ist, die Zentrifugalpumpe eingeschaltet und gleichzeitig das Rohwasserventil (32) geöffnet wird. Die Pumpe drückt nun aus dem Sammelbehälter durch den Gegenstromkühler Wasser in den Hoch-

behälter. Ist dieser wieder gefüllt, so wird selbsttätig das Rohwasserventil geschlossen und die Pumpe stillgesetzt. Dieser Vorgang wiederholt sich je nach Belastung der Gleichrichter in größeren oder kleineren Abständen. Rohwasser ist jedoch erst bei höherer Last nötig, bei geringerer wird das Ventil für den Rohwassereintritt geschlossen.

Die Schienen wurden zwischen Haspe und Voerde gegen stärkere (Preußen 6 auf Holzschwellen mit Unterlagen und Hakenplatten, 33,4 kg/m) ausgewechselt. Sie wurden in der Geraden bis 90 m Länge, in Krümmungen bis 30 und 60 m Länge verschweißt, die Schweißfelder gegenseitig durch gewöhnlichen Laschenstoß miteinander verbunden. Die Mitten jedes Schweißfeldes wurden durch besondere Klemmen miteinander verankert, die ein Wandern der Schienen verhindern sollen. Das durchschnittlich stärkste Gefälle beträgt 25 ‰. Schweißungen in Gefällstrecken dürften erst in jüngster Zeit aufgekommen sein. Die Gleise wurden bis zum Schienenkopf mit Kleinschlag verfüllt.

auf 550 V von einer selbsttätigen Umschaltung Abstand genommen. Durch Betätigung eines Druckknopfes stellt der Führer die Schaltung für die 600 V-Strecke wieder her. Der Schaltapparat selbst befindet sich in der Mitte des Wagens unter dem Fußboden und ist nach Aufheben einer Klappe der Untersuchung leicht zugänglich. Jeder Triebwagen hat 24 Sitz- und 18 Stehplätze. Das leere Gewicht beträgt 15,4 t.

Für den Güterverkehr sind von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft gelieferte Lokomotiven (Abb. 4) von 35 t vorhanden, die eine Anhängelast von 150 t befördern können. Sie haben zwei Drehgestelle und sind mit vier Tatzenlagermotoren zu je 74 kW bestückt. Die Umschaltung beim Übergang von der 550 V- auf die 1200 V-Strecke erfolgt in ähnlicher Weise wie bei den Triebwagen. Außer einer mechanischen Bremse sind in jeder Lokomotive eine Luftdruck- und eine elektrische Schienenbremse vorhanden. Pneumatisch werden auch die Sandstreuvorrichtung und die Signalpfeifen betätigt.

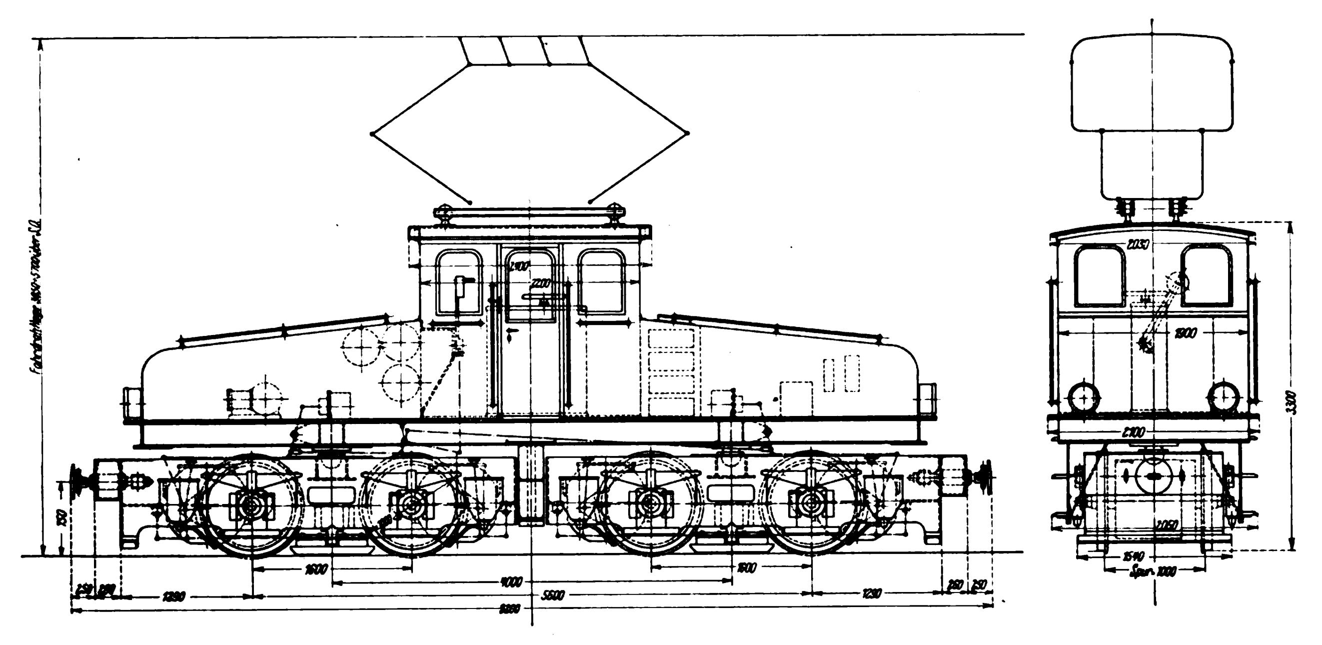


Abb. 4. Lokomotive für Güterverkehr.

Die Oberleitung des 550 V-Abschnittes wurde in gleicher Weise wie die der Hagener Straßenbahn ausgeführt. Als Fahrdraht wurde 2×80 mm² Rillendraht verwandt. Für die 1200 V-Strecke (Abb. 1 u. 3) vom Bahnhof Schützenhof bis Breckerfeld wählte man Kettenaufhängung. Den Strom führen zwei Fahrdrähte von je 80 mm², die an einem Bronzetragseil von 95 mm² aufgehängt sind. Außerdem ist eine Verstärkungsleitung von 95 mm² vorhanden. Nur an der krümmungsreichen Strecke bei Plessen begnügt man sich mit nur einem Leitungsdraht von 80 mm², der an Flachmasten mit Auslegern mittels Porzellanisolatoren aufgehängt ist. Eine Abzweigleitung querfeldein, kurz vor Plessen bis zur Breckerfelder Strecke, dient zur Vermeidung eines allzu großen Spannungsabfalls. Selbsttätige Nachspannungsvorrichtung durch Gewichte sorgt für gleichmäßigen Durchhang des Fahrdrahtes. Für die einzelnen Bahnhöfe hat man die Querseilaufhängung gewählt; dadurch war es möglich, die Maste auf den Bahnhöfen selbst zu vermeiden.

Die von den Siemens-Schuckertwerken gelieferten Triebwagen gleichen denen der Hagener Straßenbahn bis auf die elektrische Ausrüstung. Die Steuerung ist so eingerichtet, daß die Wagen auf der 550 V-Strecke in Serien-Parallelschaltung fahren können. Wegen der Gefährdung des elektrischen Teiles sind beim Übergang von der 550 V- auf die 1200 V-Strecke besondere Vorsichtsmaßregeln getroffen. Wenn der Wagen über die 8 m lange stromlose Strecke fährt, wird der Steuerkreis über einen Hüpfer unterbrochen und damit selbsttätig die Parallelstellung gesperrt. Der Führer muß wieder von neuem einschalten, kann aber, solange 1200 V in der Oberleitung vorhanden sind, nur in Serienschaltung fahren. Der Lichtstromkreis wird gleichzeitig mit umgeschaltet. Sollten Wagen gerade in dem 8 m-Stück stehen bleiben, so läßt sich ein Trennschalter einlegen, der die Strecke von der 1200 V-Quelle aus speist. Anderseits ist beim Übergang von 1200

Die Fahrgeschwindigkeit des Triebwagens beträgt 45 km/h auf ebener Strecke, 31 km/h bei 25 ‰ Steigung. Die zwischendurch verkehrenden Lokomotiv-Güterzüge können bei größter Steigung noch mit 20 km/h verkehren. Die normale Anfahrbeschleunigung für die Triebwagen beträgt 0,25 ... 0,4, die maximale 1 m/s², für die Lokomotive 0,1 ... 0,15 m/s², die Bremsverzögerung 0,5 m/s². Für beide Fahrzeugarten wird die Heizung elektrisch bewirkt. Für den Überlandverkehr haben die Triebwagen noch eine zusätzliche Beleuchtung durch zwei besondere Streckenscheinwerfer neben dem Richtungschild, die durch Widerstände abgeblendet werden können.

Tr.-Arb.

Fortschritte des Wasserkraftausbaus in Österreich[1].

Wie sehr das Wasserkraft- und Elektrizitätswirtschaftsamt (WEWA) bestrebt ist, die ihm zugänglichen, nicht immer leicht zu beschaffenden Daten zu vervollständigen, zeigt ein Vergleich der diesjährigen mit der vorjährigen Zahlentafel A, welche beide den Bestand der Großwasserkraftanlagen mit je mindestens 500 PS installierter Leistung am Schluß des Jahres 1918, also ungefähr zu Kriegsende angeben. In der neuen Zusammenstellung finden wir zahlreiche Berichtigungen bzw. Ergänzungen. So betrug damals in Kärnten nach den letzten Erhebungen die installierte Wasserkraftleistung der Anlagen 31 388 PS gegen 28 777 PS laut Statistik 1926, ihre Jahresmittelleistung 23 828 PS gegen 20 547 PS und ihr maximales Jahresarbeitsvermögen 138,3 (115,4) Mill. kWh ab Kraftwerk

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1077.



bei höchstem ausnützbaren Betriebswasser. In Niederösterreich, einschl. des Landes Wien, lauteten die entsprechenden Ziffern 38 107 (31 556) PS, 27 998 (21 758) PS bzw. 159 (120,6) Mill. kWh; in Oberösterreich 44 965 (42 347) PS, 33 940 (31 272) PS bzw. 191,6 (176,6) Mill. kWh; im Land Salzburg 46 947 (46 357) PS, 26 590 (26 230) PS bzw. 153,5 (152,3) Mill. kWh; in Steiermark 53 078 (41 996) PS, 42 148 (33 718) PS bzw. 240,3 (91,9) Mill. kWh; in Tirol 82 525 (79 300) PS, 52 620 (50 175) PS bzw. 304,3 (294,8) Mill. kWh und in Vorarlberg 24 650 (24 250) PS, 16 510 (16 200) PS bzw. 96 (94,2) Mill. kWh. Insgesamt waren es 140 Unternehmungen mit 321 660 (294 583) PS max. Turbinenleistung, 223 634 (199 900) PS Jahresmittelleistung und 1283 (1145,8) Mill. kWh max. Jahresarbeitsvermögen. Diese Unterschiede sind hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß in allen Ländern eine Anzahl Großindustrien, über die im vorigen Jahre noch keine Angaben vorlagen, nunmehr mit aufgenommen werden konnte.

Seitdem wurde der Ausbau der Wasserkraftanlagen in allen Ländern energisch betrieben, anfangs freilich nur dort, wo es der Initiative einzelner weitblickender Persönlichkeiten gelang, die großen Schwierigkeiten politischer und finanzieller Natur zu überwinden. Allmählich hat sich aber der Gedanke, ganz Österreich mit einem großen Netz elektrischer Leitungen zu überziehen, durchgesetzt. Wenn es auch noch mangels eines Gesetzes, das die Elektrisierung im ganzen Staate planmäßig regelt, an einem einheitlichen Programm fehlt, so gibt es doch in allen Ländern große Unternehmungen, die miteinander in Wechselbeziehungen stehen, ihre Erfahrungen gegenseitig austauschen, Stromlieferungs- bzw. Bezugsverträge abgeschlossen haben, und das Ziel, durch eine Bundessammelschiene einmal die Großkraftanlagen sämtlicher Länder zu verbinden und eine einheitlich verwaltete Energiewirtschaft in ganz Österreich durchzuführen, hat Aussicht, erreicht zu werden.

Was bisher auf diesem Gebiete in dem letzten Jahrzehnt geleistet wurde, darüber gibt uns die Statistik des WEWA[2] wichtige Aufschlüsse. Insgesamt wurden in den Jahren 1919 bis Ende 1927 33 Stromlieferungsunternehmen (bis Ende 1926 34)[3] mit 139 810 PS (89 745) Jahresmittelleistung und 286 001 PS (196 212) installierter Wasserkraftleistung bei einem maximalen Jahresarbeitsvermögen von 739,1 Mill. kWh (529,2) errichtet; ferner 43 (35) Eigenanlagen mit 32 545 (28 015) PS bzw. 49 936 (41 978) PS bzw. 186,2 (156,5) Mill. kWh. Die Zahl der Bahnkraftwerke (2 Anlagen von 6600 bzw. 32 000 PS und 37,8 Mill. kWh) ist gleichgeblieben. Insgesamt wurden also in dieser Periode aufgeführt 78 (+ 7) Unternehmungen mit 178 955 (+ 54 595) PS Jahresmittelleistung, 367 937 (+ 97 747) PS Turbinenleistung und 963,1 (+ 239,6) Mill. kWh höchstem jährlichen Arbeitsvermögen. Diese Zunahme ist hauptsächlich auf die Fertigstellung nachfolgender größerer Werke zurückzuführen: Kaning Werk A. G. bei Radenthein (2400 PS) in Kärnten; in Oberösterreich mehrere Papierfabriken, von denen die Lenzinger allein über 1000 PS Turbinenleistung verfügt; in Steiermark Pernegg an der Mur der Steirischen Wasserkraft und Elektrizitäts-A. G. (Steweag) mit 27 000 PS; in Tirol das Großkraftwerk Achensee der Tiroler Wasserkraftwerke A. G. (Tiwag), dessen erster Ausbau sich allein auf 54 700 PS Turbinenleistung mit 29 200 PS Jahresleistung beläuft.

Anfangs 1928 befanden sich noch 7 Großkraftwerke für Stromlieferung mit einer Jahresmittelleistung von 61 050 PS, einer Turbinenleistung von 316 400 PS und einem höchsten Jahresarbeitsvermögen von 356,7 Mill. kWh in Bau, ferner zwei Bahnkraftwerke, u. zw. das Mallnitzwerk, das bei einem Nutzgefälle von 320 m derzeit 20 000 PS Turbinenleistung, 8600 PS Jahresmittelleistung und 50 Mill. kWh max. Jahresarbeitsvermögen aufweist, und das Stubachwerk, das bei 522,3 m Nutzgefälle und 48 000 PS Turbinenleistung eine Jahresmittelleistung von 5900 PS bei 34 Mill. kWh Jahresarbeitsvermögen besitzt. Dazu kommen noch 6 Eigenanlagen von zusammen 28 760 bzw. 19 500 PS und 107,7 Mill. kWh Arbeitsvermögen. Die Ausnützung der österreichischen Großwasserkräfte umfaßt insgesamt 233 Unternehmungen mit 497 639 PS Jahresmittelleistung, 1,103 Mill. PS installierter Wasserkraftleistung und 2794,5 Mill. kWh. Wenn man bedenkt, daß all dies in Österreich während einer Periode geschaffen wurde, in der das vom Kriege zerrüttete, seiner Zufuhr und Absatzgebiete beraubte, von Wirtschaftskrisen erschütterte Land den denkbar härtesten Existenzkampf führen mußte, so wird man ihm Anerkennung und Berechtigung zu einem gewissen Stolz nicht versagen können.

Das WEWA hat auch ein nach Ländern geordnetes Verzeichnis sämtlicher Hochspannungsfernleitungen verfaßt, aus dem man entnehmen kann, von welchen Werken sie den Strom beziehen, welche Stromart und Spannung in ihnen herrscht, ferner ihre Baulänge, den Baubeginn und die Betriebseröffnung. In einer tabellarischen Übersicht sind sämtliche Linien zusammenfassend geordnet. Man sieht aus dieser, daß ihr Bestand Ende 1918 2712,16 km betrug und von 1919 bis Ende 1927 7526,46 km dazugekommen sind. Zu Beginn von 1928 befanden sich 62,86 km in Bau, so daß alle Bundesländer zusammen 10 301,48 km zählen. Ende 1926 waren es nur 7892,60 km, so daß der Zuwachs im Jahre 1927 2408,88 km, also rd. 30 % ausmachte. Der Hauptanteil fällt auf Niederösterreich und Wien (1918: 621,8, Ende 1927: 2492,02 km), Oberösterreich (835,28 bzw. 1660,10) und Steiermark (557,18 bzw. 1145,21). Sehr lehrreich sind die Angaben des WEWA über die Verwendungszwecke der industriellen Großwasserkraft-Eigenanlagen, aus denen hervorgeht, daß in allen untersuchten Betriebsgruppen Ende 1918 93 Unternehmungen mit einer Jahresmittelleistung von 110 439 PS, einer installierten Wasserkraftleistung von 164 276 PS und einem max. Jahresarbeitsvermögen von 635 Mill. kWh bestanden haben. Dazu kamen von 1918 bis 1927 43 Unternehmen mit 32 545 bzw. 49 936 PS und 186,2 Mill. kWh, während seit Anfang 1928 6 Unternehmungen mit 19 500 bzw. 28 760 PS und 107,7 Mill. kWh sich in Bau befinden. Insgesamt sind das 142 Unternehmungen mit 162 484 bzw. 242 972 PS und 928,9 Mill. kWh. Das Hauptkontingent stellen dazu die elektrochemischen Betriebe (11 Unternehmungen mit 42 528 bzw. 71 402 PS und 241,2 Mill. kWh) und die Sägewerke, Papier-, Pappen- und Holzstoffabriken (59 Unternehmungen mit 52 085 bzw. 75 163 PS und 296,7 Mill. kWh). Die ersteren liegen hauptsächlich in Salzburg und Tirol, die letzteren in Nieder- und Oberösterreich sowie Steiermark. Die Turbinenkraft der Berg- und Hütten- sowie der Maschinen- und Metallindustrie ist schon wesentlich geringer und ergibt zusammen 56 171 PS. Auch hier steht Steiermark mit 23 564 PS an der Spitze, dann folgt Kärnten mit 11 927 PS; alle anderen Länder bleiben unter 10 000 PS. In der Textilindustrie arbeiten 19 Unternehmungen mit 26 116 PS Maschinenleistung; fast die Hälfte (10 950) fällt auf Vorarlberg. Obwohl man, wie schon erwähnt, die Ergebnisse der Statistiken von 1927/28 besonders bei den Eigenanlagen nicht ohne weiteres vergleichen kann, scheint doch aus ihnen hervorzugehen, daß die Leistung bei den letzteren verhältnismäßig in rascherem Tempo steigt als die der Wasserkraftanlagen für Stromabgabe an fremde Konsumenten. Wenn das auch aus technischen wie finanziellen Gründen nicht verwunderlich ist, so bildet es doch einen Beweis dafür, daß die Industrie sich gegenüber dem Anschluß an die Großkraftwerke reserviert verhält und vorzieht, trotz der wesentlich kostspieligeren Investitionen ihre Unabhängigkeit zu wahren; anderseits ist es vom Standpunkt der Elektroindustrie und der Wasserbauunternehmungen geschäftlich von Bedeutung, zumal sich die Aufträge auf eine größere Anzahl von Lieferanten verteilen, während für die Herstellung der ganz großen Bauwerke, Maschinen, Transformatoren und Apparaturen nur einige wenige Firmen in Frage kommen. E. Honigmann.

[2] Sonderdruck aus „Die Wasserwirtschaft" 1928, Heft 4 u. 5.

[3] 1926 wurden nur Anlagen mit mindestens je 500 PS Turbinenleistung in die Zählung aufgenommen, 1927 aber alle Unternehmungen, deren Wasserkraftmaschinen zusammen mehr als 500 PS leisten.

Zusatzhandschuhe für Röntgenologen.

Die in der röntgenologischen Praxis bisher verwendeten 65 cm langen, schweren Schutz-Bleigummihandschuhe sind deswegen lästig, weil der Schweiß von den Händen und Unterarmen weder verdunsten kann noch sonstwie aufgesaugt wird. Diesem Übel kann man, wie uns F. Dohmann mitteilt, durch Unterziehen von Zwirnhandschuhen nach Dr. Friedrich abhelfen. Es sind dies die bekannten weißen Operationshandschuhe; darüber werden dann noch die Bleigummihandschuhe gezogen.



RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Kühlung gekapselter SSW-Motoren. — Für chemische und Bergwerksbetriebe, Betriebe mit Kohlen-Graphit- und Brikettstaub, Kalk-, Gipsmühlen usw. werden vollständig gekapselte Motoren benötigt. Die Hauptschwierigkeit in der Durchbildung derartiger Maschinen liegt in der möglichst wirksamen Abführung der Verlustwärme. Die Erfahrungen zeigen, daß man die Wärme tunlichst bereits an den Stellen abführen muß, an denen sie sich entwickelt. Die Konstruktion der Siemens-Schuckertwerke arbeitet mit zwei von einander vollkommen getrennten Luftströmen, die durch zwei auf der Motorachse angebrachte und gegeneinander durch eine Zwischenwand abgedichtete Lüfter in ständiger Bewegung gehalten werden (Abb. 1).

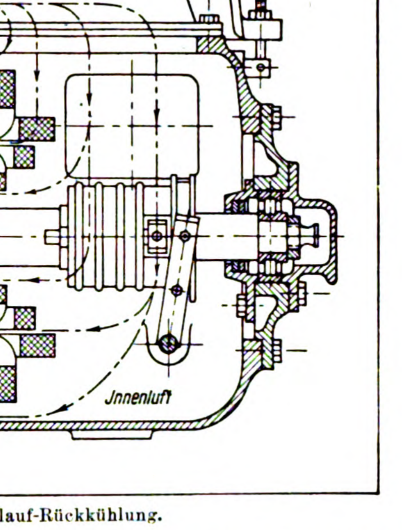


Abb. 1. Gekapselter SSW-Motor mit Umlauf-Rückkühlung.

Während die Innenluft am aktiven Eisen und an den Schleifringen vorbeistreicht, nimmt sie die Wärme auf, die dann in einem Kühler von der Außenluft abgeführt wird. Nachdem die vom Außenlüfter aus dem Betriebsraum entnommene Luft durch eine Gußkappe axiale Richtung erhalten hat, ist sie auf ihrem Wege durch den Kühler nur durch dessen sehr dünne Wände von der völlig abgeschlossenen, mit Wärme gesättigten Innenluft getrennt, nimmt die Wärme daher mit Leichtigkeit auf und führt sie in den Betriebsraum ab. Der Kühler liegt oben auf dem Motorgehäuse und ist durch eine Haube geschützt, welche nach Lösen weniger Schrauben abgehoben werden kann (Abb. 2), so daß ein Reinigen der Außentaschen des Kühlers leicht möglich ist. Die Außenluftwege sind so bemessen, daß sich darin Staub kaum fest-

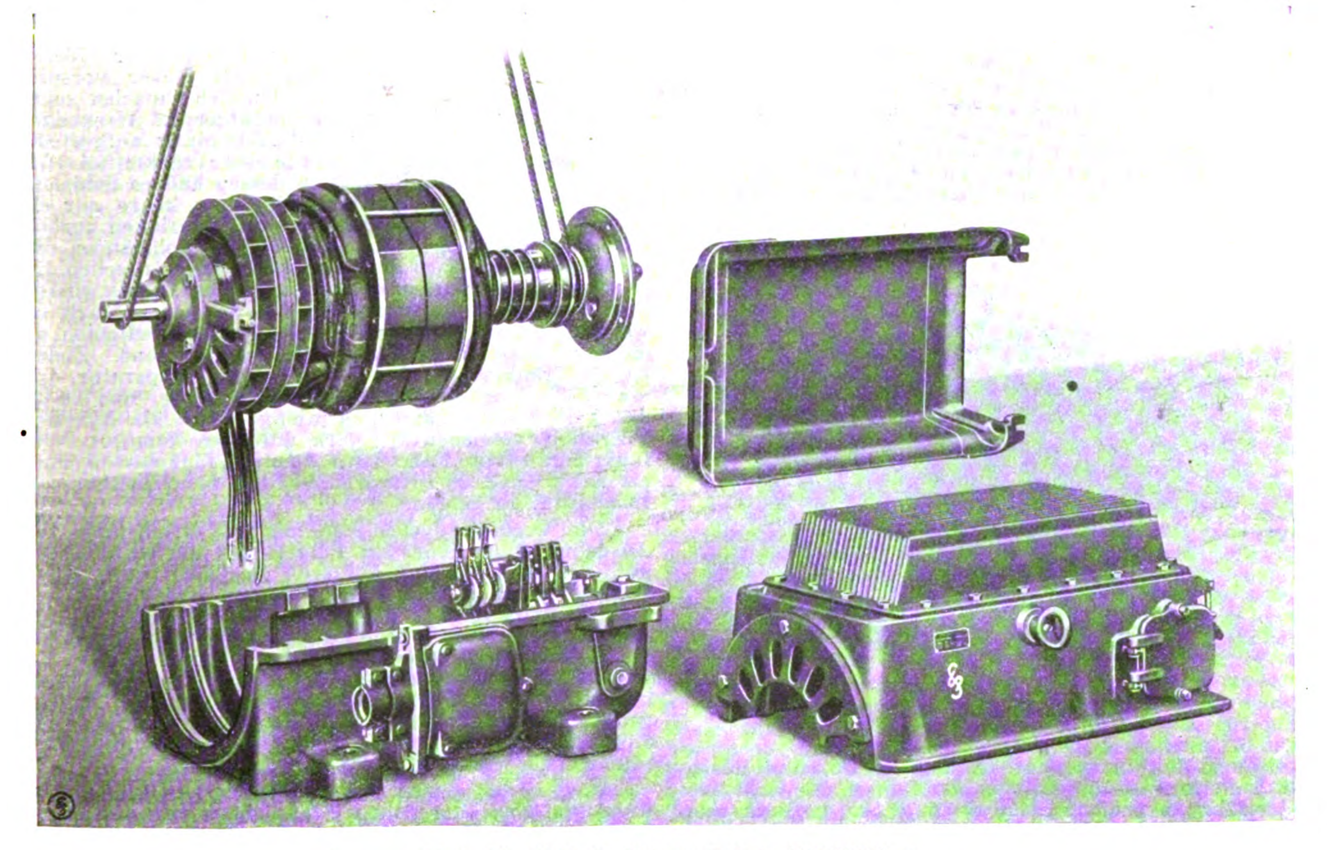


Abb. 2. Einzelteile des Motors mit Umlauf-Rückkühlung.



setzen kann. Das Motorgehäuse ist wagerecht geteilt, und die Dichtungstellen besitzen breite, sorgfältig zusammengepaßte Flächen, so daß Staub auch in feinst verteilter Form nicht in das Motorinnere gelangen kann. Die Motoren werden für Leistungen von 4...200 kW gebaut.

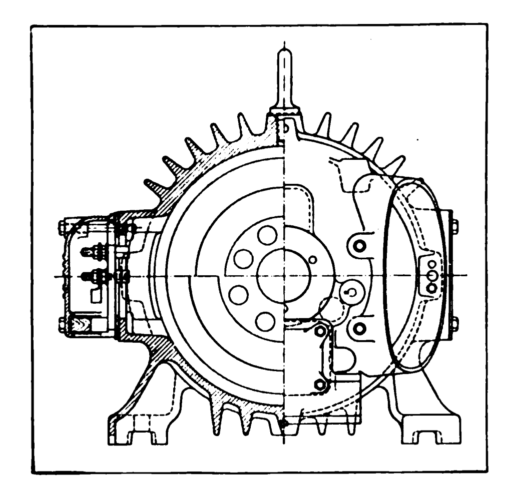


Abb. 3. Motor mit Mantelkühlung (Querschnitt).

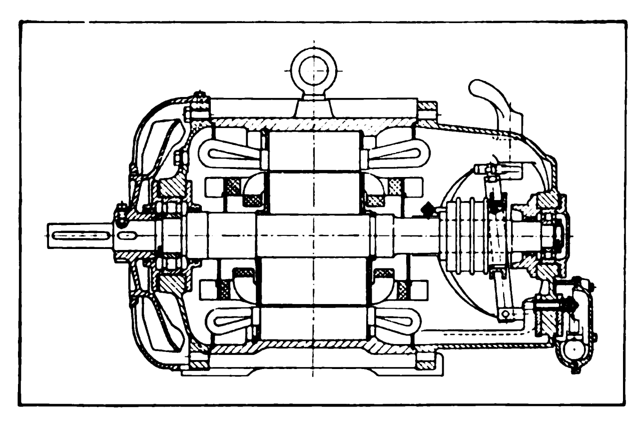


Abb. 4. Motor mit Mantelkühlung (Längsschnitt).

Für kleinere Leistungen von 5,5...30 kW wird neuerdings eine etwas einfachere Type mit Mantelkühlung (Abb. 3 u. 4) ausgeführt. Ein besonderer Kühler ist hier vermieden; anstatt dessen ist das Motorgehäuse zur Vergrößerung der kühlenden Oberfläche mit kräftigen Längsrippen versehen, über welche ein außerhalb des Motorinneren aufgesetzter Lüfter in axialer Richtung die Außenluft bläst. Der Luftstrom bespült allseitig die Rippen des Gehäuses und erfährt so gut wie keine Streuung, so daß sich eine besondere Abdeckung erübrigt. Verstopfungen, wie sie bei Doppelmantelmotoren mit einem besonderen Mantel über dem Gehäuse vorkommen, sind hier unmöglich, und der auf das Gehäuse fallende Staub wird durch den Luftstrom immer wieder weggeblasen. Durch die Verwendung einer Faßwicklung kann man das Ständerpaket an der Gehäusewandung anliegen lassen, so daß die Wärme unmittelbar von den Ständerblechen auf das Gehäuse übergeht. Die Luft des Motorinneren wird durch Zwingen am Läufer in Bewegung gesetzt und dadurch mit der kühlenden Oberfläche in innige Berührung gebracht. Während der Lüfter sich beim Schleifringläufer (Abb. 4) zwischen Lager und Riemenscheibe befindet, wird er beim Kurzschlußläufer (Abb. 5) auf der der Riemenscheibe entgegengesetzten Seite angebracht, um die Luft gegen die Antriebscheibe zu blasen. Diese Anordnung ist besonders für Spinnereien, chemische Betriebe u. dgl. empfehlenswert. *Ka.*

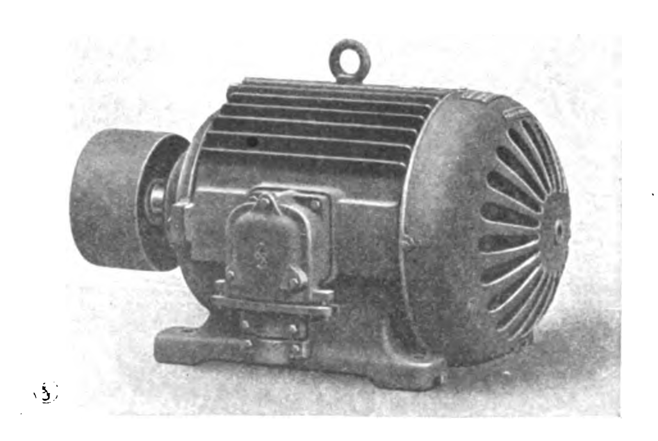


Abb. 5. Kurzschlußankermotor mit Mantelkühlung.

Ursache für das Warmwerden der Statorpreßplatten von Turbogeneratoren. — Bei einem großen Turbogenerator der Westinghouse-Gesellschaft wurde festgestellt, daß die Preßplatten des Stators dort besonders heiß wurden, wo zwei Phasen aneinanderstoßen. Diese den Praktikern lange bekannte Tatsache wird hier wohl zum ersten Male in der Literatur erwähnt. Die Erklärung des Verfassers ist die, daß bei der Phasenverschiedenheit der Streuflüsse ein Teil des Flusses radial durch die Zähne der Preßplatten sich schließen muß und dort durch Wirbelströme eine starke Erwärmung hervorruft. Der Weg dieses Streuflusses geht bei der dort beschriebenen Konstruktion teilweise auch durch die Schrumpfringe, die zum Festhalten der Spulenköpfe der Feldwicklung dienen, und es schien daher angezeigt, durch Vergrößerung des Abstandes zwischen den Fingern der Preßflansche und diesen Ringen den Fluß zu verringern.

Da keine Zeit war, langwierige Versuche anzustellen und man auch keine Fehlschläge haben wollte, wurde mittels der bekannten graphischen Methoden die Flußverteilung unter verschiedenen Annahmen für die Formen der Schrumpfringe und Preßfinger ermittelt; auf Grund dieser Überlegungen nahm man dann die Änderungen vor. Der Erfolg war, daß die Übertemperatur um etwa 43° zurückging. (Calvert, The Electric Journ. Bd. 24, S. 543.) *L. F.*

Leitungen.

Die Stabilität von Starkstrom-Erdkabeln im Betrieb. — M. Höchstädter und R. Barrat untersuchen auf analytischem Wege die thermischen Erscheinungen in papierisolierten Hochspannungskabeln, um die noch keineswegs geklärte Frage nach deren zulässiger Höchstbelastbarkeit auf anderem Wege, als bisher versucht wurde, zu beantworten. Sie wenden sich zunächst gegen folgende, zur Erklärung der schädigenden Wirkungen abwechselnder Erwärmung und Abkühlung aufgestellte Hypothese: Bei Belastung werde das Tränkmittel (Öl) durch die Poren des Papiers in dessen äußere Schichten gedrängt, bei nachfolgender Abkühlung kehre nur ein geringer Teil wieder in die inneren Papierlagen zurück, und es entständen dort demzufolge Hohlräume und Öldampfblasen. Nach den Verfassern widersprechen dieser Ansicht die Kurven des dielektrischen Verlustwinkels in Abhängigkeit von der Spannung bei einem stark erwärmten Kabel. Sie steigen bei Potentialgradienten an, die für Ionisationswirkungen viel zu klein sind. Zudem ist die Tränkmasse selbst bei 70° Leitertemperatur, d. h. etwa 35° unter Blei, zu wenig dünnflüssig, und es ist das kalandrierte Papier zu wenig porös, als daß jene Filtration nennenswert stark auftreten könnte. Sorgfältig hergestellte Kabel mit normaler Tränkmasse können bis auf 60 und 70° erwärmt werden, ohne Zeichen von Instabilität zu zeigen.

Die Verfasser geben nun folgende Erklärung: Die Ausdehnung der innersten Papierlagen übt einen Druck auf die benachbarten, kühleren Schichten aus; deren Fasern werden gespannt, das Volumen nimmt zu. Wird die Elastizitätsgrenze überschritten, so vermag bei Abkühlung der ursprüngliche Zustand nicht wiederzukehren, die Isolation ist beschädigt. Die Volumzunahme erweitert auch den Bleimantel, der seinerseits bei Abkühlung im Durchmesser nicht wieder zurückgeht und so Ionisierungshohlräume entstehen läßt. Metallisierte Kabel zeigen diesen letzteren Mangel nicht, da bei ihnen diese Hohlräume nicht elektrisch beansprucht werden.

Die nachfolgenden mathematischen Darlegungen, welche im einzelnen nicht wiedergegeben werden können, offenbaren die Zusammenhänge zwischen den Temperaturen des Leiters und des Mantels, den Kabelabmessungen

und den Volumänderungen infolge der thermischen Ausdehnung und gipfeln in der Ungleichung

$$\sqrt{1+\frac{\Delta V}{V}}-1 \leq \beta,$$

worin V das Isolationsvolumen, ΔV dessen Zunahme und β die elastische Dehnbarkeit des getränkten Papiers bedeuten. Es sei für ein 60 kV-Einleiterkabel von 150 mm² Leiterquerschnitt in C. G. S.-Einheiten der Innenradius 0,8, der Radius unter Blei 2,3, $\beta = 0,01$, α der gemeinsame Ausdehnungskoeffizient von Papier und Tränkmasse und $k = 1,75 \cdot 10^{-3}$ die thermische Leitfähigkeit beider zusammen. Dann berechnen sich für ein Luftkabel bei 300 A Belastungstrom die Temperaturdifferenz zwischen Leiter und Mantel zu 11°, das Kupfer- und Isolationsvolumen zu 16,6 und die relative Volumzunahme zu 0,00765. Für ein entsprechendes Erdkabel (thermischer Widerstand des Bodens $R_s = 60$) erhält man:

J Amp.	relative Volumzunahme	Temperaturdifferenzen zwischen		
		Erde und Blei	Leiter u. Blei	Erde u. Leiter
100	0,000 55	0.7	1,03	1.73
300	0,005 35	6,75	10,9	17.65
500	0,015 9	20	32,4	52,4
700	0,033	41.4	67	108,4

Bei $J = 500$ A beträgt also die Volumzunahme etwa 2 %, entsprechend einer Faserstreckung von 1 %, d. h. bis zur Elastizitätsgrenze. Ein derartiges Kabel dürfte somit nicht höher als mit 500 A belastet werden, zumal das Papierband schon vom Aufspinnen unter einer gewissen Zugspannung steht. Bei 15° Ausgangstemperatur nimmt der Leiter etwa 67° an, was auch experimentell bestätigt wurde, und zwar an metallisierten Kabeln, auf die allein sich auch die Berechnungen beziehen.

Die Versuchsergebnisse bestätigen die theoretischen Überlegungen und zeigen, daß bei abwechselnder Erwärmung und Abkühlung des Kabels die relative Volumzunahme einen schleifenförmigen Anstieg durchläuft, und daß dadurch bei Normalkabeln ein Hohlraum zwischen Isolation und Bleimantel entsteht. Entsprechend wächst der cos φ mit jeder Erwärmungsphase, z. B. bei einem 60 kV-Einleiterkabel wie folgt:

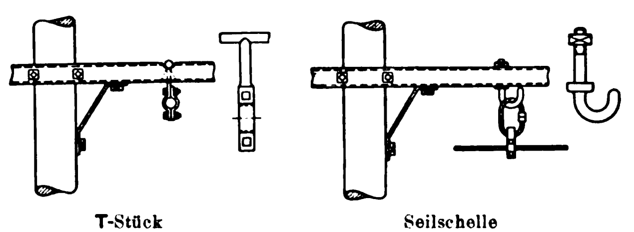
kV	cos φ		
	am Anfang	nach dem 1. Erhitzen des *Cu* auf 49°.	nach dem 2. Erhitz. auf 47°.
10	0,0074	0,0072	0,0077
25	0,0076	0,0120	0,014
40	0,0096	0,0143	0,016

Im Gegensatz hierzu behielt ein Dreifachkabel mit Metallisierung (3 × 100 mm², 60 kV, 12 mm Isol.) bei Spannungen von 10 ... 50 kV vor und nach der Erwärmung auf 50° den konstanten Wert cos φ = 0,0042 bei.

Es empfiehlt sich also, bei den heutigen Kabeln stets Metallisierung vorzusehen und mit der Leiterübertemperatur nicht über 45° (bei 15° Außentemperatur) hinauszugehen; diese Angabe bezieht sich auf gelegentliche Überlastungen, denn die übliche Dauerübertemperatur liegt nur etwa halb so hoch. (M. Höchstädter u. R. Barrat, Rev. Gén. de l'El. Bd. 22, S. 1175.) *Eg.*

Korrosion an Luftkabel-Bleimänteln. — Die meisten Luftkabelstörungen sind auf Korrosionsschäden zurückzuführen. Der einprozentige Zinnzusatz hat nicht den gehofften Erfolg gezeitigt, der Zerfall des Bleimantels an den Festpunkten besteht weiterhin. Andere Versuche, die Korrosion an Bleimänteln aufzuhalten, sind ebenfalls ohne Erfolg gewesen. Es muß angestrebt werden, die Festpunkte, da an diesen die Fehler beobachtet werden, zu beseitigen oder wenigstens auf ein Mindestmaß einzuschränken, was durch entsprechende Aufhängung erreicht werden kann. Die Beseitigung ist nur bedingt möglich, weil die Luftkabel nicht immer in gerader Linie verlaufen. Bei der jetzigen Anbringung der Kabel sind am Anfang und Ende sowie an jeder Stange die Schwingungen des Kabels begrenzende tote Punkte vorhanden. Wenn nun die Seilschellen nicht fest am Querträger, sondern durch entsprechende Vorrichtungen beweglich angebracht werden, kann das Kabel auf der ganzen Länge frei schwingen. Die interkristalline Korrosionsgefahr ist behoben bzw. auf ein Mindestmaß herabgesetzt. Ob es besser ist, die Seilschellen durch starke Ösen oder Schlingen aus Tragseil oder durch T-Stücke zu halten, muß sich durch Versuche ergeben. Bei Verwendung von Ösen oder Schlingen ist die Beweglichkeit größer als bei Benutzung von T-Eisen. T-Eisen und Seilschelle wären zweckmäßig aus einem Stück herzustellen. Das T-Stück wird mit dem wagerechten Teil im Querträger beweglich gelagert.

Die Befestigung der Ösen oder Schlingen aus Tragseil kann unter Benutzung der bisher im Luftkabelbau gebräuchlichen Hakenschrauben erfolgen. Aus Abb. 6 ist die



T-Stück Seilschelle
zur beweglichen Aufhängung von Tragseil für Luftkabel

Abb. 6.

Aufhängung des Tragseils ersichtlich; der Haken ist der Deutlichkeit halber stark vergrößert. Bei Verwendung der T-Stücke wird eine kleine Änderung am Querträger erforderlich. Die Stützenlöcher sind trapezförmig zu erweitern, wobei das Auflager des T-Stückes eine Änderung erhalten muß. Döring.

Beleuchtung.

Objektive Messung der Lichtverteilung von Lampen. — Während die Lichtverteilung von Lampen im Prüffeld bisher mit visuellen Methoden gemessen wurde, hat E. Spiller diese Verteilung mit Thermoelement und Galvanometer objektiv aufgenommen. Dies wurde ermöglicht durch Benutzung des Vakuumthermoelements von Moll und Burger in Verbindung mit einem Schleifengalvanometer. Das erwähnte Thermoelement ist aus mit Silber gelötetem Konstantan- und Manganinblech hergestellt, das an der Lötstelle auf 1 μ Dicke ausgewalzt ist. Ein Streifen von 0,05 ... 0,1 mm Breite bildet ein einzelnes Element, das wegen der geringen Masse die kleine Einstelldauer von 2 ... 3 s besitzt. Es befindet sich in einem Vakuumgefäß, das von einem doppelten Kupfermantel umgeben ist, und ist dadurch von der Außentemperatur unabhängig. Das Licht der Lampe wurde durch ein Linsensystem auf das Thermoelement konzentriert. Es erwies sich als notwendig, das Licht durch eine 1 cm dicke Schicht von gesättigter Eisensulfatlösung zu filtern, um das ultrarote Licht zu absorbieren, weil bei dieser Strahlung die Reflexe an der Glaswand anders gelagert sind. Bei großem Ausschlag zeigten sich starke Nullpunktschwankungen, hervorgerufen durch die labile Lage der Schleife. Es wurde daher der größte Teil des Ausschlags durch eine angelegte Hilfspannung kompensiert. Während bei visueller Einstellung die einzelnen Werte um 1 % schwankten, ergab die objektive Ablesung Schwankungen von höchstens 0,1 %. Der Unterschied von visueller und objektiver Messung betrug höchstens 1 %. (E. Spiller, Z. Techn. Phys. Bd. 8, S. 15.) *Br.*

Meßgeräte.

Druckmessung in Vakuumglühlampen mittels Außenelektrode. — H. Alterthum und H. Ewest haben bei Anwendung der von Selenyi angegebenen Methode zur Vakuumbestimmung in einer zugeschmolzenen Vakuumlampe gefunden, daß bereits ohne Anwendung eines Detektors ein Gleichstrom von der Lampe zum Außenbelag fließt, der sich dadurch erklärt, daß die von ihnen untersuchten Osramlampen Glasglocken aus bleifreiem Glas mit hohem Natriumgehalt und daher großer Leitfähigkeit besaßen, während Selenyi Glasglocken aus Bleiglas und geringer Leitfähigkeit benutzte. Bei Lampen mit solchen besser leitenden Glasglocken ist dann die Vakuumbestimmung auch bei Anwendung von Gleichstrom durchführbar. Die Verfasser haben die Außenbelegung der Glühlampe durch eine Versilberung erhalten, die dann verkupfert und vernickelt wurde. Bei Verbindung der Außenelektrode mit dem positiven Pol geht dann von dem Glühdraht ein Elektronenstrom durch das Glas zur Außenelektrode, während bei Verbindung der Außenelektrode mit dem negativen Pol der Strom von den Ionen getragen wird, die durch den Stoß der Elektronen mit den Gasmolekülen entstehen. Je größer der Gasdruck in der Röhre, desto größer ist der Ionenstrom im Vergleich zum Elektronenstrom, so daß wie beim Ionisationsmanometer das Verhältnis von Ionenstrom und

Elektronenstrom ein Maß für den Druck in der Lampe und damit für deren Güte angibt. Die Verfasser haben die Brauchbarkeit der Methode beim Klarbrennen von Vakuumlampen nachgewiesen. (H. Alterthum u. H. Ewest, Z. Techn. Phys. Bd. 8, S. 407.) *Br.*

Elektrodynamometer mit fast gleichmäßig geteilter Skala. — Dr.-Ing Bubert hat eine neuartige Spulenform für elektrodynamische Strom- und Spannungsmesser entwickelt, mit der sich der Bereich der proportionalen Skalenteilung, der mit den bisherigen Mitteln bis etwa ⅙ des Endwertes ging, bis zu $^1/_{10}$ und ein weniges darunter erstreckt. Er ist denselben Weg gegangen, den man auch schon bei Dreheiseninstrumenten eingeschlagen hat, er hat an Stelle eines festen Spulensystems deren zwei verwendet, entsprechend einem festen Radialeisen und einem festen Tangentialeisen beim Rundspulinstrument. Abb. 7 zeigt die Prinzipform. Es wird neben der Hauptspule *a* mit etwa 50 % der gesamten Amperewindungszahl eine eigentümlich geformte Hilfspule *b* verwendet, die eine dem Lauf der beweglichen Spule angepaßte Rotationsfläche bildet. Der Teil *c* mit einem kleinen Teil der Amperewindungen bildete eigentlich die dritte Spulengruppe. Der angestrebte Zweck wird erreicht, die Skala ist sehr gleichförmig, wie es mit anderen Mitteln bei den Elektrodynamometern der Firma Hartmann & Braun erreicht wurde, die erstmalig ziemlich unbequem (aber noch einfacher als die vorliegende Konstruktion) nach Bruger gebaut wurden, jetzt aber die Skala allein durch passende Bemessung der Abstände und Spulen erzielt haben. Als Daten dieses, von der „Norma", Wien, übernommenen Instrumentes werden genannt:

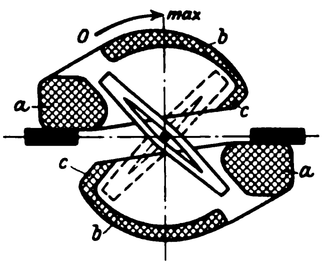


Abb. 7. Spulenanordnung des Elektrodynamometers nach Bubert.

Drehmoment	$D = 0{,}110$ gcm
Gewicht des beweglichen Organs	$Q = 2{,}45$ g
feste Amperewindungen	172
bewegliche Amperewindungen	15

Der Gütefaktor nach Keinath berechnet sich zu $\gamma = \frac{10\,D}{Q^{1,5}} = 0{,}286$ als nicht gerade gut, aber noch zulässig. Die weiteren Ausführungen des Verfassers beziehen sich auf Drehmoment und Einstellsicherheit an den einzelnen Skalenpunkten, und es wird gezeigt, daß diese Werte günstig sind.

Der Verfasser und die herstellende Firma haben sich sicher viel Mühe gegeben, dieses eigentümliche Instrument durchzubilden. Nach Meinung des Berichterstatters, nachfolgend begründet, ist die Mühe aber umsonst aufgewandt; denn es ist kaum ein Bedürfnis vorhanden für ein Präzisionsinstrument mit proportionaler Skala. Eine solche ist nur zweckmäßig bei nicht umschaltbaren Instrumenten, z. B. Strommessern in Schaltanlagen, wo man sowohl sehr kleine Belastungen als auch Überlastungen messen will. Hier ist Umschaltung praktisch überhaupt nicht möglich. Ein anderes Anwendungsbeispiel sind die Nullspannungsmesser zum Synchronisieren, auch schließlich Voltmeter an Experimentieranlagen, die an sich schon kompliziert genug sind, und bei denen alle vermeidbaren Umschaltungen wegfallen sollen.

Ganz anders liegen aber die Dinge beim Präzisionsinstrument, das man der universellen Verwendbarkeit und der Ablesegenauigkeit wegen immer umschaltbar macht und machen muß. Hier heißt die Frage: Wie erziele ich mit einer gegebenen Skalenlänge (z. B. 140 mm) möglichst hohe Genauigkeit? Hätten wir vollkommen proportionale Skala, so würde bei einem 100 V-Instrument 1 V 1,4 mm entsprechen. Würden wir aber die Teilung der 140 mm langen Skala zum größten Teil auf die zweite Hälfte des Meßbereiches legen, also 0 ... 50 V unterdrücken oder ganz eng drängen, so erhalten wir für 1 V eine Teilstrichentfernung von 2,8 mm: Zeichenfehler und Reibungsfehler treten also nur zur Hälfte in Erscheinung. Unterhalb 50 V schaltet man eben auf den tieferen Meßbereich um. Der Temperaturfehler wird durch die Skalengestaltung nicht berührt. Auch wenn man die Umschaltung 1 : 3 macht, hat die proportionale Skala keinen Sinn, die in der bisherigen Praxis mit einfachen stabilen Spulenformen, die auch starker Überlast ohne Formänderung standhalten, erzielten Skalen, die bis 20 % oder 30 % herabgehen, sind vollkommen ausreichend und zweckmäßiger.

Für den Präzisions-Leistungsmesser gilt eigentlich das gleiche. Nachdem man aber bei ihm ohne Zwang eine proportionale Skala erreicht und bei kleinem cos φ ohne Umschaltung der Stromspulen arbeiten muß, so wird sie mit Recht allgemein verwendet. Die logarithmische Skala ist zu verwerfen, weil sie die Meßgenauigkeit auf Kosten der hohen Leistungswerte bei den praktisch weniger bedeutenden kleinen Ausschlägen erhöht. (Bubert, El. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 370.) *Kth.*

Heizung. Öfen.

Öfen mit Öl-, Gas- und elektrischer Heizung. — Der Unterschied im Wirkungsgrad zwischen einem gasgefeuerten Ofen und einem elektrisch geheizten Ofen wird durch die Wärmemenge dargestellt, die mit den Verbrennungsprodukten aus der Arbeitskammer abzieht. Hierbei ist die Voraussetzung gemacht, daß immer das richtige Verhältnis von Brennstoff und Luft durch den Brenner in den Ofen geht, und daß die höchste Energie des Brennstoffes ausgenutzt wird ohne Luftüberschuß oder Luftmangel und ohne Brennstoffverlust aus Anlaß einer unrichtigen Brennstoffmischung im Ofen. Diese Mischung muß in den Ofen als ein vollkommen explosives Gemisch eintreten.

Der Unterschied im Wirkungsgrad des elektrisch geheizten Ofens und des Gasofens, die dieselbe Arbeit verrichten, mit derselben Mauerstärke versehen sind, dieselben Türöffnungen haben, wird durch die Wärmemenge dargestellt, die aus dem Ofen in den Abgasen entweicht. Wenn dieselben mit Raumtemperatur entweichen, so ist der Wirkungsgrad des Gasofens und des elektrischen Ofens derselbe. Steigt aber die Temperatur der Abgase höher, so hat der elektrische Ofen einen höheren Wirkungsgrad. Aus diesem Grunde liegt die günstigste Anwendung von elektrisch geheizten Öfen bei sehr hohen Temperaturen. Ein Vergleich der Betriebskosten sollte daher eher beim Schmelzen von Stahl als für Öfen zum Anlassen bei niedrigen Temperaturen stattfinden.

Da Elektrizität keine Abfallprodukte bei der Verbrennung entwickelt, hat sich ein falscher Begriff über den Einfluß der elektrischen Wärme auf die Oberfläche des Werkstückes herausgebildet. Wenn das Werkstück in den elektrischen Ofen gelegt wird, gelangt es in die normale Atmosphäre des Raumes, die 20 % freien Sauerstoff enthält. Es ist nicht möglich, den Ofen ohne freien Sauerstoff zu betreiben, wenn nicht besondere Mittel zur Entfernung desselben angewendet werden. Daher arbeitet jeder elektrisch geheizte Ofen hoch oxydierend. Im Gegensatz hierzu können die gasgefeuerten Verbrennungserzeugnisse wenig oder keinen Sauerstoff enthalten, dafür aber einen Überschuß von Kohlenoxyd, der reduzierend wirkt. Der Gebrauch von besonderen Mitteln zur Verhinderung der Entkohlung ist der einzige Weg, für den Elektrizität zum Heizen von gewissen Öfen zur Warmbehandlung verwendet werden kann.

Bei der Herstellung von Stahl für tiefe Stanzarbeiten muß das Material vor dem Stanzen normalisiert werden. Dieses Normalisieren ersetzt das Glühen in Kästen. Bei diesem Verfahren muß der Temperaturabfall im Ofen endgültig festgesetzt werden. Das Blech, welches durch den Ofen geht, muß durch eine reduzierende Atmosphäre gehen, damit sich keine Oxydschicht bildet. Der erste Ofen für diese Zwecke hatte eine Ölfeuerung, während heute alle Öfen zum Normalisieren mit Gas geheizt werden, nachdem sich auch elektrisch geheizte Öfen als ungeeignet erwiesen haben.

Wird das Erzeugnis nicht von der Atmosphäre, in der es erwärmt wird, angegriffen, so hängt die Wahl, welche Art Feuerung benutzt wird, von der Ofenkonstruktion ab, die für Öl-, Gas- oder elektrische Feuerung am geeignetsten ist. Bei der Einsatzhärtung, für die ein kontinuierlicher Ofen verwendet werden kann, spielen die Brennstoffkosten und der Wirkungsgrad des Ofen eine große Rolle. Die besten Betriebsergebnisse sind:

Ölfeuerung	18 kg/l Material
Elektrizität	6,3 kg/kWh „
Gasfeuerung	16 kg/m³ „

In der Eisen- und Stahlindustrie verschwinden handgefeuerte Öfen immer mehr. Hochofen- und Koksofengas werden für Martinöfen und Wärmöfen verwendet oder ein Gemisch dieser beiden Gase, welches einen Wärmewert von 2670 cal/m³ hat. Ein solches Gas läßt sich vorteilhaft für Tieföfen, kontinuierliche Öfen zum Anwärmen von Brammen, Blöcken und Knüppeln verwenden. Generatorgas und Öl wurden früher allgemein für Martinöfen be-

nutzt. Man geht aber allmählich dazu über, Generatorgas durch Koksofengas zu ersetzen, wo letzteres zur Verfügung steht.

Die größte Umwälzung findet z. Zt. in Blechwalzwerken durch Einführung der kontinuierlichen Walzwerke statt, die sich zur Herstellung von Blechen als sehr geeignet erwiesen haben. Damit im Zusammenhang verschwinden auch allmählich die Platinen- und Blechwärmöfen, um kontinuierlichen Öfen Platz zu machen, die natürlich mit Gas geheizt werden müssen.

Zum Ausglühen von Draht, was bisher in Glühkästen ausgeführt wurde, bevorzugt man jetzt offenes Glühen in kontinuierlichen Öfen, was 5 min beansprucht, während dieselbe Menge früher 18...24 h zum Glühen benötigte. Zum Heizen dieser Öfen eignet sich nur Gas, weil sich hierbei die Atmosphäre am besten kontrollieren läßt. Auch zum Patentieren von Draht eignet sich nach Ansicht des Verfassers Gas als Brennstoff am besten.

Zur allgemeinen Warmbehandlung, die das Glühen, die Einsatzhärtung, das Härten und Anlassen umfaßt, hat die selbsttätige kontinuierliche Einrichtung große Fortschritte gemacht. Es wird behauptet, daß vom Standpunkt der Temperaturkontrolle Gas und elektrische Heizung gleich gute Ergebnisse zeigen, so daß die Wahl zwischen diesen beiden Heizungsarten von örtlichen Verhältnissen abhängt. Die Entwicklung der Elektroöfen für diese Art Arbeit ist aber sehr weit fortgeschritten und hat dazu beigetragen, daß Elektroöfen für obige Zwecke eine weite Verbreitung gefunden haben, besonders weil sich die Temperatur selbsttätig leicht regeln läßt. (F. W. Manker, The Iron Age Bd. 120, S. 789 u. 844). *Ill.*

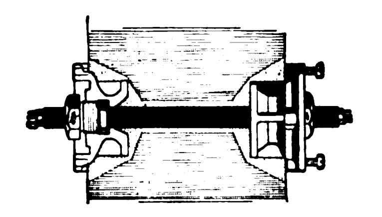
Installation.

Guro-Rapid-Leitungen. — Es mehren sich in letzter Zeit die Anzeichen dafür, daß mit den auf den Markt gebrachten kabelähnlichen Leitungen zur Installation elektrischer Licht- und Kraftanlagen ein Material gefunden ist, das infolge seiner Betriebsicherheit und Dauerhaftigkeit und seiner bequemen Montage dazu ausersehen ist, die Verwendung von Stahlpanzerrohr mit seinen mannigfachen Nachteilen in Zukunft auszuschließen. Hierzu gehört das von der Firma Paul Jordan, Berlin-Steglitz, vor zwei Jahren unter der Bezeichnung „Guro" auf den Markt gebrachte Material.



Abb. 8. Guro-Leitung: Type GRAGO-Rapid, $2 \times 1{,}5$ mm² mit Beidraht.

Wetter- und säurebeständige Rohrdrähte des Systems Guro sind Leitungen, die eine Bildung von Kondenswasser ausschließen; sie stellen im Aufbau (Abb. 8) eine mit einem gefalzten Metallmantel versehene Gummischlauchleitung dar, bei welcher dieser Metallmantel zum Schutz gegen jede Beeinflussung durch Feuchtigkeit noch einen vollkommen dicht abschließenden Gummimantel besitzt. Erst darüber erhalten die Guro-Leitungen eine imprägnierte Decklage, die sie nochmals gegen Feuchtigkeit sowie insbesondere gegen die schädlichen Einwirkungen chemischer Gase widerstandsfähig macht. Durch das neuerdings angewandte gesetzlich geschützte „Rapid-Verfahren" (D.R.P.) wird noch erreicht, daß Guro-Leitungen leicht von Hand gebogen und gestreckt werden können. Der Installateur benötigt also bei der Verlegung keine Biegezange und keinen Geraderichter, wodurch an Montagekosten gespart wird; außerdem ist er in der Lage, gefällige Installationen zu schaffen, da die Leitungen infolge ihrer guten Eigenschaften sich den Formen der Wände oder Decken anpassen, daneben einen schnurgeraden Linienverlauf ermöglichen und somit den Anforderungen der Ästhetik in weitestem Maße gerecht werden. Neben diesen günstigen Eigenschaften haben Guro-Rapidleitungen gegenüber den allgemein als Stallkabel bezeichneten Bleikabeln noch den Vorzug, daß sie im Gegensatz zu diesen einen mechanisch festen Metallmantel besitzen und daher den seitens vieler Elektrizitätswerke gestellten Anforderungen an kabelähnliche Leitungen auch in dieser Hinsicht entsprechen. Sie ermöglichen eine saubere und korrekte Installation, da ein Durchhängen der Leitungen infolge der federnden Elastizität des Materials nicht möglich ist. Auch dies ist im Hinblick auf die Bleikabel von großer Wichtigkeit für den Installateur. Von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit bei der Verlegung der Guro-Rapidleitungen ist es, ein einwandfreies Zubehör zu verwenden, bei dem die Gewißheit besteht, daß es in allen Teilen konstruktiv und qualitativ den Erfordernissen einer unter den bekannten erschwerenden Bedingungen arbeitenden Anlage angepaßt ist. Nach diesen Richtlinien hat die oben genannte Firma ein sogenanntes Guro-Spezialzubehör durchgebildet, wovon in Abb. 9 und 10 einige Teile dargestellt sind.



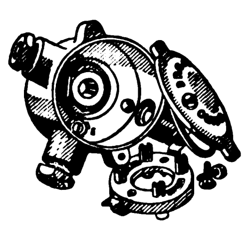


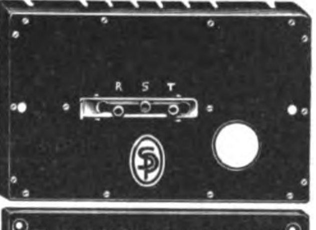
Abb. 9. Schema einer mit Guro-Rapidleitung herzustellenden Wanddurchführung mit universeller Abzweig- und Anschlußmöglichkeit.



Abb. 10. Guro-Preßpanzer-Universalabzweigdose mit Schraubbuchse aus Isoliermaterial zur Verhütung der Erdschlußgefahr.

Die Leitungen werden in der Praxis bereits erfolgreich verwandt, namentlich zur Installation in Ställen, Wasch- und Futterküchen, Baderäumen, Molkereien, Bergwerken, chemischen Fabriken, Brauereien, Garagen, Akkumulatorenräumen usw. Die von der Bayerischen Landesgewerbeanstalt, Nürnberg, bezüglich Isolationswert, Wetter-, Säure- und Ammoniakbeständigkeit angestellten Untersuchungen sind günstig ausgefallen. *fi.*

Prüfklemme für Hochspannungszähler mit angebauter Prüfeinrichtung für den Spannungskreis. — Bisher wurden für Hochspannungszähler nur normale Prüfklemmen verwendet, die zum Teil unpraktisch und kostspielig waren. Eine Klemme mit selbsttätiger Verriegelung zeigt Abb. 11. Der obere Teil der Abbildung stellt die Abschlußkappe dar. Der Vorteil bei der Verwendung dieser Klemme liegt darin, daß außer der Zählerprüfung (ohne jegliche Hilfsapparaturen) die ordnungsmäßige Spannungszufuhr vom Meßtransformator zum Zähler überwacht wird. Bekanntlich mußte bisher zu diesem Zwecke, wenn auf der Sekundärseite diese Prüfung vorgenommen werden sollte, der Klemmendeckel der Zähler entfernt werden und mit Voltmeter oder Prüflampen die Ordnungsmäßigkeit des Spannungskreises festgestellt werden. Dieses Verfahren aber ist äußerst zeitraubend und wird daher seitens der beauftragten Person oft unterlassen oder aber, wenn sie ausgeführt wurde, war es nicht immer möglich, die Zähler wieder zu plombieren, weil die Plombenzange nicht zur Hand war, wenn nicht gar die Prüfung dadurch unterbleiben mußte, weil auf dem Transportwege die Prüflampe einen Defekt erhielt. Durch die ausbleibende Kontrolle war es möglich, daß die Werke einen mehr als 30prozentigen Schaden erlitten, wenn eine Meßwandlersicherung defekt war.



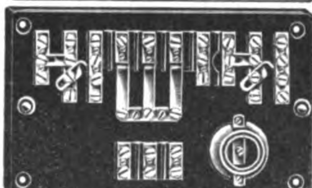


Abb. 11. Prüfeinrichtung für den Spannungskreis von Hochspannungszählern.

Bei Verwendung der neuen „Espe-Klemme" ist diese Prüfung ohne weiteres möglich, und zwar, wie schon erwähnt, ohne jegliche Hilfsmittel. Vollständig ungeschultes Personal kann die Prüfung der Hochspannungsicherung gelegentlich des Ablesens des Zählers vornehmen. Der betreffende Kontrolleur hat nur nötig, drei auf dem Oberteil der Prüfkappe befindliche Knöpfe zwangläufig herunterzudrücken. Sofern die Anlage vollkommen in Ordnung ist, wird eine Lampe, die sich auf der Prüfklemmenkappe befindet, zum Aufleuchten gebracht. Von den drei Druckknöpfen sind immer zwei selbsttätig verriegelt, so daß ein

Kurzschluß bei der Prüfung unmöglich ist, anderseits kann die Phasenbezeichnung der zu prüfenden Leitung abgelesen werden, in der die Sicherung defekt ist.

Die neue Klemme, die von dem „Espe-Werk", Strelow & Prunzel G. m. b. H., Potsdam, hergestellt wird, dürfte also ein willkommenes Hilfsmittel zur Überwachung von Hochspannungszählern sein. *fi.*

Bergbau und Hütte.

Wirkung von Silizium auf die Koerzitivkraft von Wolfram-Magnetstahl. — Magnetstähle der folgenden Zusammensetzung wurden geglüht, und es zeigte sich, daß der Verlust an Koerzitivkraft am schnellsten bei 950 ... 1000 ° eintrat, und daß dieser Verlust der Trennung von Karbid aus der festen Lösung zuzuschreiben ist, das physikalische Eigenschaften ähnlich derjenigen von Wolframkarbid hat.

Bezeichnung	*C* %	*Si* %	*Mn* %	*S* %	*P* %	*W* %	*Cr* %	*Ni* %
G	0,85	0,14	0,18	0,021	0,017	5,62	0,54	—
B	0,76	0,14	0,18	0,023	0,018	5,48	0,53	—
23	0,69	0,12	0,04	0,015	0,023	5,36	0,41	—
20	0,78	0,13	0,06	0,015	0,023	5,51	0,44	—
25	0,74	0,13	0,07	0,018	0,021	5,53	0,43	—
VA	0,74	0,25	0,09	0,027	0,022	6,25	0,60	—
VS 1	0,80	0,51	0,33	0,025	0,020	6,98	0,54	—
VS 2	0,83	1,05	0,34	0,025	0,020	6,85	0,72	0,02
W 2	0,60	0,16	0,27	0,044	0,023	5,91	0,09	—
W 3	0,64	0,18	0,34	0,061	0,022	6,06	0,10	—
MV	0,67	0,12	0,31	—	—	6,97	0,03	—
Ma	0,59	0,09	0,30	—	—	6,21	0,05	0,01

Stähle von verschiedenem Kohlenstoff- und niedrigem Chromgehalt, W2, W3, MV und MA wurden 24 h bei 1000 ° geglüht und geprüft. Mit Ausnahme von *MA* enthielten sie alle eine beträchtliche Menge Karbid, so daß es bewiesen ist, daß weniger als 1,0 % *Cr* einen verhältnismäßig geringen Einfluß auf die Bildung von Karbid hat.

Im Laufe der Untersuchungen entdeckte man, daß der Stahl *VA* bei längerem Glühen kein Wolframkarbid entwickelte, was dem höheren Gehalt an *Si* zugeschrieben wurde. Daß eine verzögerte Absonderung und nicht die Abwesenheit von Wolframkarbid hierzu die Veranlassung gab, wurde durch magnetische Versuche festgestellt, die einen Verlust von Koerzitivkraft anläßlich des Glühens ergaben, wie aus untenstehender Zusammenstellung ersichtlich ist.

Die Versuche V8 und V9 wurden an einem zweiten gewalzten Stab von demselben Knüppel gemacht. Dieser Knüppel war anscheinend länger im Ofen als der erste Stab geblieben, da die Koerzitivkraft dieser Stäbe etwas niedriger als diejenige der Stäbe V1, V2 und V3 liegt. Alle Versuchstäbe hatten einen Durchmesser von 0,375" und waren 203,2 mm lang und aus einem ¾"-Rundstab gedreht.

Versuch Nr.	Warmbehandlung	B_{rem}	H_c	BH_{max}
V1	*Von 775° in Wasser abgeschreckt	11 100	66,5	300 000
V2	*Von 790° in Wasser abgeschreckt	11 000	63,5	338 000
V3	*Von 805° in Wasser abgeschreckt	10 900	65,5	345 000
V4	Von 915° in Öl abgeschreckt	9 950	75,0	336 000
V5	Von 930° in Öl abgeschreckt	9 950	72,0	326 000
V6	Von 945° in Öl abgeschreckt	9 800	71,0	319 000
V7	Auf 1250° 3 min erwärmt, luftgekühlt, bei 750° normalisiert und von 785° im Wasser abgeschreckt	10 900	74,5	340 000
V8	Von 785° in Wasser abgeschreckt	11 200	62,5	361 000
V9	*Von 785° in Wasser abgeschreckt	11 200	61,5	360 000
V11	*5 h auf 1020° erwärmt, bei 750 normalisiert, von 785° in Wasser abgeschreckt	11 200	54,0	315 000
V14	*5 h auf 1080° erwärmt, bei 750° normalisiert, von 785° in Wasser abgeschreckt	11 200	57,5	345 000
V13	*5 h bei 1130° erwärmt, bei 750° normalisiert, von 785° in Wasser abgeschreckt	11 150	65,5	380 000
V15	*5 h auf 1180° erwärmt, bei 750° normalisiert, von 785° in Wasser abgeschreckt	11 200	67,5	378 000

* Der Stab war nach dem Härten abgeschliffen. V 2 und V 9 bekamen Längsrisse.

Durch das Glühen während 5 h bei 1020 und 1080 ° wurde die Koerzitivkraft von 62 auf 54 bzw. 57,5 verringert, während dieselbe Behandlung bei 1130 bzw. 1180 ° eine Zunahme von 65,5 bzw. 67 brachte. Es geht hieraus klar hervor, daß ein *Si*-Gehalt von 0,25 % die Bildung von Wolframkarbid nicht verhindert, sondern seine Absonderung nur beträchtlich verzögert.

Die höchste Koerzitivkraft, die dieser Stahl beim Abschrecken in Wasser erhält, wird durch eine vorläufige Warmbehandlung bei hoher Temperatur erreicht, aber es scheint, daß diese Behandlung nicht die höchsten Werte für BH_{max} ergibt. Die Behandlung bei hoher Temperatur gewährt ein Mittel, das freie Wolframkarbid wieder aufzulösen und wieder zu vereinigen. Eine gleiche oder selbst höhere Koerzitivkraft kann durch Ablöschen in Öl erhalten werden, aber die Remanenz ist im allgemeinen 1000 Einheiten niedriger mit einem entsprechend niedrigeren BH_{max}-Wert.

Sodann wurden die Stähle *VS1* und *VS2* mit 0,51 bzw. 1,05 % *Si* geprüft und es zeigte sich, daß bei 1,0 % *Si* die Koerzitivkraft beim Glühen auf ungefähr die Hälfte verringert wird, aber das wird durch geringere andere magnetische Eigenschaften ausgeglichen. Es ergibt sich also aus diesen Versuchen, daß Magnetstahl der normalen Zusammensetzung von ungefähr 6,0 % *W*, nicht mehr als 0,74 % *C* und 0 ... 0,6 % *Cr* folgende Eigenschaften hat:

1. Es ist bewiesen, daß Wolfram-Magnetstahl mit dem gewöhnlichen *Si*-Gehalt von 0,13 % oder weniger durch Glühen über den *Ac*-Punkt durch die allmähliche Bildung von feinem Wolframkarbid minderwertig wird. Das letztere ist höchstens nur leicht in Austenit löslich bei gewöhnlichen Härtetemperaturen, so daß der Stahl einen Teil seines verfügbaren Kohlenstoff- und Wolframgehalts verliert.

2. Das gebildete Wolframkarbid trennt sich bedeutend bei längerem Glühen, und ungefähr 20 h bei 980 ... 1000 ° sind erforderlich, um geometrisch geformte Kristalle von annähernd mikroskopischer Größe zu bilden.

3. Ein Siliziumgehalt von rd. 0,25 % und darüber verzögert in hohem Maße die Karbidabsonderung, verhindert aber nicht seine Bildung, da trotzdem ein Verlust an Koerzitivkraft beim Glühen eintritt.

4. Silizium bis zu 0,50 % hat keine schädliche Wirkung auf die magnetischen Eigenschaften, sondern wahrscheinlich einen leicht verbessernden Einfluß.

5. Für dieselbe Koerzitivkraft, die ein Stahl mit 0,5 % *Si* behält, ergibt ein *Si*-Gehalt von 1,0 % eine geringere Remanenz von ungefähr 1000 Einheiten. (The Iron and Coal Trades Rev. Bd. 116, S. 656.) *Ill.*

Fernmeldetechnik.

Österreichisches Fernkabelnetz. — Die österreichische Strecke des Kabels Wien—Prag ist betriebsbereit und die tschechische Strecke ebenfalls so weit gediehen, daß vermutlich noch im August der Verkehr aufgenommen werden kann. Vor kurzem ist die Linie nach Badgastein dem Betrieb übergeben und damit eine direkte Verbindung dieses Weltkurortes mit Wien, Innsbruck, München und Zürich ermöglicht worden. Die Semmeringlinie ist bis Gloggnitz fertiggestellt, vermutlich wird das Kabel Wien—Graz noch vor Ablauf des Jahres betrieben werden können; dann ist das vorliegende österreichische Fernkabelprogramm erledigt. Leider konnten die dieses Jahr vorgesehenen Anschlüsse nach Jugoslawien und Italien noch nicht durchgeführt werden, da trotz wiederholter Offertausschreibungen in diesen Ländern die Arbeiten noch nicht aufgenommen werden konnten. Der internationale Fernsprechanschluß Österreichs an Deutschland, Ungarn und die Schweiz weist eine außerordentliche Rentabilität auf und hat der Postverwaltung bedeutende Mehrbeträge eingebracht, aber auch den österreichischen Geschäftsverkehr mit den Weststaaten merklich belebt. Übrigens schreiten die Vorarbeiten für die Vollautomatisierung des Wiener Fernsprechnetzes so rasch vorwärts, daß im Spätherbst die ersten Anschlüsse bereits betrieben werden können. *Hgn.*

Eine neue Methode zur experimentellen Aufnahme der Richtkennlinie einer Antenne. — Die Richtkennlinie einer Antenne hat man meist dadurch bestimmt, daß man die Richtantenne mit einer Empfangseinrichtung ausstattete und sie mit einem nicht gerichteten Sender umfuhr, oder indem man sie mit einem Sender ausrüstete und mit einem nicht gerichteten Empfänger umfuhr. Diese Methoden setzen voraus, daß man die Empfangsintensität zahlenmäßig bestimmen kann, und daß die Ausbreitungsverhältnisse nach allen Richtungen die gleichen sind. Von diesen beiden Fehlermöglichkeiten ist die neue Methode frei. Sie benutzt das Rückstrahlfeld, welches die Antenne bei der



Erregung durch einen fernen Sender bildet, in folgender Weise: Die zu untersuchende Antenne wird von einem Sender umfahren; in der Nähe der Richtantenne ist ein Peiler aufgestellt, der den Sender peilt; die beobachtete Richtung weicht dann von der wirklichen ab, weil die benachbarte Richtantenne durch ihr Rückstrahlfeld eine Fehlweisung verursacht. Die rechnerische Ermittlung der Richtkennlinie aus den beobachteten Winkeln wird durchgeführt und ergibt eine handliche Formel. (F. A. Fischer, Jahrb. drahtl. Telegr. Bd. 31, S. 121.) *Kb.*

Hochspannungstechnik.

Die Wirkungsweise von Überspannungschutzvorrichtungen nach Untersuchungen mit dem Kathodenoszillographen. — Die neuerdings entwickelte Bauart des Kathodenoszillographen[1] gestattet, den Ansprechvorgang von Überspannungschutzvorrichtungen in allen Einzelheiten aufzunehmen, auf diese Weise die genaue Wirkungsweise der Schutzvorrichtungen kennenzulernen, ihre Verwendbarkeit als Überspannungschutz unter den verschiedenartigen Betriebsbedingungen zu prüfen sowie gegebenenfalls die Verbesserungs- und Entwicklungsmöglichkeiten der einzelnen Schutzarten festzustellen. Eine derartige Untersuchung ist auf Veranlassung von Prof. W. Rogowski im Aachener Elektrotechnischen Institut von E. Flegler durchgeführt worden.

Als Prüfanlage wurde die bereits früher beschriebene[2] Wanderwellenanlage benutzt. Als Überspannungswellen fanden hauptsächlich zwei Schaltwellenformen Verwendung: die Rechteckschwingung und die Sprungwelle, die als die Grundformen der im praktischen Betrieb vorkommenden Überspannungswellen gelten können und eine sehr scharfe Beanspruchung darstellen. Untersucht wurden die hauptsächlichsten zur Zeit auf dem Markt befindlichen Überspannungschutzvorrichtungen.

Der gebräuchlichste Schutz gegenüber Spannungsüberhöhungen, der Widerstandsableiter, besitzt, besonders bei geringen Überspannungen und unbelichteter Funkenstrecke, auch bei homogenem Feld zwischen den Elektroden eine gewisse Funkenverzögerung, die mit steigender Überspannung sehr rasch absinkt. Sie wird deshalb bei richtig eingestellter Ansprechspannung des Ableiters im allgemeinen genügend kleiner sein, als die Durchschlagverzögerung der zu schützenden Anlage. Eine vielleicht unangenehmere Begleiterscheinung der Funkenverzögerung ist der beim Ansprechen des Ableiters auftretende Spannungsprung. Abb. 12 zeigt den

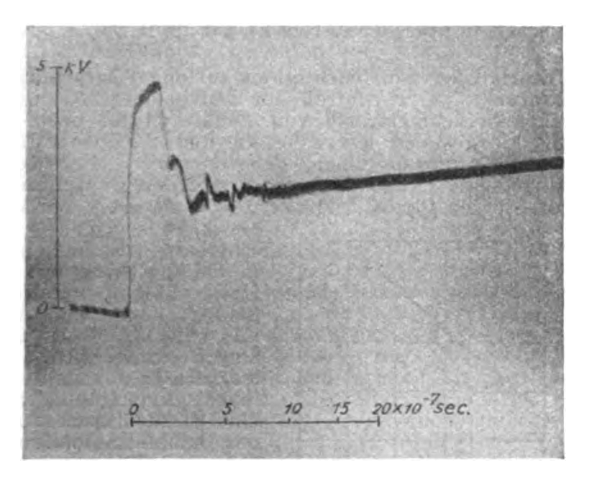


Abb. 12. Widerstandableiter mit Dämpfungswiderstand gleich Wellenwiderstand am Ende einer Doppelleitung angeschlossen. Spannungsverlauf bei Sprungwellenbeanspruchung mit geringer Überspannung.

Spannungsverlauf an einem am Ende der Versuchsdoppelleitung angeschlossenen Widerstandableiter bei Beanspruchung mit einer Sprungwelle von 2,5 kV Höhe. Infolge der Funkenverzögerung springt die Spannung zunächst auf die doppelte Wellenspannung, um beim Ansprechen des Ableiters mit nicht viel geringerer Steilheit auf die dem Dämpfungswiderstand entsprechende Restspannung abzusinken. Dieser scharfe Spannungsprung, der sich auch bei der Beanspruchung des Ableiters mit flachstirnigen Wellen in praktisch gleicher Weise ausbildet, kann den Schutzwert des Widerstandableiters außerordentlich beeinträchtigen, da unmittelbar an der zu schützenden Anlage sehr steilstirnige Entladewellen und Ausschwingvorgänge entstehen.

Die hauptsächlich aus Gründen der sicheren Beherrschung des nachfolgenden Betriebstromes verhältnismäßig hoch gewählten Dämpfungswiderstände in der Ableiterbahn verhindern im allgemeinen bei den üblichen Metallwiderständen eine genügende Spannungsabsenkung. Man hat deshalb verschiedentlich vorgeschlagen, als Dämpfungstrecke spannungsabhängige Widerstände zu benutzen. Die Untersuchung an einer Reihe derartiger Widerstände hat jedoch ergeben, daß sie bei starker Streuung eine im Durchschnitt verhältnismäßig geringe Spannungsabhängigkeit haben. Aus Sicherheitsgründen wird man, solange man nicht jeden einzelnen Widerstandstab auf seine Spannungsabhängigkeit untersuchen will, nur mit einer unter dem Durchschnitt liegenden Abhängigkeit rechnen. Bedenkt man außerdem noch, daß die Widerstände aus Halbleiterstoff infolge ihrer Temperaturabhängigkeit noch viel weniger als Metallwiderstände eine kräftige Belastung vertragen, so scheinen derartige Widerstände zurzeit keine wesentlichen Vorteile gegenüber Metallwiderständen zu bieten.

Gegenüber den Widerstandableitern besitzen die sog. Ventilableiter den großen Vorteil der sicheren und von der Höhe der Überspannung unabhängigen Spannungsbegrenzung. Die eingehende Untersuchung des Blitzventils (Auto-valve Arrester) hat ergeben, daß dieser Ableiter die Ventilwirkung auch bei Sprungwellenbeanspruchung in einer ganz ausgesprochenen Form zeigt. Besonders günstig arbeitet die Parallelschaltung Blitzventil-Kondensator. Diese Schutzanordnung läßt, wie die in Abb. 13 wiedergegebenen Oszillogramme zeigen, stets nur

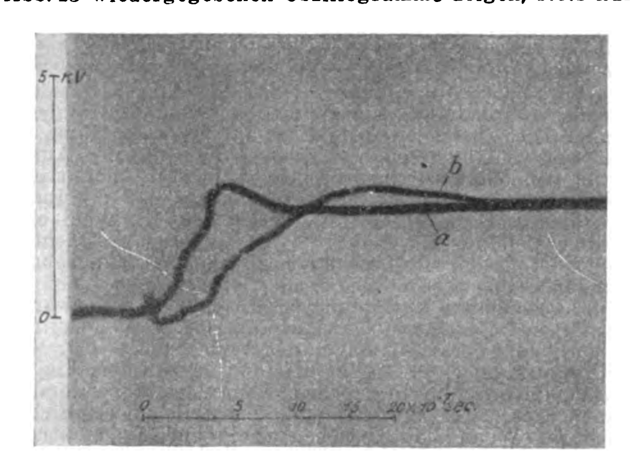


Abb. 13. Spannungsverlauf am dreizelligen Blitzventil mit parallel geschaltetem Kondensator von 0,001 (*a*) bzw. 0,005 μF (*b*) Kapazität bei Sprungwellenbeanspruchung.

flachstirnige, spannungsbegrenzte Wellen an sich vorüberziehen. Bei ihrem Ansprechen können weder steilstirnige Entladewellen (Sprungwellen) noch Ausschwingvorgänge entstehen. Die günstige Arbeitsweise des Blitzventils wirkt sich wegen seiner zu hohen Ansprechspannung in Starkstromanlagen mit dem heute üblichen Sicherheitsgrad nicht aus und wird durch Verwendung von Vorfunkenstrecken stark beeinträchtigt.

Spulen und Kondensatoren gelten heute hauptsächlich als Schutzvorrichtungen zur Abflachung von Wellenstirnen. Die mit dem Kathodenoszillographen aus dem Spannungsverlauf ermittelte wirksame Induktivität bzw. Kapazität stimmt im allgemeinen gut mit den angegebenen bzw. aus niederfrequenten Beanspruchungen errechneten Werten überein. Lediglich bei Hartpapierkondensatoren zeigt sich bei Sprungwellenbeanspruchung anfänglich eine etwas geringere wirksame Kapazität. Die Verwendung von Widerständen setzt bei Spulen und Kondensatoren stets die abflachende Wirkung herab. Abb. 14 zeigt den Spannungsverlauf an einer Kondensatorschutzvorrichtung, bei der der vorgeschaltete Widerstand gerade die Höhe des Wellenwiderstandes der Leitung erreicht, an deren Ende die Anordnung angeschlossen ist. Wird eine derartige Anordnung mit Sprungwellen beansprucht, so ergibt sich an der zu schützenden Leitung vor der Einwirkung der Kapazität auf die Welle noch ein durch den Widerstand verursachter Spannungsprung, der in dem gezeigten Beispiel die Höhe der Sprungwelle erreicht. Von einer Abflachung kann hier schon kaum mehr gesprochen werden.

[1] Rogowski-Flegler-Tamm, Arch. El. Bd. 18, S. 519.
[2] Rogowski u. Flegler, Arch. El. Bd. 14, S. 529; Bd. 15, S. 297; Rogowski-Flegler-Tamm, Arch. El. Bd. 18, S. 479.

Bei Schutzspulen benutzt man Überbrückungswiderstände hauptsächlich zur Unterdrückung der bekannten Transformator-Eingangschwingungen. Wegen ihres geringen Raumbedarfes scheinen hierzu Widerstände aus Halbleiterstoff besonders geeignet. Sie wirken jedoch ungünstig, wenn sie eine starke Spannungsabhängigkeit besitzen. Je nach dem gewählten Widerstandswert lassen sie dann entweder bei hoher Wellenspannung eine zu starke Teilwelle durch oder aber sie unterdrücken bei geringer Wellenspannung nicht die Eingangschwingung. Vidmar[1] versucht die Schwierigkeiten der Spulenüberbrückung in Verfolgung eines Vorschlages von Böhm[2]

Abb. 14. Spannungsverlauf am Schutzkondensator (0,0015 μF) mit eingebautem Vorwiderstand ($R = Z$) bei Sprungwellenbeanspruchung.

durch Verwendung einer Spule mit Eisenkern zu beseitigen. Die Vidmarspule hat zur Voraussetzung, daß das verwendete Eisen bereits in Zeiten, die der Ausbildung von Wellenstirnen entspricht, in volle magnetische Wirksamkeit tritt. Es zeigt sich jedoch, daß die Induktivität von Eisenspulen mit lamelliertem Kern bei einer Beanspruchungszeit von $10^{-7} \ldots 10^{-8}$ s nur unbeträchtlich höher ist als die von Luftspulen gleicher Windungsabmessungen. Eine wesentliche Änderung ist auch nicht von einer besonderen Ausbildung des Eisenkerns zu erwarten. Damit entfallen die zur Abflachung steiler Wellenstirnen wichtigsten Voraussetzungen der Vidmarspule. Für Freileitungsanlagen gibt es übrigens ein verhältnismäßig einfaches Mittel, die durch den Überbrückungswiderstand einer Schutzspule durchtretende Teilwelle unschädlich zu machen. Wenn man zwischen Spule und Transformator ein Kabelstück zwischenschaltet, wird die Teilwelle auf einen Bruchteil ihres ursprünglichen Wertes herabgedrückt und am Transformator ein schroffer Spannungsanstieg vermieden.

Bendmannspule und Glimmschutz stellen eine Abart der Schutzspule bzw. des Schutzkondensators dar. Ihre wirksame Induktivität bzw. Kapazität liegt um Größenordnungen unter den sonst üblichen Werten. Die Beeinflussung der Stirn von Sprungwellen ist entsprechend geringer. Soweit bei der Glimmwirkung eine merkliche Energievernichtung stattfindet, erhöht diese nicht, wie häufig angenommen wird, die Schutzwirkung gegen steile Stirnen, sie vermindert vielmehr wie jeder Widerstand bei Spulen und Kondensatoren durch den auftretenden Spannungsprung die abflachende Wirkung. Es ist möglich, daß Bendmannspule und Glimmschutz eine größere Schutzmöglichkeit gegenüber hochfrequenten Schwingungen besitzen. Diese Frage läßt sich jedoch nur im Zusammenhang mit Spulenuntersuchungen klären.

Für die Wirkungsweise von Schutzapparaten ist auch die Art ihres Einbaues in die zu schützende Anlage von ausschlaggebender Bedeutung. Die etwa notwendigen Zuleitungen wirken in ihrer doppelten Länge als Ansprechverzögerung, die besonders bei Funkenstreckenableitern sehr nachteilig wirken kann. Während die bei diesen Ableitern außerdem noch vorhandene Funkenverzögerung, wie bereits erwähnt, mit steigender Überspannung stark absinkt, ist die Ansprechverzögerung infolge der Zuleitung unabhängig von der Höhe der Überspannung. Die Zuleitung fällt also um so stärker ins Gewicht, je höher die Überspannung ist, und sie kann leicht die Schutzvorrichtung vollkommen wirkungslos machen. Auch bei Kondensatoren macht sich die Länge der Zuleitung bemerkbar. Abb. 15 zeigt den Spannungsverlauf an einem Schutzkondensator bei Beanspruchung mit Sprungwellen. Trotzdem die Zuleitungslänge hier einschließlich der Eigenlänge des Kondensators noch keine zwei Meter betragen hat, ergibt sich bei der hohen Steilheit der verwendeten Sprungwelle bereits eine merkliche Spannungspitze vor Beginn der Schutzwirkung. Möglichst starke Verkürzung der Zuleitungen ist deshalb dringend geboten, auch wenn dabei mit Rücksicht auf die übrige Schaltanlage mehrere Umbiegungen in Kauf genommen werden müssen. Derartige Knicke in der Zuleitung können die Schutz-

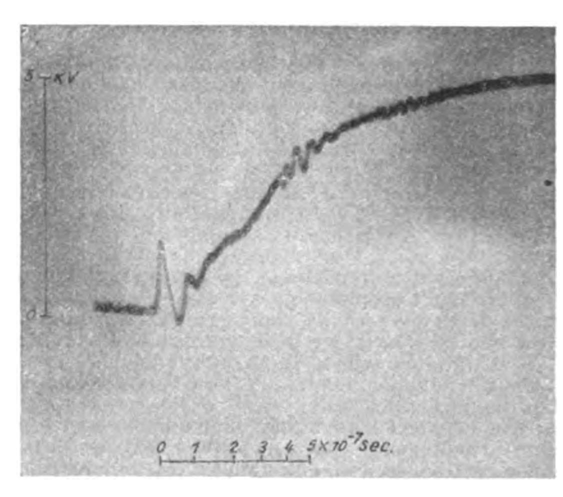


Abb. 15. Spannungsverlauf am Schutzkondensator (0,0015 μF) einschließlich der Zuleitung von etwa 1 m bei Sprungwellenbeanspruchung.

wirkung nur dann störend beeinflussen, wenn damit eine Erhöhung des Wellenwiderstandes für die einziehende Welle, d. h. also eine plötzliche Abstandsvergrößerung der Zuleitungen untereinander bzw. gegenüber Erde verbunden ist. Abstandsverkleinerungen können dagegen sogar die Schutzwirkungen erhöhen. Auch der Abstand der Schutzvorrichtung von dem zu schützenden Anlageteil kann die Schutzmöglichkeit beeinflussen, selbst wenn sie an sich unmittelbar an die Leitung angeschlossen ist, auf der die Überspannungswelle ankommt. Es können sich hier insbesondere bei Ableiterschutzvorrichtungen Einschwingvorgänge mit merklich erhöhten Spannungen ausbilden. (E. Flegler, Arch. El. Bd. 19, H. 5/6, S. 527.)

Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf den Überschlag von Isolatoren. — Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Trockenüberschlagswerte von Isolatoren ist noch nicht völlig klargestellt; Littleton und Shaver liefern für Stützisolatoren einen experimentellen Beitrag zur Lösung dieser Frage. Untersucht wurden Porzellan- und Pyrex-Stützer für 16 ... 44 kV. Die Isolatoren wurden in einen wasserdicht abgeschlossenen Raum gebracht, in den zur Erzielung einer gleichmäßigen Feuchtigkeit trockener Dampf mittels eines Gebläses eingeblasen wurde. Auf einen Versuch in normaler Luftfeuchtigkeit folgte jeweils eine Überschlagsmessung in der Dampfatmosphäre. Die Temperatur erhöhte sich während der Versuche etwas, jedoch nicht erheblich. Alle gemessenen Werte wurden auf 25° und 760 mm *Hg* umgerechnet, die Feuchtigkeit wird absolut angegeben. Abb. 16 zeigt als Beispiel einige der für Porzellan erhaltenen Werte; für Pyrex werden ganz ähnlich verlaufende Gerade gefunden. Der Überschlagswert steigt also linear mit dem absoluten Feuchtigkeitsgehalt der Luft an. Kontrollversuche zeigten, daß dieses Verhalten ein Oberflächeneffekt und mit Sicherheit auf die Luftfeuchtigkeit zurückzuführen ist.

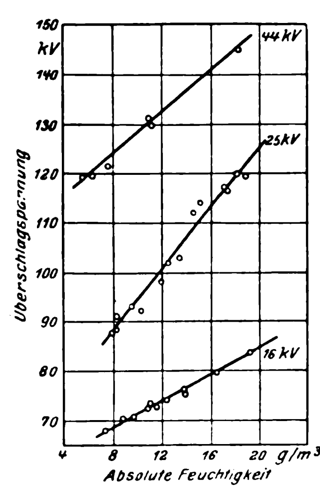


Abb. 16. Überschlagsspannung verschiedener Porzellanisolatoren bei veränderter Luftfeuchtigkeit.

[1] M. Vidmar, ETZ 1927, S. 801.
[2] O. Böhm, Arch. El. Bd. 5, S. 395.

Die Ergebnisse weichen von ähnlichen Versuchen Schwaigers[1] und Weickers[2] stark ab. Eine Erklärung wird von den Verfassern noch nicht gegeben, da hierzu noch nicht genug Versuche vorliegen. Der offensichtlich lineare Zusammenhang zwischen Überschlagspannung und Luftfeuchtigkeit läßt hoffen, daß sich ein einfacher Korrekturfaktor finden lassen wird, der diese Veränderung bei der Projektierung zu berücksichtigen gestattet. (J. T. Littleton jun. u. W. W. Shaver, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 47, S. 189.) *nkl.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Versuche an neuzeitlichen Wanderrostfeuerungen. — Der sehr beachtenswerte Aufsatz bringt die Ergebnisse von Versuchen, welche gemeinsam vom Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikat und vom Dampfkesselüberwachungs-Verein der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund angestellt wurden, um die wirtschaftliche Verfeuerung von gasarmen und feinkörnigen Brennstoffen einer allgemein brauchbaren Lösung näherzubringen. Ansätze hierzu sind in Gestalt früherer Versuche zwar schon vorhanden, doch konnten sich diese aus verschiedenen Gründen nicht weiter auswirken. Die heutige Absatzlage für gasarme Steinkohlen und auch die Verwendung der überschüssigen Brechkoksmenge in Zukunft gibt wieder einen besonderen Anreiz zur Lösung dieser Fragen.

Die Versuche wurden an verschiedenen Feuerungen durchgeführt mit Brechkoks II ... IV, Koksgrus, Gaskoks, Grudekoks, Schwelkoks, Magerfeinkohle und Anthrazitnüssen. Die dabei verwendeten Zündungsvorrichtungen an den Unterwind-Wanderrosten bestanden sowohl in der Verwendung großer Rückzündgewölbe, welche sich besonders bei den Brechkokssorten als erfolgreich erwiesen, als auch in der Anwendung gasbeheizter Strahlsteine und in der Ausnutzung kräftiger Rückstrahlung der Feuergase in großen, über den Wanderrosten angeordneten Feuerräumen. Die Versuchsergebnisse bringen den Nachweis, daß es möglich ist, ohne Vorfeuerungen Brechkoks auf Wanderrosten bei guter Kesselleistung und guter brauchbarer Brennstoffausnutzung zu verbrennen. Daß es bei der heutigen Preislage für Koks vorläufig unwirtschaftlich bleibt, diesen Weg zu beschreiten, ändert nichts an der Bedeutung der technischen Lösung. Auch die Verfeuerung der anderen genannten Brennstoffe bei Wanderrosten ist nicht nur grundsätzlich gelungen, sondern es konnte sogar eine wesentliche Steigerung der Verbrennungsleistung erzielt werden bei einer durchaus brauchbaren Ausnutzung der Brennstoffwärme. Die erzielten Rostleistungen (teilweise bis 170 kg/m² bedeuten einen wesentlichen Fortschritt in Richtung der wünschenswerten Leistungssteigerung und lassen die Hoffnung, daß in Zukunft mit geringeren Anlagekosten als bisher durch Unterwind-Wanderroste gasarme und feinkörnige Steinkohlen betriebsmäßig sicher und wirkungsvoll wirtschaftlich ausgenutzt werden können. (H. Presser, Glückauf Bd. 64, S. 805.) *Eb.*

Verschiedenes.

Eine Brennstoff-, Kraft- und Wärmetagung für die Stadtwirtschaft. — Die Brennkrafttechnische Gesellschaft hatte im Verein mit dem Sächsischen Dampfkessel-Überwachungs-Verein am 3./4. VII. eine Sondertagung in der Ausstellung „Die Technische Stadt" der Jahresschau deutscher Arbeit in Dresden veranstaltet. Die Vorträge gaben einen Einblick in die vielfachen Beziehungen der Stadtwirtschaft zur Technik, die mit ihren neuesten Errungenschaften zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Betriebe für Gas, Elektrizität, Wasser, Abwasser und Heizungen beitragen muß. Betrug doch im Jahre 1926 der Brennstoffverbrauch in diesen Betrieben der Stadt Berlin 1,75 Mill. t im Werte von 52 Mill. RM. Die zukünftige Brennstoffwirtschaft der Städte, besonders im Hinblick auf Ferngasversorgung, Fernstromversorgung und Fernheizwesen, stand im Mittelpunkt der Erörterungen. Auf den beiden letzten Gebieten spielt die Einführung des Hochdruckdampfes mit Dampfdrücken über 50 bis 100 at und Temperaturen bis zu 475° eine immer größere Rolle. Das städtische Großkraftwerk in Mannheim wird das erste Werk mit einer Kesselanlage für 100 at sein. Die Vorteile des Höchstdruckdampfes zeigen sich aber vornehmlich im Gegendruckbetrieb, wie er bei Heizkraftwerken Anwendung finden kann. In der der Heizung vorgeschalteten Kraftstufe lassen sich nennenswerte Leistungen nutzbar machen, und gleichzeitig kann der Gegendruck so hoch gewählt werden, daß die Abmessungen der Heizfernleitungen gering und damit die Anlagekosten niedrig werden, was bekannterweise für die Rentabilität dieser Anlagen nahezu ausschlaggebend ist. So zeigte Dr.-Ing. W. Pauer, Dresden, in seinem Vortrage, wie wesentlich größere Dampfmengen durch eine Rohrleitung von bestimmtem Durchmesser und bestimmter Länge bei angemessenem Enddruck bei 60 at Kesseldruck gegenüber solchen von 15 at geschickt werden können, und daß der wirtschaftlichste Dampfdruck um so höher liegt, je höher der Gegendruck hinter der Maschine ist. Bei 100 at Kesselspannung und 2 at Gegendruck kann man die 4,5fache Leistung wie bei einem Kesseldruck von 15 at erhalten. Der Wärmeaufwand wächst nur unwesentlich mit dem Dampfdruck. Bei 100 at ist er etwa um 10 % größer als bei 15 at. Unter bestimmten Voraussetzungen berechnete der Vortragende die Einnahme durch den Verkauf von Energie bei 15 at zu 30 RM/m² Heizfläche, bei 60 at zu 52 und bei 100 at zu 58 RM, wenn der Gegendruck 2 at beträgt. Bei größerem Gegendruck sind die Einnahmen geringer. Der Hochdruckdampf wird die Entwicklung der Heizkraftwerke fördern. Ihre Einschaltung in den mittleren Teil des Belastungsdiagramms der städtischen Elektrizitätsversorgung wird empfohlen. So kommt man zu einer Dreiteilung des Diagramms. Die Energie im unteren Teil wird von einer Überlandzentrale bezogen. Der mittlere Teil wird aus der Heizkraftanlage mit Gegendruckturbine bezogen. Diese Anlage ist nur bei tiefen Außentemperaturen gut belastet. Der dritte Teil sind die im Winter auftretenden Spitzen, die aus besonderen Hochdruckanlagen, Speichern, auch durch Ölmaschinen gedeckt werden.

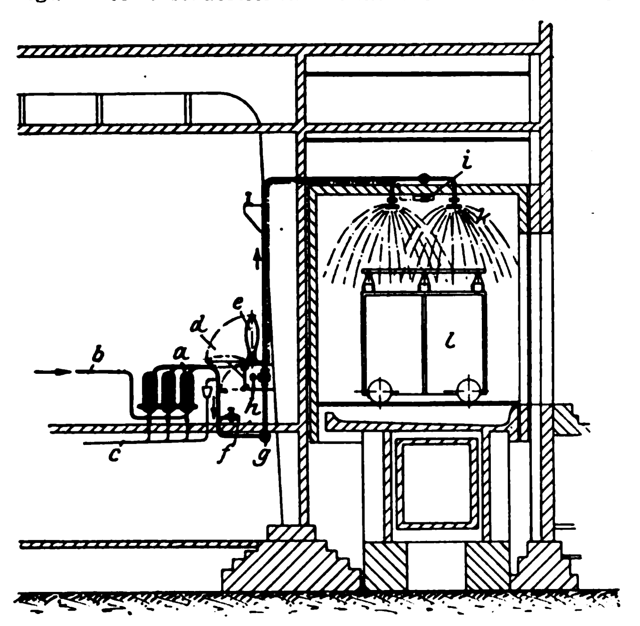
Im Anschluß an diesen Vortrag machte Direktor W. Matthias, Bremen, interessante Mitteilungen über das neue Fernheizkraftwerk für das Krankenhaus in Bremen. Bei dem Tag- und Nachtbetrieb der Anlage ist die Wahrscheinlichkeit einer Rentabilität des Werkes sehr groß. Die Anlage ist für den besten Wirkungskreis bei 12 000 kg stündlicher Dampfleistung ausgelegt. Der Höchstbedarf beträgt an einem Tage mit — 20° Außentemperatur, was aber selten vorkommt, 20 000 kg/h. Die Kesseldampfspannung wurde zu 38 at gewählt. Die Eintrittspannung an der Gegendruckturbine beträgt 35 at mit 390°. Für die Heizung und Warmwasserversorgung wird der Dampf mit 2,5 at entnommen. Elektrisch leistet die Anlage 1000 kW. Der erzeugte Strom wird an das Stadtnetz abgegeben, auf das eine Maschinenanlage von 30 000 kW arbeitet, so daß im Vergleich hierzu die im Heizkraftwerk erzeugte Energie keine nennenswerte Rolle spielt. Der Generator ist als Phasenschieber ausgebildet, kann also auch in dieser Hinsicht ausgewertet werden. Mit 1760 kcal wird 1 PS_eh erzeugt, d. h. mit dem etwa halben Wärmeverbrauch, den man hierfür heute in einer größten Dampfturbinen-Kondensationsanlage benötigt.

Przygode.

Schaumlöschung in brennenden Transformatorenkammern. — Die Schaumlöschung wird insbesondere für Brände flüssiger Brennstoffe empfohlen, die nicht mit Wasser gelöscht werden können. Sie kommt daher namentlich dort in Frage, wo es sich um den Feuerschutz von Ölbehältern z. B. für Ölschalter, Transformatoren usw. handelt. Zur Erzeugung des Löschschaums kann man entweder Generatoren verwenden, die an einen Hydranten angeschlossen und mit Schaumpulver beschickt werden. Die Schaumerzeugung findet dann so lange statt, als Wasser und Pulver zugeführt wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß man sogenannte Akkumulatoren aufstellt, zylindrische, mit Schaumpulver gefüllte Behälter, die mit dem Hydranten, wie mit dem zu schützenden Raum durch eine feste Rohrleitung verbunden sind. Im Brandfall ist dann nur die Betriebswasserleitung zu öffnen, worauf das Schaumpulver etwa das 80fache seines eigenen Volumens an Schaum liefert. Der Akkumulator gibt also nur eine begrenzte Menge an Schaum her, und die Löschanlage muß durch eine passend große Bemessung des Apparates oder durch eine Vereinigung mehrerer Apparate so eingerichtet werden, daß sie eine Schaumdecke von rd. 15 ... 20 cm Stärke über der zu schützenden Grundfläche erzeugt. In Abb. 17 sieht man 3 Akkumulatoren von je 2 m³ Schaumkapazität zu einer Batterie vereinigt. Sie arbeiten in das Hauptschaumrohr, von welchem Schaumstränge in die einzelnen Transformatorenkammern führen, wo sie in Schaumbrausen endigen. Die Schaumstränge sind mit perforiertem Blech umkleidet, nur über den Absperrschiebern sind Öffnungen in der Verkleidung vorgesehen, die durch federbelastete Klappen ge-

[1] A. Schwaiger, ETZ 1922, S. 875. Ferner: Elektrische Festigkeitslehre. Verlag Julius Springer, Berlin 1925.
[2] W. Weicker, ETZ 1911, S. 436 u. 460.

schlossen sind. Im Brandfall wird die Feder infolge Abschmelzens eines Schmelzstückes entlastet, und die Klappe an der in Brand geratenen Transformatorenkammer öffnet sich selbsttätig, so daß das Handrad des Absperrschiebers gedreht werden kann. Die Schmelzauslösung setzt gleichzeitig einen Signalarm in Tätigkeit, der dem Personal schon einen im Entstehungszustand begriffenen Brand anzeigt. Die erforderlichen Maßnahmen erstrecken sich



a Schaumpulverakkumulatoren
b Druckwasserleitung
c Ablaßleitung
d Klappe
e Signalarm
f Schlauchanschluß
g Hauptschaumrohr
h Handrad
i Schmelzauslösung für den Signalarm
k Schaumverteiler
l Transformator

Abb. 17. Schaumlöschung für Transformatorenkammern.

dann auf die Inbetriebsetzung der Akkumulatorenbatterie und die Öffnung des Absperrschiebers an der betreffenden Kammer. Die Auslösung der Schaumlöschanlage kann auch selbsttätig erfolgen, so daß also zur Inbetriebsetzung der Akkumulatorenbatterie und der Öffnung der einzelnen Absperrschieber keine besondere Bedienung erforderlich ist. (I. Hausen, El. u. Maschinenb., Bd. 46, S. 457). *Ka.*

Brandschaden durch Blitzschlag. — Bei einem am 15. IV. d. J. aufgetretenen Gewitter haben sich im Freileitungsnetz der städt. techn. Werke Greiz durch atmosphärische Entladungen Überspannungen bemerkbar gemacht. Eine solche Überspannung hat in der Zählerleitung eines Hauses einen Durchschlag verursacht. Der Durchschlag erfolgte im Kellergeschoß an der Stelle, wo die im verbleiten Isolierrohr verlegte Zählerleitung das Gasrohr kreuzt. Der über das Gasrohr zur Erde fließende Strom hat einen Kurzschluß erzeugt, wodurch die beiden Drähte der Zählerleitung abschmolzen, und ein etwa erbsengroßes Loch in dem Gasrohr entstand. Das austretende Gas entzündete sich und gab eine kurze Stichflamme an der Decke. Durch diese Stichflamme wurde vermutlich die Isolation der Zählerleitung in Brand gesetzt und brannte bis zum Erdgeschoß in einer Länge von etwa 3 m aus. Da die Zählerleitung im Erdgeschoß an der Türverkleidung hochgelegt war, trat eine stellenweise Verkohlung des Farbanstriches an letzterer ein. — Eine an Ort und Stelle vorgenommene eingehende Untersuchung hat ergeben, daß die Zählerleitung keine erkennbare Ursache aufwies, die zur Begünstigung des Durchschlages geführt haben könnte. Auch war die Hausanschlußsicherung durch den Kurzschluß zum Abschmelzen gebracht worden. *of.*

Energiewirtschaft.

Elektrizitätsgesetzgebung in Österreich. — Mitte Juli hat der Nationalrat das Elektrizitätsförderungsgesetz vom Jahre 1928 angenommen, dessen Zustandekommen schon äußerst dringend war, weil die Wirkung des alten Gesetzes von 1925 bereits am 31. XII. 1926 ihr Ende erreicht hatte. Im allgemeinen kommt die Vorlage in wichtigen Fragen den Wünschen der Interessenten entgegen, wenn auch manche Bestimmungen diesen nicht entsprechen. Die Befreiung von Steuern und Gebühren für Elektrizitätswerke, Leitungs- und Verteilungsanlagen wird nicht mehr wie bisher obligatorisch für 20 Jahre gegeben, vielmehr ist es dem Ermessen des Bundesministeriums für Finanzen freigestellt, die Körperschaftsteuer für eine Dauer von mindestens 10, höchstens 20 Jahren zu erlassen. Wenn man auch eine einsichtige Behandlung seitens der Regierung annimmt, so ist die zeitliche Begrenzung doch bedenklich, da die Unternehmungen ihre Tarife auf die zehnjährige Befreiung einstellen müssen und dadurch gerade in den ohnehin ungünstigen ersten Jahren im Wettbewerb Erschwerungen erleiden. Die Befreiung von der Körperschaftsteuer wird vornehmlich den Großkraftwerken eingeräumt (5000 brutto PS während mindestens sechs Monaten des Jahres), vorausgesetzt, daß der Baubeginn zwischen den 1. I. 1927 und den 31. XII. 1931 fällt, daß ferner die Bauführung durch inländische Firmen erfolgt, ebenso die Lieferung von Maschinen und sonstigen Betriebseinrichtungen, und daß schließlich mindestens 55 % der erzeugten elektrischen Arbeit an dritte abgegeben werden. Die Beschränkung des Bezugs der Einrichtungen auf einheimische Erzeugnisse ist daran geknüpft, daß die Preisstellung gegenüber ausländischen Wettbewerbern nicht erheblich höher ist. Damit wird wohl ein Wunsch der österreichischen Industrie erfüllt, aber nicht bedacht, daß sich die Beschaffung ausländischer Kapitalien dadurch erschwert, wenigstens wurde bisher wiederholt die Hergabe derartiger Geldmittel an bestimmte Bezugsverpflichtungen geknüpft. Den Aktionären wird für die Geschäftsjahre bis einschl. 1934 eine Kapitalverzinsung von 9 %, darüber hinaus von mindestens 7, höchstens 9 % zugesichert; für die Abschreibungen gelten die Bestimmungen des Personalsteuergesetzes; falls sie in den ersten fünf Jahren nach Betriebsbeginn hinter einem gewissen Mindestmaß zurückbleiben, müssen sie im Laufe des steuerfreien Zeitrestes nachgeholt werden. Neben der Steuerbefreiung wird auch eine Befreiung von Stempeln und Gebühren, jedoch nur bis zum Ablauf des dritten Betriebsjahres, gewährt. Ferner enthält das Gesetz Bestimmungen über Begünstigung kalorischer Erzeugungsanlagen, die minderwertige Kohle oder Abfallkohle verwenden, sowie von Leitungs- und Verteilungsunternehmungen.

Durch das Elektrizitätsförderungsgesetz ist jedoch die verfassungsmäßige Abgrenzung der Bundes- und Landeskompetenzen in den Fragen der Kraftwirtschaft noch nicht erledigt. Das Zustandekommen dieses sogen. „Elektrizitäts-Grundsatzgesetzes" ist von der allergrößten Wichtigkeit, denn wenn es nicht bis zum 30. IX. 1928 zur Verabschiedung gelangt, kann jedes Bundesland in allen Elektrizitätsangelegenheiten selbständig nach eigenem Ermessen vorgehen. In letzter Stunde hat die Regierung einen Entwurf eines solchen Gesetzes den wirtschaftlichen Körperschaften zur Begutachtung zugestellt. In der Frage der Leitungsrechte bleiben die bisherigen Bestimmungen in Kraft. Ebenso bleibt es im wesentlichen dabei, daß die Bundesländer die Bewilligung zur Anlage von Erzeugungstätten und Leitungsanlagen zu erteilen haben. Ihnen wird auch eine Tarifhoheit gegenüber den Elektrizitätswerken eingeräumt. Neu ist ferner die Einführung eines Elektrizitätsbuches und eines elektrischen Beirats. Ganz besonderes Bedenken erregt, daß der Stromexport, der bisher keiner besonderen Bewilligung unterlag, nunmehr vom Bunde beeinflußt werden soll. Wenn die Gutachten der öffentlichen Körperschaften vorliegen, werden wir auf die näheren Bestimmungen des Grundsatzgesetzes noch zurückkommen, da allem Anschein nach der Entwurf in seiner heutigen Form Abänderungen erfahren dürfte. *Hgn.*

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Die Stromerzeugung der vom Statistischen Reichsamt erfaßten 122 Elektrizitätswerke ist im Mai 1928 gegen den Vormonat um 29 Mill. kWh gestiegen, arbeitstäglich aber um 2,482 Mill. kWh gesunken. Die Meßziffer betrug gegen den Monatsdurchschnitt von 1925 127,38, gegen den gleichen Monat des Vorjahres 114,50. Insgesamt wurden, wie das Amt bemerkt, in den ersten fünf Monaten des Jahres 5,7 Milliarden kWh produziert (4,8 i. V.). Der Anschlußwert der von 103 Werken unmittelbar versorgten industriellen und gewerblichen Abnehmer war im April 1928 um 26 000 kW größer als im März; ihr Verbrauch ist gegen diesen im ganzen um 45,2 Mill. kWh zurückgegangen, arbeitstäglich aber um 1,148 Mill. kWh gewachsen. Je 1 kW Anschlußwert betrug er 4,68 kWh (4,43 i. Vm.); als Meßziffer ergeben sich hierfür 121,35 bzw. 112,78.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1056. Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928, S. 461.



Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugt Mill. kWh				Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer							
			insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert Mill. kW		Gesamtverbrauch Mill. kWh		arbeitstäglicher Verbrauch			
											insgesamt Mill. kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927
I.	26	25	1238,9	1048,1	47,6	41,9	4,0	3,7	476,1	382,4	18,3	15,3	4,6	4,1
II.	25	24	1126,4	944,0	45,1	39,3	4,0	3,6	458,4	363,7	18,3	15,2	4,6	4,2
III.	27	27	1169,9	1022,9	43,3	37,9	4,0	3,6	483,1	389,8	17,9	14,4	4,4	4,0
IV.	23	24	1046,2	922,0	45,5	38,4	4,1	3,7	437,9	370,2	19,0	15,4	4,7	4,2
V.	25	25	1075,2	949,5	43,0	38,0	—	—	—	—	—	—	—	—

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Das Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt A.G., Halle a. d. Saale, hat 1927 seine Stromabgabe von 245 auf 279 Mill. kWh, also um rd. 14 % steigern können. Das 100 kV-Umspannwerk in Gröbers und die für die gleiche Spannung gebaute Doppelleitung von Nachterstedt nach Förderstedt kamen in Betrieb; dadurch wurde eine engere Verbindung des übrigens im Sommer wieder stillgelegten Kraftwerks Groß-Kayna mit dem nördlichen Versorgungsgebiet erzielt. Der Stromabsatz des dem heutigen Stand der Technik nunmehr angepaßten Elektrizitätswerks Bitterfeld ist ebenfalls gewachsen. Zur Sicherstellung der Versorgung des Südwestbezirks hat die Gesellschaft eine moderne Doppelleitung von Roitzsch nach Landsberg errichtet und ferner zur Erfüllung eines mit der Landelektrizität G. m. b. H., Halle, auf 25 Jahre geschlossenen Stromlieferungsvertrags für die Belieferung des Überlandwerks Bretleben mit dem Bau einer 100 kV-Doppelleitung von Groß-Kayna nach Oberröblingen (Sangerhausen) begonnen. Bezüglich der Elektrischen Kleinbahn im Mansfelder Bergrevier A. G. berichtet der Vorstand, daß auch hier der Stromabsatz, vorwiegend infolge vermehrter Verwendung von Koch- und Heizgeräten, wesentlich zugenommen habe. Die Wiederaufnahme des Bahnbetriebs sei für den Herbst 1929 in Aussicht genommen. Der Bruttoüberschuß betrug 4 256 350 RM (4 151 307 i. V.), die Einnahme aus Beteiligungen und Verschiedenem 166 618 RM (437 240 i. V.) und der Reingewinn 715 499 RM (609 816 i. V.); aus ihm wurden auf 8 Mill. RM Aktienkapital wieder 8 % Dividende verteilt.

Die dem AEG-Konzern angehörende Grube Leopold A. G., Köthen i. Anh., hat 1927 bei einer Kohlenförderung von 1,958 Mill. t (1,841 i. V.) 41,905 Mill. kWh erzeugt (40,696 i. V.).

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1198.

Die Einnahme der A. G. für Energiewirtschaft, Berlin, betrug 1927/28 982 208 RM (892 945 i. V.) und der Reingewinn 258 874 RM (7933 i. V.). Hieraus zahlte die Gesellschaft auf 3 Mill. RM Aktienkapital, das sie um 2 Mill. RM erhöht, 8 % Dividende (0 i. V.). Wie aus dem Geschäftsbericht hervorgeht, hat die Starkstromanlagen A. G., Berlin, die mit der Berichterstatterin gemeinsam maßgebend an der Banater-Elektrizitäts-A. G., Pancevo, beteiligt ist, den Ausbau der Überlandversorgung in der Umgegend des genannten südslawischen Platzes begonnen. Die Bayerische A. G. für Energiewirtschaft, Bamberg, erhöhte zwecks Ausdehnung ihrer Geschäftsbeziehungen und Übernahme größerer Aufträge auf dem Gebiet des Leitungsbaus ihr Aktienkapital um 0,4 auf 1 Mill. RM. Bei der Überlandwerke Niederbayern G. m. b. H., Landshut, ist die Stromabgabe 1927 merklich gewachsen. Der Stromlieferungsvertrag der Energiewirtschaft Niederbayern A. G., Deggendorf, mit der Ostbayerischen Stromversorgung A. G. ist ab 1. I. 1928 aufgelöst worden, weil die Dampfzentrale der Gesellschaft zur Erzeugung von Reservestrom nicht mehr in Frage kommt. Als Entschädigung für die vorzeitige Aufgabe des Abkommens wird eine jährliche Abfindungssumme gezahlt. Auch die Mittelschlesische Elektrizitätsversorgung, Striegau, hatte erhöhten Stromkonsum. Im Zusammenhang mit dem Ausbau der Überlandversorgung im Freistaat Danzig übernahm die A. G. für Energiewirtschaft 30 % der Anteile der Überlandwerk Gr. Werder G. m. b. H., Tiegenhof, außerdem erwarb sie die Aktienmajorität der Allgemeinen Gas- und Elektrizitäts-Gesellschaft, Bremen.

Das Großkraftwerk Erfurt A.G., Erfurt, verzeichnet in seinem Bericht für 1927 eine Steigerung des Strombezugs des Städtischen Elektrizitätswerks um 5,407 auf 29,793 Mill. kWh, während das Thüringenwerk infolge einer Vereinbarung mit der Berichterstatterin, nach der es seinen Strombedarf sowohl während des Streiks im Braunkohlengebiet als auch während der Frostperiode stärker von der A. G. Sächsische Werke, Böhlen, deckte, die Abnahme um 1,666 auf 18,168 Mill. kWh verringert hat. Bei einer Spitzenleistung von 16 400 kW wurden von dem Großkraftwerk insgesamt 50,773 Mill. kWh produziert (46,922 i. V.). Als Erträgnis weist der Bericht 1 871 607 Reichsmark (1 804 812 i. V.) und als Reingewinn 206 724 Reichsmark (183 220 i. V.) auf. Auf 3,85 Mill. RM Aktienkapital kamen 5 % Dividende zur Verteilung (4,5 i. V.).

Das der Elektrowerke A. G. gehörige Großkraftwerk Golpa-Zschornewitz hat am 15. VIII. seine bisherige Höchstleistung übertroffen und eine Tagesleistung von mehr als 4 Mill. kWh erreicht. Die Tagesleistung der drei Großkraftwerke der Gesellschaft (Golpa-Zschornewitz, Lauta und Trattendorf) betrug an diesem Tage 6,227 Mill. kWh bei einer Höchstbelastung von 338 170 kW.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Außerordentliche Sitzung

am 3. April 1928 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Besprechung des Vortrags*

des Herrn Dr. W. Burstyn

„Die Verluste in geschichteten Isolierstoffen".

Vorsitz: Herr Obering. Trettin.

Herr **Kirch**: Herr Dr. BURSTYN regte am Schlusse seiner Ausführungen Versuche über das von ihm behandelte Thema an. Ich hatte im vergangenen Jahre Gelegenheit, Versuche dieser Art durchzuführen; ich nehme an, daß es für Sie von Interesse sein wird, die Ergebnisse meiner Untersuchungen zu erfahren. Ich möchte allerdings bemerken, daß ich einen anderen Weg gegangen bin als Herr Dr. BURSTYN. Denn während Herr Dr. BURSTYN die Angelegenheit mehr mit den Augen des Physikers betrachtet, habe ich sie mehr mit den Augen des Technikers angesehen. Einige Bilder, die einen Auszug einer umfangreichen Arbeit bilden, mögen meine Ausführungen deutlich gestalten.

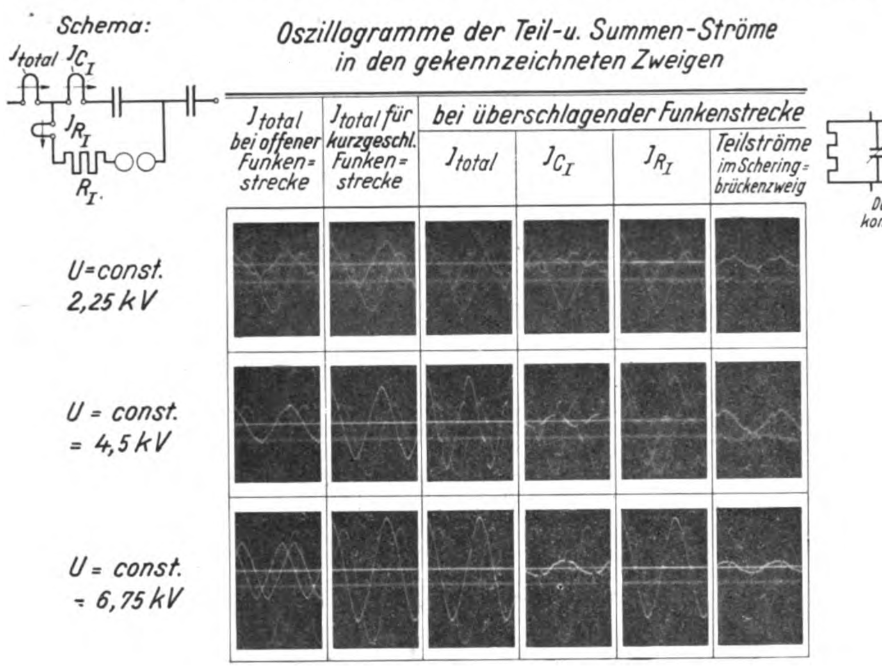
* ETZ 1928, S. 1289.

Um Einzelmessungen — Teilstrommessungen — über den Ionisationsvorgang machen zu können, habe ich meine Untersuchungen zunächst an einer Ersatzschaltung vorgenommen. Diese Ersatzschaltung besteht aus Glaskondensatoren, von denen einer von einer Funkenstrecke überbrückt wird. Um den Stromstoß zu dämpfen, ist vor die Funkenstrecke ein Widerstand geschaltet, der klein ist im Vergleich zum kapazitiven Widerstand der Kondensatoren.

Abb. 1 zeigt die Ergebnisse der oszillographischen Aufnahmen. Wenn die Funkenstrecke auseinandergezogen wird, so fließt durch die beiden Kondensatoren der Ladestrom J_C, der in diesem Bilde leider etwas verzerrt ist. Wird die Funkenstrecke kurzgeschlossen, dann fließt, vorausgesetzt daß beide Kondensatoren gleich groß sind, ein Ladestrom $2 J_C$, der seinen Weg über R zum unüberbrückten Kondensator nimmt. Bei Rubrik 3 ... 6 ist die Funkenstrecke so eingestellt, daß sie eben bei der Spannung von 2,25 kV anspricht. J_{total} setzt sich in diesem Falle, wie Sie beobachten können, aus zwei Teilen zusammen, wovon der erste dem Strom in Rubrik 1, der zweite dem Strom in Rubrik 2 entspricht. Diese Teile werden (s. Rubrik 4 und 5) fast ausschließlich entweder von C_1 oder von R_1 geführt.

Sie beobachten hier bei den Oszillogrammen außerdem die Merkwürdigkeit — und das scheint zunächst paradox, wenn man den Vorgang nur statisch betrachtet und nicht beachtet, daß die „dynamische Charakteristik" eine ganz andere sein muß —, daß die Ionisation im Nullpunkt der Spannungswelle beginnt. Man kann dieses Paradoxon leicht klären, wenn man genaue Überlegungen anstellt.

Wir sehen in der horizontalen Rubrik 2 sogar, daß, wenn die Spannung auf den doppelten Wert gesteigert wird, die Ionisation bereits in der vorhergehenden Halbwelle be-



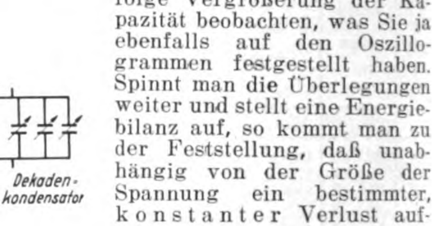
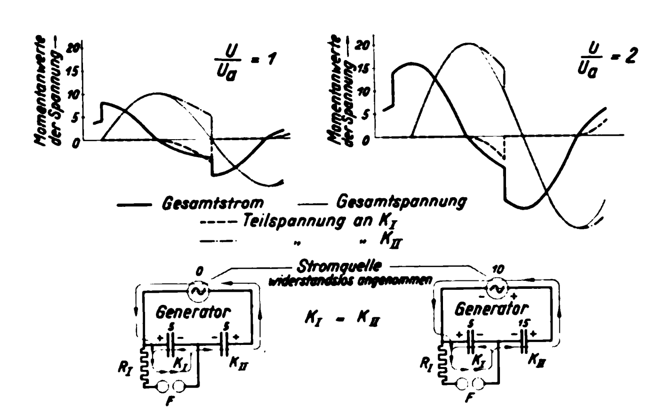


Abb. 1. Untersuchungen an einem Modell aus Glaskondensatoren (Minosflaschen).



Verlauf der Gesamtspannung, der Teilspannungen an K_I und K_{II} sowie des Stromes in Abhängigkeit von dem Verhältnis $\frac{U}{U_a}$

Abb. 2. Der unvollkommene Durchbruch von Dielektriken. Untersuchung an Ersatzschaltungen.

ginnt, um ungefähr beim Maximum der Spannung bei der nachfolgenden Halbperiode zu erlöschen. Die Aufteilung der Ströme ist die gleiche wie oben. Zuerst fließt der Strom durch den Kondensator hindurch, dann schlägt die Funkenstrecke über, und fast der gesamte Strom fließt durch den Widerstand R_1 zum zweiten Kondensator hin.

Ich sagte, daß man das scheinbare Paradoxon leicht klären kann, wenn man die Sache etwas genauer betrachtet. Ich habe nun meine Überlegungen zunächst angestellt unter der Voraussetzung, daß während des Funkenüberganges d i e S p a n n u n g a m F u n k e n N u l l ist. Unter dieser Voraussetzung ergeben sich die in Abb. 2 wiedergegebenen Teilspannungen für den kranken und den gesunden Kondensator. Sie sehen — worauf ich bei dem Oszillogramm aufmerksam machte —, daß der Überschlag bereits bei der Ansprechspannung eine halbe Periode lang bestehen bleibt. An der Stromwelle können Sie die Vergrößerung des Ionisationstromes nach dem Überschlag der Funkenstrecke infolge Vergrößerung der Kapazität beobachten, was Sie ja ebenfalls auf den Oszillogrammen festgestellt haben. Spinnt man die Überlegungen weiter und stellt eine Energiebilanz auf, so kommt man zu der Feststellung, daß unabhängig von der Größe der Spannung ein bestimmter, k o n s t a n t e r Verlust auftritt.

Drückt man diese Erkenntnis im F e h l w i n k e l aus (Abb. 3), so bedeutet das, daß der Fehlwinkel eine quadratisch abfallende Kurve als Funktion der Spannung ergeben muß. Zu diesem Fehlwinkel, der natürlich nur dann richtig ermittelt werden kann, wenn man die Ausgleichvorgänge mit in die Berechnung einbezieht, addieren sich noch Glieder, die gegeben sind durch die Verluste in dem vorgeschalteten Widerstand R_1 und in dem Funkenwiderstand, die beide bei der primitiven Überlegung zunächst vernachlässigt worden sind. Über den Verlust im Funkenwiderstand läßt sich bestimmtes nicht sagen. Es müssen hierüber noch manche Untersuchungen gemacht werden, bevor absolute Klarheit herrscht. Es sei bemerkt, daß die Gesetze, die Töpler für den Funkenwiderstand ermittelt hat, hier keine Gültigkeit haben sondern nur bei ganz kurzen Entladungszeiten.

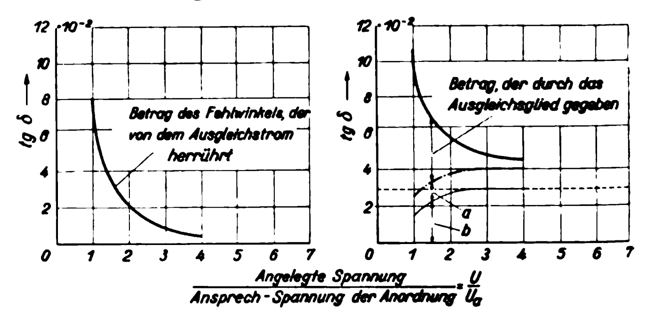


Abb. 3. Konstruktiver Verlauf der Fehlkurven in Abhängigkeit vo dem Verhältnis $\frac{U}{U_a}$.

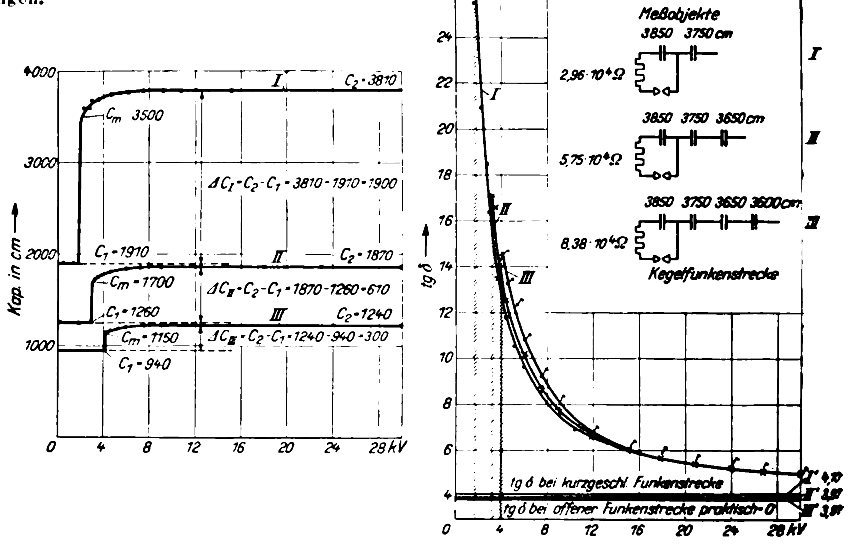


Abb. 4. Experimentelle Ergebnisse.

Zum Vergleich mit den theoretisch entwickelten Kurven zeige ich in Abb. 4 Kurven, die experimentell gewonnen wurden, und zwar jeweils an den daneben angegebenen Schaltungen *I* bis *III*. Die Kapazitätsänderung war bei *II* kleiner als bei *I* und bei *III* vergleichsweise am kleinsten. Diese Kurven zeigen den gleichen Verlauf, den ich theoretisch entwickelt habe. Links neben den Kurven für den Fehlwinkel ist die Kapazität in Abhängigkeit von der Spannung aufgetragen. Will man den Fehl-

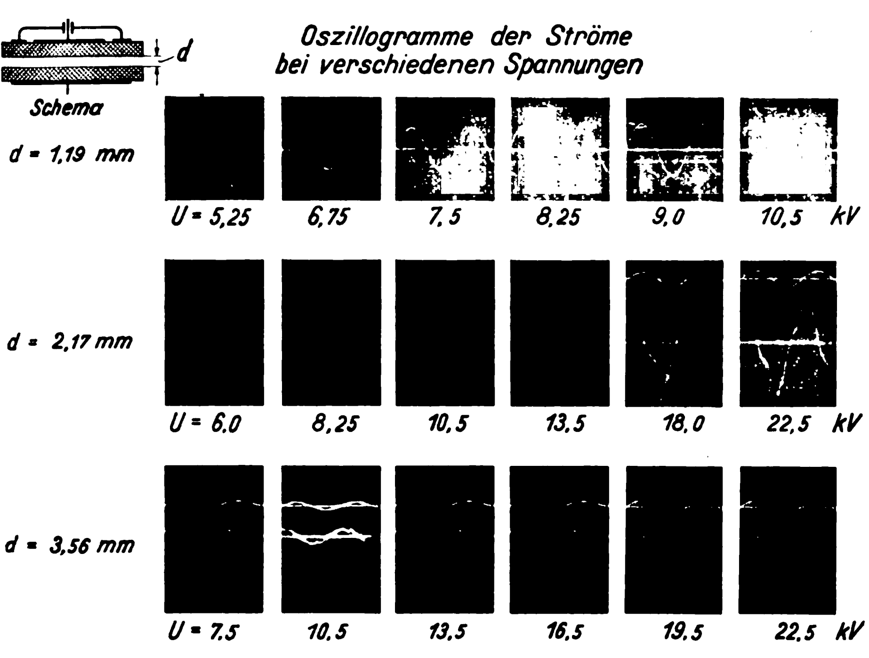
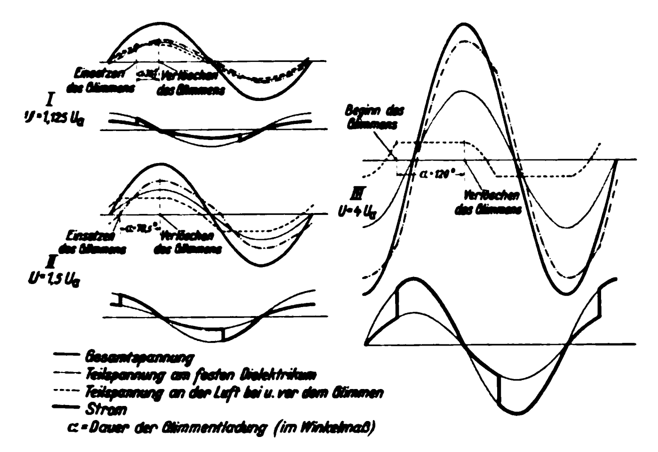


Abb. 5. Untersuchungen an Glasplatten mit Luftzwischenraum.

winkel formulieren, so drückt man ihn zweckmäßig in der Kapazitätsänderung aus, und zwar am besten in der größtmöglichen Kapazitätsänderung, die durch die Ionisation hervorgerufen werden kann.

Während die vorhin angestellten Ausführungen eine Ersatzschaltung behandelten, habe ich in Abb. 5 Untersuchungen an Modellen von ionisierenden Dielektriken zu zeigen. Hier ist das Dielektrikum



Dauer des Glimmens in Abhängigkeit von dem Spannungsverhältnis $\frac{U}{U_a}$

Abb. 6. Verlauf der Teilspannungen und des Stromes beim unvollkommenen Durchbruch.

(z. B. Glas) durch einen Luftspalt unterbrochen. Man hat es also hier nicht mit einem Funken zu tun, sondern mit einer Unzahl von kleinen Fünkchen. Im Gegensatz zu den früheren zeigen diese Oszillogramme, daß nicht sofort bei der Ansprechspannung die Ionisation eine Viertelperiode lang andauert, sondern daß die Ionisation mit steigender Spannung allmählich längere und längere Zeiten bestehen bleibt. Erst bei der doppelten Spannung dauert sie eine Viertelperiode lang an. Sie sehen, daß der Beginn der Ionisation bei der Reihe 1 erst ungefähr bei 10,5 kV mit dem Nullwert der Spannungswelle zusammenfällt. Reihe 2 und 3 zeigen die Ergebnisse für größere Luftabstände. Der typische Verlauf des Stromes ist immer der, daß es bei Einsetzen der Ionisation sprunghaft zu einer Vergrößerung des Stromes kommt, also einem Höcker, der dem ursprünglichen Strom übergelagert ist. Diese Art von Kurven dürfte Ihnen vielleicht aus den Untersuchungen von BENNET, die in der älteren amerikanischen Literatur veröffentlicht sind, ferner aus den Untersuchungen von HOLM in der deutschen Literatur und aus den Berichten von HESSELMEYER und KOSTKO, RYAN und HENLINE bekannt sein.

Es besteht überhaupt zwischen der Korona bei Freileitungen und dem unvollkommenen Durchbruch im Dielektrikum eine größere Verwandtschaft, als man auf den ersten Blick annimmt. Der größte Unterschied ist eigentlich der, daß die Verhältnisse bei den Freileitungen wesentlich komplizierter sind, weil die Ionenwolke während des Vorganges wandert, während man es im Dielektrikum mit einer festen Begrenzung zu tun hat, die dem Wandern bald ein Ziel setzt.

Ich sagte vorhin, daß ich die ersten Überlegungen zu den Ersatzschaltungen unter der Voraussetzung angestellt habe, daß die Spannung im Funken während des Stromdurchganges Null ist. Gemäß Abb. 6 habe ich die Überlegungen unter der Voraussetzung angestellt, daß die Spannung am Funken gleich der Ansprechspannung im Moment des Zündens ist, und daß sie diesen Wert während des Vorganges beibehält. Von dieser Voraussetzung ist ja auch HOLM bei seinen Versuchen und Überlegungen ausgegangen. Unter dieser Annahme kann man theoretisch eine tg δ-Kurve entwickeln, wie sie in Abb. 7 (β = 90°) zeigt. Sie hat die gleiche Form wie die von Herrn Dr. BURSTYN in seiner Abb. 10 gezeigten Kurve. Zum Vergleich habe ich noch neben anderen

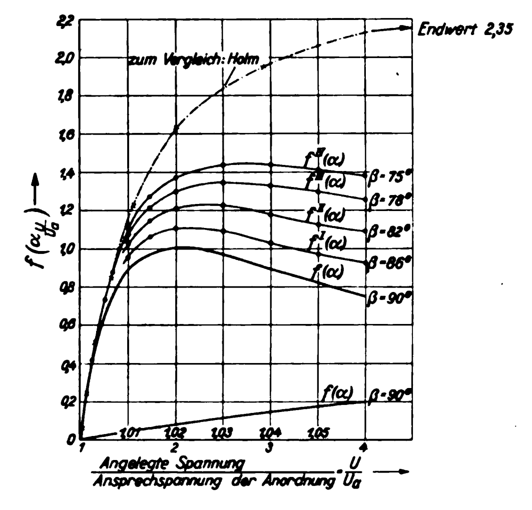
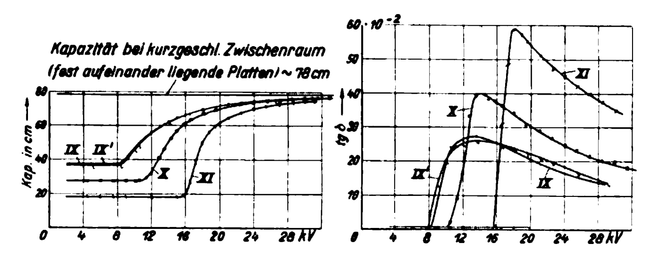


Abb. 7. Funktionalfaktor für den Fehlwinkel (bzw. Verluste) in Abhängigkeit von $\frac{U}{U_a}$.

Kurven, auf die ich hier nicht eingehen kann, die Kurve eingezeichnet, die nach HOLM unter gewissen Einschränkungen für Freileitungs-Korona gilt. In Abb. 8 sehen Sie experimentell ermittelte Kurven zum Vergleich mit den theoretischen. Die Ähnlichkeit ist um so größer, sofern man keine Korrektur vornimmt, je kleiner die Kapazitätsänderung ist. Deshalb vergleichen Sie bitte die Kurven IX und IX′ mit der Kurve β = 90°.

In Abb. 9 habe ich die Ergebnisse einer großen Anzahl von Versuchen am technischen Objekt niedergelegt. Die Untersuchungen sind an Kabeln angestellt. Wenn man die Verluste in der vorher skizzierten Art formuliert,

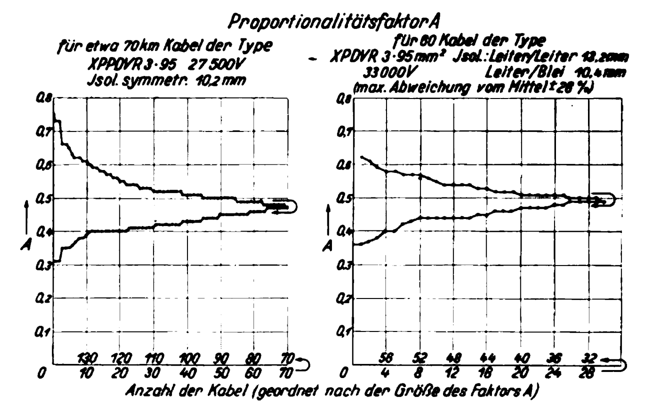
so ergibt sich für das Kabel ein Faktor A, wie er in der Abbildung definiert ist, von etwa 0,6. Da naturgemäß die Verhältnisse bei Kabeln anders liegen als bei dem Dielektrikum mit homogenem Feld, das ich vorher untersucht habe, so muß man von vornherein auf einen Unterschied gefaßt sein. Dieser ist jedoch, wie Sie sehen, nicht groß. Der Mittelwert von A liegt bei den 140 bzw. 70 Kabeln bei etwa 0,5. Ich habe Ihnen dieses Bild gezeigt, um Ihnen einen Beleg für die Richtigkeit der Theorie aus der Praxis zu erbringen. (Beifall.)



Anordnung: Hartgummiplatte — Luftschicht — Glasplatte

Abb. 8. Der unvollkommene Durchbruch von Dielektriken. Untersuchungen von Modellen.

Vortragender: Auf die Ausführungen des Herrn Dipl.-Ing. KIRCH kann ich eigentlich nicht recht erwidern, da sie keine Diskussion dessen waren, wovon ich gesprochen habe. Ich habe versucht, dem Problem durch Rechnungen und Überlegungen auf den Grund zu gehen, während Herr KIRCH es mit dem Oszillographen erforscht hat. Das war mir nicht möglich, weil ich die erforderliche Einrichtung nicht besitze. Jedenfalls werden sich seine Versuchsergebnisse und meine Überlegungen gegenseitig ergänzen. Auf das eigentliche Wesen der Glimmlichterscheinungen ist Herr KIRCH, wie es scheint, nicht eingegangen. Auch konnte ich den von mir betonten Charakter der Verlustkurve aus den von ihm vorgeführten Kurven nicht herauslesen, vielleicht weil ich sie in der Eile nicht genügend verstanden habe. Das Wesentliche an meinen Ausführungen sollte die Erklärung dafür sein, daß die Verlustkurve, die erst geradlinig beginnt, bei einer bestimmten Beanspruchung plötzlich ansteigt und daß dieser charakteristische Knick auf die Gesetze des Glimmlichts zurückzuführen ist.



A = gemessener Verlust in % der Ladeleistung, gemessene Kapazitätsänderung in % der ursprünglichen Kapazität

Abb. 9. Zusammenstellung der Ergebnisse der Verlustmessungen an Kabeln des gleichen Aufbaues.

Einen Unterschied zwischen der Arbeitsweise eines Elektrophysikers und Elektrotechnikers zu machen, ist mir nicht eingefallen. Ich habe das Problem gerade als elektrotechnische Aufgabe betrachtet. Um es anzugreifen, kann ein Elektrotechniker allerdings kein anderes Mittel anwenden als ein Physiker: man geht eben der Sache, so gut man kann, auf den Grund. (Beifall.)

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

K. Bung †. Am 14. VIII. d. J. starb im Alter von 33 Jahren Ingenieur Karl Bung beim Experimentieren im schweißtechnischen Laboratorium der Vereinigten Maschinenbauschulen in Köln, wo er als Lehrer wirkte. Bung hat seine ganze Kraft der Förderung des elektrischen Schweißens gewidmet und an der wissenschaftlichen Durchdringung dieses Sondergebietes erfolgreich gearbeitet.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Verlustberechnung von Drehstromwicklungen unbekannter Schaltung.

Herr Prof. A. BARBAGELATA, Mailand, macht mich darauf aufmerksam, daß sich die von mir in der ETZ 1928, S. 825, angegebene Methode zur Verlustberechnung von Drehstromwicklungen unbekannter Schaltung mit dem im Buche des Herrn BARBAGELATA „Macchine Elettriche" (Mailand 1924) beschriebenen Verfahren deckt. Von mir ist es jedoch noch durch den Nachweis der Gültigkeit der gleichen Formel für beliebige Kombinationen von Stern- und Dreieckschaltung, wie sie beispielsweise bei Transformatoren vorkommen, erweitert worden.

Bei Abfassung des Aufsatzes war mir das Buch von Herrn Prof. BARBAGELATA und die von ihm erwähnte Veröffentlichung in einer französischen Zeitschrift nicht bekannt. Ich habe vielmehr, als ich in einem bestimmten Fall die Kupferverluste eines Drehstrommotors nach einem unvollständigen Prüfprotokoll zu berechnen hatte, mir die allgemeingültige Verlustformel neu abgeleitet. Dieses Verfahren ist, wie auch von Herrn Prof. BARBAGELATA in seinem Buch besonders hervorgehoben, für die Praxis oft sehr nützlich. In der Annahme, daß es noch nicht allgemein bekannt ist, habe ich es in der ETZ veröffentlicht.

Es ist also ein rein zufälliges Zusammentreffen, daß ich unabhängig von Herrn Prof. BARBAGELATA den gleichen Gedankengang und fast dieselbe Rechnung wie dieser angewandt habe.

Berlin-Niederschöneweide, 1. VIII. 1928.
Edgar Lindner.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der Drehstrom-Induktionsregler. Von Prof. Dr. sc. techn. H. F. Schait. Mit 165 Textabb., VIII u. 356 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 25,50 RM.

Das vorliegende Buch ist das erste ausführliche Werk, in dem der Induktionsregler als selbständiger Apparat unabhängig von der Asynchronmaschine und dem Transformator behandelt wird. Dadurch erklärt sich der verhältnismäßig große Umfang von 356 Seiten. Die Behandlung des Stoffes ist klar und exakt. Das Buch kann jedem Ingenieur wie Studierenden empfohlen werden. Dem Anfänger wird es an manchen Stellen nicht leicht sein, sich durch die schwierige Materie durchzuarbeiten, dafür wird er in bezug auf die Grundlagen manches finden, was ihm für das Studium der anderen elektrischen Maschinen von Nutzen sein wird.

Im ersten Kapitel ist die Berechnung des Induktionsreglers angegeben. Neben der üblichen Untersuchung der Felder und der Berechnung der Streuungskoeffizienten, des Leerlaufstromes und des Kurzschlußstromes wird speziell der Einfluß der Rotorstellung des Induktionreglers auf die Größe der Kurzschluß-EMK untersucht. Es wird weiter der Einfluß der Polzahl auf das Eisen- und Kupfergewicht diskutiert und die Begriffe wie externe und interne Scheinleistung werden auseinandergesetzt. Sehr lehrreich ist das zweite Kapitel, in dem die Vektordiagramme des Induktionsreglers behandelt werden. Klar und deutlich wird an Hand dieser der Einfluß des Magnetisierungsstromes auf die Größe des primären Stromes und der primären Kupferverluste erläutert, und es wird gezeigt, auf welche Weise die kleinsten primären Verluste erhalten werden können. Es wird hier weiter das vollständige Spannungsdiagramm des Induktionsreglers aufgestellt und das Drehmoment des Einfach- und des Doppelinduktionsreglers behandelt. Es läßt sich leider dabei nicht vermeiden, daß die abgeleiteten

Formeln zu lang werden. Im dritten Kapitel wird ausführlich die Erwärmung und Kühlung des Induktionsreglers behandelt, im vierten Kapitel wird ein praktisches Beispiel durchgerechnet, das Diagramm wird aufgestellt und die Verluste ebenso wie die Erwärmung bestimmt. Im fünften Kapitel, dem Schlußkapitel, wird der Bau und Betrieb des Induktionsreglers verhältnismäßig kurz erläutert.

Ohne den Wert des Buches herunterzusetzen, sollen einige Wünsche für die zweite Auflage geäußert werden. Der Einphasen-Induktionsregler darf in so einem ausführlichen Buch über Induktionsregler nicht fehlen. Er wird in Europa zwar seltener als der Dreiphasen-Induktionsregler verwendet, in Amerika aber sehr oft. Ohne den Umfang des Buches zu vergrößern, könnte der Einphasen-Induktionsregler auf Kosten des dritten Kapitels (Erwärmung und Kühlung) aufgenommen werden. Ebenfalls wäre das fünfte Kapitel über den Betrieb des Induktionsreglers auszubauen. Das Buch ist doch wohl hauptsächlich für den in der Praxis stehenden Ingenieur bestimmt, und für diesen sind solche Fragen wie der Schutz des Induktionsreglers von größter Wichtigkeit. Weiter wären in einer neuen Auflage die älteren Arbeiten über Induktionsregler zu erwähnen, so z. B. die Arbeit von Zederbohm (EKB, 1914) und vor allem die grundlegende Arbeit des Herrn v. Brünn (Bull. Oerlikon 1921).

Liwschitz.

Schaffende Arbeit und bildende Kunst. Von P. Brandt. 1. Bd.: Im Altertum und Mittelalter. Mit 460 Abb., 2 Farbentaf. u. 324 S. in 4°. Bd. 2: Vom Mittelalter bis zur Gegenwart. Mit 442 Abb. u. 8 Farbentaf., XV u. 348 S. in 4°. Verlag von Adolf Kröner, Leipzig 1927. Preis je Bd. geh. 18 RM.

Paul Brandt, seit langem bekannt als feinsinniger Kunstschriftsteller, hat vor einigen Tagen den zweiten Band seines Werkes „Schaffende Arbeit und bildende Kunst“ herausgegeben. Es wird darin das Hohelied der Arbeit schlechthin und auch ein Hymnus auf die Schönheit der Technik angestimmt. Ein Buch, welches man auf den Tisch eines jeden Ingenieurs legen möchte. Es mag sein, daß der rein abstrakt mathematisch oder nur praktisch denkende Techniker mit dieser oder jener Angabe nicht einverstanden ist. Das wollen wir denen überlassen, die glauben, einem solchen Werk, wie dem, was uns Brandt hier beschert hat, nur dann gerecht werden zu können, wenn sie jeden Satz seines Inhalts mit Zollstock, Lupe und Waage nachgemessen haben. Brandt hat aus der ungeheuren Fülle der Kunstwerke, archäologischer Funde und sonstiger bildlicher und figürlicher Darstellungen mit einem seltenen Blick eine reiche Zahl solcher herausgesucht, in denen der Mensch in seiner Arbeit dargestellt ist. Am Anfang des Weltgeschehens steht das Wort: „Im Schweiße Deines Angesichts sollst Du Dein Brot essen“. Man hat im Altertum in diesem Wort nur einen Fluch gesehen. Brandt zeigt uns, daß Arbeit, technisches Schaffen, der größte Segen ist, den der Schöpfer der Menschheit in die Wiege legen konnte. Er zeigt uns auch durch seine Zusammenstellung, daß selbst in den einfachsten Vorgängen der Technik hohe Kunst und edelste Harmonie walten. Über viele Arbeitsvorgänge, die wir heute gewohnheitsmäßig ausführen, gewinnen wir aus der Reihenfolge der Bilder, welche etwa 5000 v. Chr. beginnt, ganz neue Einblicke. Auch für die Bedingungen unseres heutigen Kulturlebens unserer Wirtschaft, des Handwerks und der Technik gibt uns das Werk von Brandt ganz eigenartige neue Gesichtspunkte, überall verklärt von dem Ideal einer wahren, auf sittlicher Grundlage ruhenden Volksgemeinschaft, von dem Adel auch, den werktätige Arbeit jedem, der sie treibt, verleiht. Davon gibt die mit hohem Kunstverständnis vom Verfasser getroffene Auswahl von Werken der bildenden Künste Zeugnis, die bis in die neue Zeit hinein wachsen und alle Meister und Schüler umfassen. Hier kommt einem erst zum Bewußtsein, wie tief alle Phasen menschlichen Tuns und Erwerbslebens in die Arbeit eingedrungen und von ihr veredelt worden sind.

F. Moll.

Neue Wege wirtschaftlicher Betriebsführung. Von Dr. A. Hellwig u. Dipl.-Ing. F. Mäckbach. Mit 150 S. in 8°. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin 1928. Preis geb. 6 RM.

Ingenieur und Kaufmann haben sich verbunden, um die Ergebnisse gemeinsam vorgenommener Betriebsuntersuchungen einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen und zu zeigen, welche Wege zur Besserung der Wirtschaftverhältnisse zu beschreiten sind.

„Geboren aus Begeisterungsfähigkeit und Tatbereitschaft“, wie das Vorwort sagt, will die Schrift zeigen, daß nicht im Diskutieren, im Sezieren das Heil, die Besserung zu suchen ist, sondern in einem von Optimismus durchsonnten Handeln, in klarer Erkenntnis des Notwendigen, die erlangt ist durch kritische Durchleuchtung des Betriebes und seiner wesentlichen Faktoren. Wie ein roter Faden zieht sich dabei durch alle Gedankengänge, alle Maßnahmen die Erkenntnis des organischen Charakters des Betriebes, dessen biologischen Gesetzen Folge gegeben werden muß, will man nicht von vornherein den Erfolg unmöglich machen.

Grundsätzliches in bezug auf die verschiedenen Produktionsverfahren — Werkstoff, Arbeit, Anlagekapital — wird jeweils dem Untersuchungsergebnis gegenübergestellt. Betriebsorganisation als Mittel und Betriebsrechnung — Kalkulation, Buchhaltung, Statistik, Betriebsetat — als Grundlage wirtschaftlicher Betriebsführung finden entsprechende Bewertung, auch hier unter Gegenüberstellung von Grundsätzlichem und dem, was die Betriebsuntersuchungen ergeben haben. Zum Schluß werden die Auswirkungen industrieller Rationalisierungsarbeit auf Anlagekapital, Betriebskapital, Betriebsorganisation, Arbeitseinkommen, auf Kosten und Preisniveau geschildert.

Schon damit, daß Kaufmann und Ingenieur gemeinsam sich dieser Aufgabe unterzogen haben, erlangen die Untersuchungen einen größeren Wert insofern, als je nach den vorliegenden Betriebsverhältnissen die wirtschaftliche oder die technische Seite in den Vordergrund geschoben worden ist, unter strenger Beachtung der finanziellen Seite. Dadurch, daß sich die Untersuchungen auf Unternehmungen der verschiedensten Art — es handelt sich um etwa 70 industrielle Betriebe zehn verschiedener Wirtschaftszweige — erstrecken, bleiben sie vor Einseitigkeit bewahrt, was auch schon dadurch zum Ausdruck kommt, daß streng unterschieden wird zwischen den Erfordernissen der Einzelfertigung — der wohl immer noch in Deutschland vorherrschenden — und der Serien- und Massenfabrikation und der für jede dieser Fertigungen in Frage kommenden Gesetze.

Alles in allem ein Buch, das sich frei hält von langatmigen theoretischen Ausführungen und damit eben dem Praktiker, dessen Zeit bei dem schnellen Tempo des Wirtschaftslebens ohnehin knapp bemessen ist, klar und deutlich zeigt, wo und wie er den Hebel anzusetzen hat, um seinen Betrieb voranzubringen. Es sei allen, welche die fortschreitenden Gesetze des Wirtschaftslebens erkennen und aus ihnen lernen wollen, bestens empfohlen!

A. Nimbach

Neue Zeitschriften.

L'Ingegnere. Rivista Tecnica del Sindacato Nazionale fascista Ingegneri Bd. I Nr. 1 Rom (104), Via dei Sabini 7. Preis eines Heftes 10 Lire, Jahresabonnement 100 Lire.

[In Italien erscheint seit dem Juni d. J. eine neue Zeitschrift mit dem Titel L'Ingegnere und dem Untertitel Technische Revue des nationalen fascistischen Syndikates der Ingenieure. Aus diesem Doppeltitel ergibt sich schon der besondere, von allen bisherigen technischen Zeitschriften abweichende Charakter dieser Zeitschrift, welche auch das technische Wissen in den Dienst der politischen Überzeugung stellt. Dementsprechend fängt die Zeitschrift mit einem politischen Bildnis und einem entsprechenden, ziemlich bombastisch gehaltenen Geleitwort an. Ähnlich ist auch die programmatische Kundgebung der Schriftleitung gehalten. Die Zeitschrift stellt sich im übrigen, wie schon die erste Nummer beweist, ein außerordentlich weitgehendes Programm, indem sie praktisch alle Gebiete der Technik behandeln will, aber auch auf politische Gebiete übergreift, wie schon der erste Artikel über technische, ökonomische und politische Gesichtspunkte bei den drei großen adriatischen Häfen zeigt. Weitere Artikel behandeln Fragen des Straßenbaues, der Siedlung, des Dampfturbinenbaues, der Aufbereitung von Mineralien. Dann folgt ein sehr guter und reichhaltiger Überblick aus Veröffentlichungen in anderen Zeitschriften, wobei die Literatur aller Völker, insbesondere auch der Deutschen, sehr gründlich behandelt wird. Zum Schluß kommt noch ein finanzieller und ökonomischer Teil.

Wenn man sich über die für uns ungewöhnliche Verquickung von Technik und Politik hinwegsetzt, so wird man aus der ersten Nummer den Eindruck einer großzügig angelegten Zeitschrift erhalten, die ihrem Programm nach etwa mit unserer VDI-Zeitschrift zu vergleichen wäre.]

F. Marguerre.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

A. G. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz)[1]. — Die Werkstätten der Gesellschaft waren auch im Geschäftsjahr 1927/28 gut, jedoch nicht gleichmäßig für die verschiedenen Hauptabteilungen beschäftigt. Ihre Produktion hat dem Gewicht nach abermals zugenommen, das Ergebnis in Franken ist aber trotz im großen und ganzen gleichbleibender Fabrikate relativ gefallen. Der Verwaltungsrat sieht hierin die unvermeidliche Folge des schärfsten Preiskampfes in allen Ländern, der zwischen normalen Erzeugnissen der Massenfabrikation und mit großen Kosten und Risiken belasteten Produkten des Großmaschinenbaus keinen richtigen Unterschied mehr mache, sondern Aufträge um jeden Preis an sich zu reißen gewillt sei. Eine fast noch schlimmere Folge dieser Konkurrenzverhältnisse ist, wie der Bericht sagt, die zunehmende Verkürzung der Lieferfristen, die bei der verkürzten Arbeitszeit zu weiterer Verstärkung der Produktionsmöglichkeiten zwingt. Daß bei solchem Wettrennen um Aufträge auch die Verkaufskosten unnötig gesteigert werden, ist eine andere unliebsame Begleiterscheinung. Die Lieferungen der Gesellschaft für die Schweiz betrugen im Berichtsjahr nur wenig mehr als 25 % aller Ablieferungen, und der an sich gegen das Vorjahr erheblich höhere Bestellungsbestand weist für das schweizerische Kontingent prozentual wieder einen Rückgang auf. Daher muß es intensives Bestreben sein, die Konkurrenzfähigkeit gegenüber der mächtigen Industrie des Auslands zu stärken. Das hängt aber, von dem technischen Fortschritt abgesehen, nicht allein von dem Unternehmen ab, das die kurzen Termine ausländischer Wettbewerber nur dank der durch die 52 Stunden-Woche gebotenen größeren Elastizität annehmen konnte. „Es ist ein oft gehörtes Argument der sozialistischen Arbeitersekretäre und ihrer Presse im Kampfe gegen diese vom Gesetz gewährte Erleichterung, man könnte bei kürzerer Arbeitszeit mehr Leute einstellen; welch ein Irrtum! Wir würden Aufträge verlieren und Leute entlassen müssen! Während der Anwendung der 52 Stunden-Woche bei einem Teil unserer Arbeiterschaft ist dagegen die Zahl der beschäftigten Arbeiter in unseren Werkstätten kontinuierlich gestiegen. Unsere Industrie läßt sich nicht vergleichen mit solchen, die Massengüter herstellen und auf Lager nehmen können." Die 52 Stunden-Woche hat außerdem den großen Vorteil, bei nachlassender Beschäftigung die Entlassung von Arbeitern in verminderter und weniger rascher Weise notwendig zu machen als bei kürzerer Arbeitszeit.

Die Gesellschaft hat die Leistungsfähigkeit ihrer Werkstätten durch die Errichtung einer großen Montagehalle mit modernsten Einrichtungen wesentlich erhöht und für den Bau der Gleichrichter eine neue Spezialwerkstätte in Betrieb genommen. In der kurzen Zeit seit Schaffung der neuen Mehrzylinderturbine, bei der durch Trennung der Teile hoher, mittlerer und tiefer Temperatur in drei Gehäuse Wärmespannungen vermieden und damit bei bestem Wirkungsgrad höchste Betriebsicherheit erreicht werden, konnte der Konzern bereits für etwa 2 Mill. kW solcher Maschinen in Ausführung nehmen. Als bemerkenswerteste Bestellung wird eine Dreizylinderturbine für 25 000 kW, 55 at und 450° Dampftemperatur genannt. Die Kompressorenabteilung hatte schon im ersten Jahr 50 Büchi-Aufladesätze mit Abgasturbine in Arbeit. Die Ausnutzung des Abdampfes von Kolben-Schiffsmaschinen in Abdampfturbinen mit Übertragung der Turbinenleistung über Zahnräder auf die von der Kolbenmaschine getriebene Schiffswelle eröffnet ein neues, aussichtsreiches Anwendungsgebiet für die Dampfturbine. Wie sprunghaft die an Maschinen und Apparate gestellten Anforderungen wachsen, ergibt sich daraus, daß heute in den BBC-Werken Betriebstransformatoren für 680 kV Prüfspannung gebaut werden, während eine solche von 450 kV noch vor kurzer Zeit als Grenze galt, für die diese Transformatoren wirtschaftlich noch ausführbar waren, und daß vor kaum Jahresfrist die Grenzleistung 3000touriger Turbogeneratoren bei 30 000 kVA lag, während solche Maschinen heute für 40 000 kVA ausgeführt und mit 50 000 kVA, bei 1500 U/min sogar mit 120 000 kVA angeboten werden. Für die vollautomatischen Zentralen erwartet die Verwaltung eine große Zukunft. Großtransformatoren wurden für eine Gesamtleistung von rund 0,5 Mill. kVA bei Einheitsleistungen bis 40 000 kVA und Spannungen bis 150 kV geliefert. Modellversuche für Transformatoren von 36 000 kVA mit 237 kV und ungeerdetem Nullpunkt, die 680 kV Prüfspannung aushalten müssen, haben, wie der Bericht sagt, zu sehr interessanten Konstruktionen geführt. Auf dem Gebiet des Apparatebaus werden neue Lösungen der Ölschalterfrage und ein Distanzrelais erwähnt. Die Einheitsleistungen der Gleichrichter hat die Berichterstatterin bis zu 16 000 A je Zylindereinheit erhöht. Von der Fabrik Münchenstein sind im Vergleich zum Vorjahr um rd. 80 % mehr Motoren geliefert worden, allerdings teilweise zu sehr schlechten Preisen. Da die erste Periode der Elektrisierung der Bundesbahnen ihr Ende erreicht hat, mußte sich die Gesellschaft mehr als bisher um Aufträge im Ausland bemühen; der Erfolg waren wichtige Lieferungen für verschiedene Stromarten und Spannungen. Die Elektrisierung ausländischer Bahnen erfolgt meistens mittels hochgespannten Gleichstroms, was die BBC-Gleichrichter sehr erleichtern, und es ist interessant, daß der Gleichstrombetrieb mit Hochspannung sich auch auf schmalspurigen Nebenbahnen einzubürgern scheint. Die Verwendung Dieselelektrischer Fahrzeuge nimmt langsam aber stetig zu; eine für Rußland bestellte 1200 PS-Lokomotive wird mit stark kompoundierten, nicht mit reinen Seriemotoren ausgerüstet. Für Straßenbahn-Niederflurwagen hat die Berichterstatterin eine Motortype entwickelt, die mit einfachem Vorgelege große Leistungen ergibt.

Aus den Mitteilungen des Verwaltungsrats über die Beteiligungen ersieht man u. a., daß die Motor-Columbus A.G. für elektrische Unternehmungen, Baden, sich erheblich an der Schweizerisch-Amerikanischen Elektrizitäts-Gesellschaft, Zürich[1], beteiligt hat, um damit ihren wichtigen Beziehungen zu Südamerika eine weitere Unterstützung zu geben. Die Lage der Compagnie Electro-Mécanique, Paris, hat sich erheblich gehoben, obgleich die Besserung der industriellen Verhältnisse Frankreichs erst in den letzten Monaten des Betriebsjahres zur Geltung kam. Beim Tecnomasio Italiano Brown Boveri, Mailand, dauerte die merkbare Einschränkung im Verkauf normaler Maschinen an und hat sich auch auf den Absatz der größeren Maschinen erstreckt. Die auf dem italienischen Markt erzielbaren Preise sind unter diesen Umständen und mit Rücksicht auf die große Anzahl von in Italien tätigen Konkurrenzgeschäften begreiflicherweise wenig befriedigend. Die Tätigkeit der A.S. Norsk Elektrisk & Brown Boveri, Oslo, ist durch einen dreimonatigen Streik beeinträchtigt worden und umfaßte nur 38½ Wochen; diese immer wiederkehrenden Arbeitseinstellungen, in der Hauptsache eine Folge der sogen. Arbeitsverträge, die natürlich nur den Arbeitgeber binden, bezeichnet die Verwaltung als ein wahres Verhängnis für die norwegische Industrie. Den Österreichischen Brown Boveri-Werken A.G., Wien, ist es trotz der nicht wesentlich gemilderten Wirtschaftskrise gelungen, den vorjährigen Umsatz zu überschreiten. Die Polnischen Elektrizitätswerke Brown Boveri A.G., Warschau, haben 1927 sehr gut gearbeitet und dem Konzern eine Reihe interessanter Aufträge gebracht. Mit der American Brown Boveri Electric Corporation, Camden, wurde ein neuer Vertrag geschlossen, der nach dem Bericht eine gute Grundlage für gedeihliches Zusammenarbeiten bilden dürfte. Die Elektrizitäts-Gesellschaft Alioth, Basel, soll immer mehr zur Holdinggesellschaft des Konzerns werden.

Der Fabrikationsgewinn betrug 10 782 714 Fr (10 715 994 i. V.) und die Einnahme aus Miete, Zinsen sowie der Ertrag der Wertschriften und Beteiligungen zusammen 2 574 405 Fr (2 303 752 i. V.). Als Reingewinn werden 4 774 973 Fr ausgewiesen (4 684 239 i. V.) und daraus wieder 8 % Dividende auf 39,2 Mill. Fr Aktienkapital verteilt.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1135.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 668.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 241: Wer fertigt Tantalbleche von rd. 0,1 mm Stärke für Gleichrichterzwecke an?

Frage 242: Wer fertigt Griffe an, die durch Tauchverfahren isoliert werden?

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Das Wasserkraftwerk Wolchowstroi bei Leningrad" soll es auf S. 1146 rechte Spalte, Zeile 14 von unten nicht „70 000 kW" sondern „7000 kW" heißen, wie auch aus dem übrigen Text hervorgeht. Das gleiche gilt für die Unterschrift der Abb. 4 auf S. 1147.

Abschluß des Heftes: 25. August 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



36. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 6. SEPTEMBER 1928
(1317—1356)


Außer Kartell
Bleikabel
für
Hoch- u. Niederspannung
Fernsprechkabel
Gruben- und
Schachtkabel
Marinekabel
Kabelzubehör
C H C
KABELWERK RODENKIRCHEN
CARL HEINZ & Co G. M. B. H.
RODENKIRCHEN b. KÖLN a. RH.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 6. September 1928 | Heft 36

UMSCHAU.

Fortschritte auf dem Gebiete der Schutzeinrichtungen für elektrische Energie-Übertragungsanlagen.

Allgemeines.

Von jeher ist auf die Sicherung der Energieerzeugung und Energieverteilung viel Arbeit und Scharfsinn verwendet worden. Die Gründe hierfür liegen auf der Hand. Jede Störung in einer elektrischen Anlage zieht insbesondere bei der immer mehr zunehmenden Zentralisierung der Energieerzeugung und der damit verbundenen Zusammenballung großer Leistungen die Vernichtung erheblicher wirtschaftlicher Werte durch den verursachten Stromlieferungsausfall mit sich. Außerdem aber erschüttert ein Übermaß von Störungen das Vertrauen des stromabnehmenden Publikums in die Sicherheit der Stromversorgung und entzieht so dem Elektrizitätsdienst Abnehmer. Will man diese wirtschaftlichen Schäden abwenden, so kann man den Hebel an verschiedenen Punkten ansetzen. Zunächst kann man dahin wirken, daß eingetretene Störungen die Strombelieferung des Konsumenten nicht oder doch möglichst wenig beeinflussen. Dies kann geschehen durch genügende Reservehaltung an Maschinen, Apparaten und sonstigen Anlageteilen, aber auch durch einen geeigneten geometrischen und schalttechnischen Aufbau eines ganzen Versorgungsnetzes. In dieser Richtung bewegt sich beispielsweise die Neuorganisierung der Energieversorgung der Berliner Städtische Elektrizitätswerke A.-G.[1].

Zweitens aber kann man sein Augenmerk darauf richten, die Anzahl der Störungen herabzusetzen und ihren Einflußbereich zu lokalisieren. Diesem Zweck dienen die eigentlichen Schutzeinrichtungen. Von ihren im vergangenen Jahr erzielten Verbesserungen soll dieser Aufsatz handeln.

Durchblättert man die Patentschriften der letzten Jahre auf diesem Gebiete, so steht der Uneingeweihte einem Chaos gegenüber, dessen Zusammenhänge schwer zu übersehen sind. Und auch die Literatur ergibt ein Bild, aus dem man scheinbar ablesen kann, daß die praktische Elektrotechnik hier noch zu keinem irgendwie feststehenden Ergebnis gekommen ist und daher noch in den Kinderschuhen steckt. Bei näherer Betrachtung aber kann man, von Ausnahmen abgesehen, doch sagen, daß dieses Urteil ungerecht und ein nicht unerheblicher Fortschritt zu verzeichnen ist. Dieser Fortschritt ist nicht so sehr darin zu erblicken, daß eine Anzahl neuer Erfindungen gemacht worden sind, als vielmehr darin, daß sich eine gewisse Einheitlichkeit innerhalb der deutschen Elektrotechnik anzubahnen scheint.

Bevor wir in die Einzelerörterungen eintreten, ist es notwendig, eine Gliederung des umfangreichen Materials vorzunehmen. Beim Aufstellen dieser Gliederung können wir uns zweckmäßig fragen, inwiefern die ins Auge gefaßte Einrichtung geeignet ist, Störungen zu verhindern, zu lokalisieren oder in ihren zerstörenden Wirkungen auf elektrische Anlageteile zu beschränken, wenn sich auch die Grenzen zwischen diesen drei Wirkungen der Schutzeinrichtungen nicht immer streng ziehen lassen. Der Verringerung der Zahl der Störungen dienen in erster Linie diejenigen Einrichtungen, welche man unter dem Namen Überspannungsschutz und Überstromschutz — letzterer im engeren Sinne — zusammenfassen kann. Der erstere strebt danach, Überschläge und Durchschläge mit ihren verderblichen Folgen nach Möglichkeit hintanzuhalten, der letztere, das Auftreten allzu hoher Kurzschlußströme und damit die von diesen hervorgerufenen Erscheinungen (mechanische Zerstörungen, Verbrennungen) zu verhindern.

Der Lokalisierung eingetretener Störungen dient der sogenannte Selektivschutz von Leitungsnetzen, welcher anstrebt, den gestörten und nur den gestörten Leitungsteil so rasch wie möglich außer Betrieb zu nehmen. Für ihn gelten verschiedene Gesichtspunkte, je nachdem ob es sich um Freileitungs- oder Kabelnetze handelt. Sowohl dem Zwecke der Lokalisierung als auch dem Zwecke des Schutzes des betreffenden Anlageteils selbst dienen die Schutzeinrichtungen für Maschinen und Apparate, insbesondere Generatoren, Transformatoren, Umformer und Gleichrichter. Diese Einteilung des Stoffes soll in der folgenden Besprechung der im letzten Jahre erzielten Fortschritte zugrunde gelegt werden.

Überspannungsschutz.

Auf dem Gebiete des Überspannungsschutzes hat sich erfreulicherweise in Deutschland ein ziemlich einheitlicher Standpunkt herausgebildet, welcher in den „Leitsätzen für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen" des Verbandes Deutscher Elektrotechniker niedergelegt ist[2]. Dort sind die Maßnahmen zur Verhütung von Überspannungsschäden gegliedert in solche, welche betreffen

1. Bau und Schaltungen von Generatoren und Transformatoren,
2. Bau und Betrieb elektrischer Anlagen,
3. besondere Schutzeinrichtungen, welche Überspannungen
   a) unterdrücken,
   b) unschädlich machen.

Hierzu kann man noch

4. Überspannung anzeigende Einrichtungen

fügen.

Besondere Fortschritte lassen sich zu Ziffer 3 und 4 registrieren. Die Anwendung der in den Leitsätzen empfohlenen Erdschlußkompensierung, welche u. a. bekanntlich das Entstehen einer besonders gefährlichen Klasse von Überspannungen bekämpft, hat im vergangenen Jahr erhebliche Fortschritte gemacht. Es hat sich ferner gezeigt, daß in einzelnen Netzen mit besonders verzerrter Spannungskurve die Unterdrückung der Oberwellen im Erdschlußstrom erstrebenswert ist. Einrichtungen dieser Art sind zum ersten Male auf der Wiesbadener Tagung des VDE im Jahre 1926 besprochen und im vergangenen Jahre praktisch angewendet worden[3]. Die Betriebsweise von Hochspannungsnetzen mit „kompensiertem Nullpunkt" wirkt stark auf die Ausbildung des später zu besprechenden Selektivschutzes zurück. Daher ist die steigende Anwendung der Erdschlußkompensierung u. a. auch in diesem Zusammenhang wichtig.

Hinsichtlich der Einrichtungen, welche entstandene Überspannungen unschädlich machen, sind in konstruktiver Hinsicht einige Fortschritte erzielt worden. Sie können bekanntlich eingeteilt werden in solche zur Umformung der Wanderwellenstirn und in

[1] Rühle, El. u. Maschinenb. 1926, S. 405.

[2] ETZ 1925, S. 472, 942 u. 1527. Sonderdruck VDE 323.

[3] Piloty, Fachbericht-Heft der Wiesbadener VDE-Tagung 1926, S. 31, und ETZ 1926, S. 1479.

solche zur Herabsetzung der Amplitude. Einen neuen Vertreter der ersten Gruppe gibt Vidmar an[4]. Es handelt sich um eine Schutzdrosselspule zur Abflachung der Wanderwellenstirn. Bei derartigen Drosselspulen haben theoretische und experimentelle Untersuchungen aus früherer Zeit gezeigt, daß eine reine Drosselspule zwar ihren Zweck erfüllt, dafür aber zum Erreger einer besonderen Art von Überspannungen werden kann, indem sie mit der Eingangskapazität der zu schützenden Transformatoren einen Schwingungskreis bildet, welcher durch ankommende Wanderwellen angestoßen werden kann. Diese Gefahr kann man durch Parallelschaltung eines hochohmigen Widerstandes beseitigen, beeinträchtigt hierdurch jedoch die abflachende Wirkung. Die Vidmarsche Drossel besteht aus zwei magnetisch verketteten Wicklungen, von welchen die eine widerstandsüberbrückt ist. Es ist nicht bekannt geworden, ob eine derartige Drossel bereits gebaut und ob Versuche mit ihr gemacht wurden.

Die typischen Vertreter der zweiten Gruppe (Herabsetzung der Amplitude) sind die sogenannten Überspannungsableiter, welche stets aus einer mit einem Widerstand in Reihe geschalteten Funkenstrecke bestehen. Hier besteht, wenigstens bei höheren Spannungen (von etwa 15 kV aufwärts) das bekannte Dilemma. Entweder erhält der Dämpfungswiderstand einen so hohen Betrag, daß der Ableiter seine Aufgabe nicht mehr erfüllt, oder einen so niedrigen, daß der entstehende, von betriebsfrequentem Strom unterhaltene Lichtbogen nicht mehr zum Erlöschen gebracht werden kann oder doch die Anwendung von übertrieben großen Löschhörnern mit entsprechendem Platzbedarf erforderlich macht. Derartige Ableiter erhalten daher eine Vorrichtung, welche das Unterbrechen des nachfließenden betriebsfrequenten Stromes bewirkt. Dies kann entweder dadurch geschehen, daß die Funkenstrecke vorübergehend kurzgeschlossen wird und die Unterbrechung unter Öl erfolgt (Bendmann-Ableiter) oder dadurch, daß nach Ableitung der Wanderwelle ein höherer Widerstand selbsttätig eingeschaltet wird (SSW). Einen neuen Ableiter der zweiten Art, bei welchem statt der zwei üblichen Elektroden noch eine dritte Verwendung findet, hat die EMAG herausgebracht[5].

Der wichtigste Fortschritt des vergangenen Jahres auf dem Gebiete des Überspannungsschutzes ist wohl darin zu erblicken, daß durch experimentelle Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der Spannung an Überspannungsableitern verschiedener Art eine erhebliche Klärung auf diesem umstrittenen Gebiete stattgefunden hat. Diese Untersuchungen sind zum Teil mit der Binderschen Schleifenmethode[6], zum Teil mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen[7] durchgeführt worden. Die Versuche stehen in befriedigender Übereinstimmung miteinander, und was den Überspannungsableiter mit Dämpfungswiderstand betrifft, auch in guter Übereinstimmung mit der Theorie, so daß die in den „Leitsätzen" niedergelegten Regeln für deren Bemessung als experimentell bestätigt gelten können. Dem Glimmschutz sowie den Ableitern mit Ventilwirkung amerikanischer Konstruktion ist diese Prüfung, soweit man bisher übersehen kann, nicht gut bekommen. Der Einfluß des Glimmschutzes auf Amplitude und Steilheit der Wanderwellen hat sich als verschwindend gering herausgestellt. Die aus einzelnen in Reihe geschalteten Elementen, von denen jedes aus Löschfunkenstrecke und Ventilschicht besteht, gebildeten Blitzventile sprechen erst bei Überspannungen nicht vorkommender Höhe an, so daß sie trotz ihres einleuchtenden Prinzips als praktisch wirkungslos bezeichnet werden müssen. Man darf darauf gespannt sein, wie sich die Amerikaner zu diesen Versuchsergebnissen äußern werden. Die bisher bekanntgewordenen amerikanischen Veröffentlichungen, welche ebenfalls mit Kathodenstrahl-Oszillographen belegt sind, ergeben im Gegensatz zu den deutschen Untersuchungen eine starke Herabsetzung von Überspannungen durch diese Art von Blitzschutzapparaten[8]. Der Widerspruch ist wohl daraus zu erklären, daß die amerikanischen Oszillogramme im Gegensatz zu den deutschen nicht unter den betriebsmäßigen Bedingungen aufgenommen wurden. Ein zutreffendes Urteil über die Wirkungsweise des Ableiters erhält man nämlich nur dann, wenn die zur Untersuchung benutzte Spannung einer auf einer Leitung laufenden Wanderwelle entnommen und einem betriebsmäßig geschalteten Ableiter zugeführt wird. Beides war anscheinend, soweit die amerikanische Veröffentlichung erkennen läßt, nicht der Fall. Über die Wirkungsweise und den zweckmäßigsten Einbau von Überspannungsableitern sind eine Reihe von theoretischen Untersuchungen gemacht worden, welche aufzuzählen aber hier zu weit führen würde.

Ein wichtiges, bisher zu sehr vernachlässigtes Gebiet des Überspannungschutzes bildet die Überspannungsanzeige und Registrierung. Ein richtiges Urteil über die Maßnahmen des Überspannungschutzes kann man nur gewinnen, wenn man über die Höhe und Häufigkeit von Überspannungen einigermaßen orientiert ist. Ein wichtiges experimentelles Hilfsmittel bildet der Klydonograph der Westinghouse Company, welcher mit Hilfe von Lichtenbergschen Figuren arbeitet und gestattet, Höhe, Vorzeichen und bis zu einem gewissen Grade auch zeitliche Änderungen von Überspannungserscheinungen auf einem Registrierstreifen festzuhalten. Seine Eigenschaften sind eingehend experimentell untersucht[9], seine Bedeutung erst kürzlich in dieser Zeitschrift gewürdigt worden[10].

Ein weiteres Gerät zur Überspannungsanzeige ist von Mix & Genest entwickelt worden[11]. Bei diesem Gerät wird eine durch kapazitive Spannungsteilung der Wanderwellenspannung proportionale Hilfsspannung dem Gitter einer Röhre zugeführt, deren Anodenstrom ein Relais steuert, wobei durch eine sinnreiche Kunstschaltung dafür gesorgt ist, daß auch sehr kurzzeitige Spannungstöße das Relais zum Ansprechen bringen.

Überstromschutz.

Die wichtigsten Hilfsmittel für die Herabsetzung der Kurzschlußwirkungen sind die Reaktanzspulen und der Überstromschutzregler. Es ist auf die wachsende Verkoppelung der Kraftübertragungsnetze zurückzuführen, daß diesen Einrichtungen in jüngster Zeit erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet wird. Die Reaktanzspule hat sich als unumgängliches Hilfsmittel zur Beherrschung der Kurzschlußströme in der Nähe großer Zentralen erwiesen. In die Sammelschienen von Kraftwerken eingebaut, gestattet sie beschränkten Leistungsaustausch zwischen Kraftwerksteilen, die sonst getrennt betrieben werden müßten. Abzweige verhältnismäßig kleiner Leistung, welche an Sammelschienen großer Leistung angeschlossen werden, müssen mit ihr versehen werden. In großen Kraftwerken, von welchen gleichzeitig zahlreiche Leitungen abzweigen, beeinflussen die einzubauenden Reaktanzen infolge ihres Platzbedarfes die Disposition der Schaltanlage entscheidend. Ein Beispiel ist die Schaltanlage des neuerbauten Großkraftwerks Klingenberg[12]. Besondere Schwierigkeiten bereitet der konstruktive Aufbau der Reaktanzspulen infolge der gewaltigen Kurzschlußkräfte, welchen sie gewachsen sein müssen[13]. Diese Schwierigkeiten werden neuerdings dadurch überwunden, daß die Windungen der Spule in Beton eingebaut werden. Derartige Betonreaktanzen sind im Großkraftwerk Klingenberg verwendet worden.

Hinsichtlich der Zweckmäßigkeit der Überstromschutzregelung ist man sich heute noch nicht ganz einig. Zu ihren Gunsten macht man die Schonung der Ölschalter der Generatoren geltend. Gegen ihre Verwendung spricht in Netzen mit einem Kraftwerk die Befürchtung, daß die Herabregelung der Erregung des speisenden Kraftwerkes den Selektivschutz des Netzes unter Umständen außer Gefecht setzen kann, in Netzen, in welchen mehrere Kraftwerke arbeiten, die Befürchtung, daß unzulässige Ausgleichströme zwischen schutzgeregelten und spannungsgeregelten Kraftwerken auftreten. In städtischen Netzen besteht ferner die Gefahr des unnötigen Außertrittfallens von Umformern[14]. Auch sind in einigen Netzen günstige Erfahrungen mit ihr gemacht worden: Lichtbogen-Kurzschlüsse wurden ohne Abschaltung zum Verschwinden gebracht.

BBC haben ihren bekannten Überstromschutzregler, welcher bisher zweiphasig in der 60°-Schaltung arbeitete, nunmehr, dem Beispiel anderer Firmen folgend[15], dreiphasig ausgebildet.

Selektivschutz von Hochspannungs-Freileitungen.

Während vor kurzer Zeit auf diesem Gebiet eine große Menge von verschiedenen Schutzschaltungen emp-

---

[4] Vidmar, ETZ 1927, S. 801.
[5] König, ETZ 1927, S. 301.
[6] Sommer, Arch. El. Bd. 18, S. 283, Referat ETZ 1927, S. 1706.
[7] Matthias u. Gàbor, Mittl. d. Studiengesellschaft für Höchstspann.-Anl., H. 1, 1928. Rogowski, Flegler, Tamm, Arch. El. Bd. 18, S. 479.
[8] K. B. McEachron, Gen. El. Rev., Bd. 29, S. 678.
[9] Müller-Hillebrand, Siemens-Z. Bd. 7, S. 547 u. 605.
[10] Keinath, ETZ 1928, S. 1.
[11] Lohaus, ETZ 1927, S. 267.
[12] Probst, ETZ 1928, S. 12.
[13] Buchholz, Fachbericht-Heft der Kieler VDE-Tagung 1927, S. 10.
[14] Schwenkhagen, Elektrizitätswirtsch. Bd. 26, S. 231.
[15] Jackwirth, AEG-Mitt. 1925, Heft 7, S. 225.

fohlen und verwendet wurde, scheint sich neuerdings ein einigermaßen einheitlicher Standpunkt durchzusetzen. Im Zusammenhange mit der wachsenden Ausbreitung der Erdschlußkompensation, welche Dauerbetrieb einer mit einfachem Erdschluß behafteten Leitung ermöglicht, verzichtet man auf selektiven Erdschlußschutz und verwendet die Erdschlußrelais nur dazu, die gestörte Leitungsstrecke kenntlich zu machen. Dagegen strebt man nach wie vor danach, selektive Abschaltung des gestörten Leitungstückes bei Kurzschlüssen und Doppelerdschlüssen in möglichst kurzer Zeit zu erreichen. Hierzu dienen in erster Linie die von Westinghouse in Amerika, von der AEG in Deutschland eingeführten, auf dem sogenannten Distanzprinzip beruhenden Relais, welche heute von allen Großfirmen gebaut werden. Diese Relais besitzen eine Ablaufzeit, welche von dem Quotienten Spannung durch Strom, d. h. der Impedanz, abhängt. Sowohl in der Konstruktion als auch in der Schaltung dieser Relais sind Verbesserungen erzielt worden.

BBC hat ein neues Distanzrelais entwickelt[16], bei welchem sowohl das Ansprechen wie die Ablaufzeit von der Impedanz abhängen. Es besteht aus drei zusammenwirkenden Teilen:

dem Impedanz-Ansprechorgan, welches den Apparat im Störungsmoment in Tätigkeit setzt,
dem Triebwerk mit Handaufzug und 100 s Laufzeit, welches die mechanische Arbeit leistet,
dem wattmetrisch wirkenden Ohmmeter, welches die Auslösezeit diktiert und die für das richtige Funktionieren des Distanzschutzes unerläßliche Richtwirkung gewährleistet.

Die Wicklungen des Relais bestehen aus einfachen feststehenden Spulen; bewegliche Stromzuführer und empfindliche Dämpfungsorgane fehlen. Die Relais normaler Ausführung sind für alle Netzspannungen gleich und werden an ungleiche Netzstromwandler mit Hilfe eines einstellbaren Abgleichwandlers angepaßt.

Die AEG verwendet schon seit einigen Jahren in solchen Netzen, in welchen die Leistung der speisenden Generatoren stark schwankt, und in welchen daher manchmal verhältnismäßig niedrige Kurzschlußströme vorkommen, das Impedanzprinzip auch für das Ansprechen. Sie benutzt in diesem Falle ein besonderes Anwurfrelais[17], welches entweder nach dem Wagebalken-Prinzip oder nach dem Ferraris-Prinzip gebaut ist und das Ansprechen des Hauptrelais in die geforderte Abhängigkeit von Strom und Spannung bringt. Die Konstruktion des Anwurfrelais ist neuerdings verbessert worden. Das Relais besitzt jetzt Selbstfesthaltung, welche so bemessen ist, daß einerseits sicherer Anwurf auch bei kurzen Impulsen, anderseits beim Verschwinden des den Anwurf auslösenden Stromes sicheres Loslassen gewährleistet ist.

Damit der Selektivschutz zu einer eindeutigen Abschaltung der gestörten Leitungstrecke führt, ist es bekanntlich erforderlich, auch das Stromrichtungs-Prinzip zur Hilfe zu nehmen. Bei einigen Konstruktionen von Distanzrelais ist diese Richtwirkung schon von vornherein vorhanden. Für solche Distanzrelais, bei denen dies nicht der Fall ist, z. B. für dasjenige von Siemens-Westinghouse[18], sowie für Schutzschaltungen, welche nicht nach dem Distanzprinzip aufgebaut sind, hat S. & H. ein neues hochempfindliches Richtungsrelais entwickelt[19].

Die gleiche Firma hat neue Überstrom- und Differentialrelais herausgebracht, welche sich durch verringerten Leistungsverbrauch auszeichnen, was erwünscht ist, wenn solche Relais an Stabwandler angeschlossen werden sollen[20].

Selektivschutz von Kabelnetzen.

In vermaschten Kabelnetzen läßt sich bekanntlich ein besonders wirksamer Selektivschutz erzielen, wenn man besonders zu diesem Zweck entwickelte Spezialkabel benutzt, deren Mehrpreis gegenüber normalen Kabeln unerheblich ist. Auf diesem Gebiete sind von BBC, SSW und der AEG wesentliche Neuerungen herausgebracht worden. Der Selektiv-Kabelschutz von BBC und der Rheinischen Draht- und Kabelwerke G. m. b. H., System Dr. Glaser[21] ist neu herausgebracht worden. Das zu diesem Schutzsystem gehörige Spezialkabel besitzt im Inneren des Dielektrikums einen zur Hülle konzentrischen, zur Stromfortleitung nicht mitbenutzten, aus einer dünnen Einlage bestehenden Hilfsleiter, welcher unter dem Einfluß des elektrischen Feldes des Kabels im normalen, fehlerfreien Betriebe eine ganz bestimmte Spannung annimmt. Die Schutzschaltung selbst beruht auf dem Prinzip des Spannungsvergleichs. Signalisierung bzw. Abschaltung des kranken Kabelstückes erfolgt bei einer Störung der normalen Spannungsverteilung zwischen Kabelader, Einlage und Kabelmantel.

Die Schutzsysteme der AEG und der SSW beruhen auf dem Spaltleiter-Prinzip. Der stromführende Kabelquerschnitt ist in mehrere Teilleiter zerspalten, welche schwach gegeneinander isoliert sind und deren Isolationszustand gegeneinander der Kontrolle unterworfen wird. Die AEG hat an ihrem bewährten Schutzsystem nach Pfannkuch festgehalten, an ihm jedoch wesentliche Verbesserungen angebracht[22]. Der Querschnitt des Pfannkuch-Kabels besteht bekanntlich aus drei Gruppen von Drähten. Die innerste Gruppe, der überwiegende Teil des Kabelquerschnittes, wird von zwei Gruppen von Decklagendrähten umhüllt, welche schwach gegeneinander und gegen die erste Gruppe isoliert sind. Zwischen den isolierten Deckdrahtgruppen und zwischen diesen Gruppen und dem Kern liegt eine Kontrollspannung. Zur Erzeugung dieser Kontrollspannung dienen zwischengeschaltete Kabelschutzwandler, die so konstruiert und angeordnet sind, daß sie die Unterhaltung des Spannungsunterschiedes ermöglichen, ohne daß dadurch die Nutzstromverteilung gestört wird. Nach der früheren Ausführung waren diese Kabelschutzwandler kleine, vom Betriebstrom erregte Serien-Transformatoren, welche so bemessen waren, daß schon bei verhältnismäßig geringer Belastung des Kabels die Kontrollspannung nahezu den normalen Wert erreichte. Es hat sich jedoch gezeigt, daß es auch erforderlich ist, leerlaufende Kabel unter Kontrolle zu halten, und daß der Ladestrom leerlaufender Kabelstrecken oft nicht ausreicht, um Kontrollspannungen genügender Höhe zu erzeugen. Aus diesem Grunde stellt die AEG neuerdings außer den stromerregten Schutzwandlern auch spannungserregte Wandler her, welche unabhängig von der Belastung eine konstante Kontrollspannung liefern.

Es wurde ferner die Schutzschaltung weiter durchgebildet. Die bisher nach dem elektromagnetischen Prinzip arbeitenden Relais sind durch elektrodynamische (wattmetrische) ersetzt worden. Dabei ist der Schutz nach wie vor zweistufig, d. h. er besteht aus einem Warnsystem und aus einem auslösenden System. Da erfahrungsgemäß Störungen meist am Umfang der Kabeladern beginnen, können außerordentlich geringfügige Störungen, welche bei längerer Dauer zu einer schwereren Zerstörung führen würden, frühzeitig erkannt und die entsprechenden Abwehrmaßnahmen eingeleitet werden, ohne daß zunächst das Kabel selbsttätig abgeschaltet zu werden braucht. Erst bei einem ernsteren Defekt tritt die Auslösung in Tätigkeit.

Der ähnlich arbeitende Z.D.-Kabelschutz der SSW ist ebenfalls weiterentwickelt worden. Er benutzt einen Zentral-Hilfsleiter, welcher gegen die ihn umgebenden Hauptleiterdrähte isoliert ist. Die Schutzschaltung selbst beruht auf dem Prinzip des Stromvergleichs. Die Ströme in Haupt- und Nebenleiter werden am Anfang und Ende jeder Kabelstrecke über Wicklungen von Differentialwandlern geführt, so daß deren Wirkungen auf eine dritte Wicklung sich bei fehlerlosem Zustand des Kabels aufheben. Bei Eintritt eines Fehlers bringt die genannte dritte Wicklung ein Relais zum Ansprechen, welches seinerseits die Auslösung herbeiführt. Ein Satz von Hilfswandlern, sogenannten Saugwandlern, erzwingt im normalen Betrieb die richtige Stromverteilung und macht so den störenden Einfluß des Skineffektes im Kabel unschädlich.

Schutz von Gleichstromnetzen.

Eine eigentümliche Störungsart ist bei Gleichstromnetzen als Konsequenz des allmählichen Verschwindens der Akkumulatorbatterien in erhöhtem Maße aufgetreten und erfolgreich bekämpft worden. Infolge der engen Vermaschung der Gleichstromnetze und der starren Charakteristik der sie speisenden Maschinen und Umformer bzw. Gleichrichter einerseits, ihrer geringen Überlastbarkeit anderseits, gelingt es nicht ohne weiteres, größere Gleichstromnetze wieder hochzufahren. Die zuerst aufs Netz geschaltete Maschine, deren Leistung nicht zur Bedarfsdeckung der noch angeschlossenen Verbraucher genügt, wird mit einem so hohen Strom belastet, daß sie von ihrer Maximalauslösung wieder abgeschaltet wird. Alle Maschinen aber gleichzeitig wieder einzuschalten, ist prak-

16 BBC-Nachr. Bd. 15, S. 27.
17 Biermanns, Bull. SEV Bd. 18. Groß, El. u. Maschinenb. Bd. 45, 801.
18 Koch, Fachbericht-Heft d. Kieler Verbandstagung 1927, S. 32.
19 Sorge, Siemens-Z. Bd. 7, S. 785.
20 Schleicher, Siemens-Z. Bd. 6, S. 36.
21 BBC-Mitt. Mannheim. Bd. 14, S. 22; Referat ETZ 1928, S. 187.
22 Rottsieper, AEG-Mitt. 1927, S. 136.



tisch unmöglich. Zur Behebung dieser Schwierigkeit sind verschiedene Wege eingeschlagen worden. Einmal können Maßnahmen in den Zentralen bzw. Umformerstationen getroffen werden. Die bekannteste besteht darin, die Maschinen nach Behebung der Störung über stufenweise abzuschaltende Widerstände ans Netz zu legen. Auch die Eigenschaften der Maschinen selbst können, allerdings nur, wenn es sich um Generatoren handelt, entsprechend gestaltet werden (Gegenkompoundwicklung). In diesem Sinne verwenden BBC ihren bekannten Überstromregler zum langsamen Wiederhochfahren des Netzes[23]. Den Maßnahmen in den Zentralen stehen Maßnahmen im Netz gegenüber. Letzteren Weg beschreiten neuerdings die SSW. Sie verwenden die selbsttätige Aufteilung des Gleichstromnetzes durch Knotenpunktschalter. Die Zerlegung erfolgt selbsttätig nach einer eingetretenen Störung, während nach Wiederaufnahme des Betriebes das Netz wieder zu einem gemeinsamen Ganzen zusammengeschlossen wird[24]. Besondere Bedeutung erlangen die Schutzmaßnahmen in Netzen, welche ganz oder teilweise selbsttätig betriebene Stationen enthalten. Die erzielten Fortschritte in der Automatisierung, welche zu behandeln hier nicht der Ort ist, hängen daher auch mit der Verbesserung der Schutzeinrichtungen zusammen.

Generatorschutz.

Auf dem Gebiete des Generatorschutzes ist leider von einem einheitlichen Standpunkt noch wenig zu erkennen. Man erhält den Eindruck, daß dieses Gebiet teilweise noch in der Entwicklung begriffen ist. Als geklärt darf die Frage angesehen werden, welche Schutzmaßnahmen bei einer Störung eines Generators eingeleitet werden sollen. Es ist dies neben der Abschaltung der Maschine die möglichst rasche Entregung und bei sehr großen Maschinen die Betätigung einer Brandlöschvorrichtung. Neue theoretische und experimentelle Untersuchungen haben hier gezeigt[25], daß mit Hilfe der gewöhnlichen Entregungsverfahren unter Verwendung von Feldschwächungs-Widerständen im Haupt- und Nebenschlußkreise der Erregermaschine im wesentlichen die gleiche Wirkung erzeugt werden kann, wie bei den interessanten Entregungsverfahren mit Umpolung der Erregermaschine (Rüdenbergscher Schwingungswiderstand).

Große Mannigfaltigkeit zeigen dagegen diejenigen Einrichtungen, welche den Eintritt eines Generatorschadens anzeigen und die Schutzmaßnahmen einleiten sollen, d. h. die Relais-Schutzschaltung. Es ist darauf hingewiesen worden, daß die Schutzschaltung möglichst einfach und damit zuverlässig sein muß[26]. Ferner wird dem Schutz gegen einphasige Verbindung der Wicklungen mit dem Gehäuse (Erdschluß) die größte Bedeutung beigelegt[27], da die meisten Generatorschäden nach den heutigen Erfahrungen mit einem Erdschluß beginnen. Am einfachsten ist der Erdschlußschutz dann durchzuführen, wenn jeder Generator mit seinem Transformator als unlösbare Einheit zusammengeschaltet ist, Generator-Sammelschienen also nicht vorhanden sind. In diesem Falle genügt ein einfaches strom- oder spannungsempfindliches Relais, welches so geschaltet ist, daß es die Schutzmaßnahmen seines Generators bei Erscheinen einer Nullpunktspannung in Tätigkeit setzt. Da erfahrungsgemäß auch Überschläge in unmittelbarer Nähe des Nullpunktes sterngeschalteter Generatoren auftreten, ist es wünschenswert, den Schutz auf die ganze Wicklung zu erstrecken. Nach einem neuen Vorschlag von Pohl[28] geschieht dies dadurch, daß der Sternpunkt des Generators im normalen Betrieb gegen Erde unter eine kleine Hilfspannung gesetzt wird. Bei einem Erdschluß im Nullpunkt selbst wird bei dieser Anordnung dem Relais eine zu seiner Auslösung hinreichende Spannung zugeführt. Die praktische Schaltung, welche von der AEG angewendet wird, besteht darin, daß ein passend gewählter Wicklungspunkt eines kleinen, außerdem als Spannungswandler benutzten Transformators über dem Erdungswiderstand geerdet wird[29].

Schwierigkeiten macht dagegen der Erdschlußschutz solcher Generatoren, welche auf Sammelschienen parallel arbeiten. Hier muß durch zusätzliche Maßnahmen dafür gesorgt werden, daß im Störungsfalle nur der gestörte Generator aus dem Betriebe genommen wird, daß also der Schutz selektiv wirkt. Diesem Zweck dienen verschiedene Schutzschaltungen unter Zuhilfenahme eines wattmetrischen Relais, dessen Spannungsspule die Nullpunktspannung und dessen Stromspule der Unsymmetriestrom, d. h. die Summe der Phasenströme zugeführt wird. Einige neue Varianten solcher Schutzschaltungen sind angegeben worden[30]. Die besondere Schwierigkeit, welche bei der Verwendung derartiger Schutzschaltungen zu überwinden ist, ist folgende: Einerseits ist die erforderliche Empfindlichkeit sehr groß, da beide dem Relais zugeführten Größen von der Lage der Erdschlußstelle im Generator stark abhängen und insbesondere dann, wenn der Erdschluß in der Nähe des Nullpunktes liegt, sehr klein werden. Außerdem besitzen die Wandler nicht die idealen, bei Aufzeichnung der Schaltung gewöhnlich vorausgesetzten Eigenschaften. Insbesondere bildet sich bei der Summenschaltung der Stromwandler im Stromspulenkreis des Relais, besonders bei unsymmetrischer Generatorbelastung (Doppelerdschluß im Netz), fälschlicherweise ein Strom aus, welcher bei gleichzeitigem Vorhandensein einer Nullpunktspannung, d. h. bei Erdschluß außerhalb des Schutzbereiches, zu einer Fehlauslösung führen kann. Mittel zur Unschädlichmachung dieses „Falschstromes" sind von der AEG neu angegeben und praktisch verwendet worden[31]. Die Bedeutung dieser Mittel liegt darin, daß der Erdschlußschutz bis nahe an den Nullpunkt des Generators herangetragen wird und daß trotzdem durch geeignete Bemessung der Erdungswiderstände der Erdschlußstrom so klein gehalten werden kann, daß nach Auftreten eines Erdschlusses und ordnungsgemäßem Funktionieren des Erdschlußnetzes schwerere Beschädigungen im Generator hintangehalten werden.

Als Mittel gegen den zwei- oder dreiphasigen Kurzschluß hat sich der unempfindlich (etwa 30 %) eingestellte Differentialschutz fast ausschließlich durchgesetzt. Eine Variante des Differentialschutzes ist der sogenannte selbstausgleichende Schutz von Beard[32]. Umstritten ist noch die Zweckmäßigkeit des Rückstromschutzes und des Windungsschlußschutzes. Bei den Schutzschaltungen von SSW spielen die Rückstromrelais, insbesondere als Mittel gegen Schäden an der Antriebsmaschine, eine bedeutende Rolle[33]. Die AEG widerrät dem Einbau von Rückstromrelais. Störungen im Generator werden nach ihrer Meinung durch die übrigen Schutzeinrichtungen erfaßt. Gegen Störungen in der Antriebsmaschine könne das Rückstromrelais nicht wesentlich ankämpfen, da die von ihm eingeleiteten Maßnahmen, Öffnung des Schalters und Entregung, die kinetische Energie der umlaufenden Maschine nicht vernichten können. Zudem bestände die Gefahr, daß zu empfindlich eingestellte Rückstromrelais bei Pendelungen oder nicht ganz tadellosen Parallelschaltungen zu Fehlauslösungen Veranlassung geben.

Auch hinsichtlich der Zweckmäßigkeit des Windungsschlußschutzes sind die Meinungen noch geteilt. Zwar wird der Windungsschluß, d. h. der Kurzschluß zwischen zwei verschiedene Potentiale führenden Punkten ein und derselben Phase ohne Mitwirkung des Eisens durch die bisher beschriebenen Schutzmaßnahmen nicht erfaßt; anderseits aber ist man sich nicht darüber einig, ob die größere Komplikation der Schutzschaltung, welche durch den Einbau dieses zusätzlichen Schutzes erforderlich wird, angesichts der doch verhältnismäßig geringen Wahrscheinlichkeit dieser Störungsart gerechtfertigt erscheint.

Eine neue Signaleinrichtung hat die Firma BBC entwickelt, die entweder in Form einer Säule, eines Schrankes oder einer Platte ausgeführt ist, und an welche beliebige kontaktgebende Relais angeschlossen werden können[34]. Die AEG hat ein Signalrelais auf den Markt gebracht, welches vorzugsweise dazu Verwendung findet, eingetretene Schaltänderungen von Relais anzuzeigen[35].

Schutz von Umformern.

Die eigentlichen Schutzeinrichtungen von Einankerumformern haben sich nicht wesentlich geändert. Dagegen hat die Studien-Gesellschaft für Höchstspannungsanlagen gemeinsam mit den Berliner Elektrizitätswerken eine äußerst aufschlußreiche experimentelle Untersuchung im Netz der letzteren über den Einfluß von Spannungs- und Frequenzschwankungen im speisenden Netz auf den Betrieb

[23] K. Harteneck, Fachbericht-Heft der 32. Jahresversammlung des VDE in Kiel, S. 55.
[24] E. Cramer, Fachbericht-Heft der 32. Jahresversammlung des VDE in Kiel, S. 53.
[25] Pohl, Kieler Fachbericht-Heft 1927, S. 108.
[26] Pohl, ETZ 1927, S. 202.
[27] Pohl, ETZ 1927, S. 202.
[28] Pohl, ETZ 1927, S. 202.
[29] v. Schaubert, Kieler Fachbericht-Heft 1927, S. 17.
[30] Ahrberg u. Gaartz, Siemens-Z. Bd. 7, S. 465 u. 555.
[31] v. Schaubert, Kieler Fachbericht-Heft 1927, S. 16.
[32] Ahrberg u. Gaartz, Siemens-Z. Bd. 7, S. 467.
[33] Ahrberg u. Gaartz, Siemens-Z. Bd. 7, S. 555. Schleicher, Siemens-Z. Bd. 6, S. 161.
[34] BBC-Mitt., Baden Bd. 14, S. 247.
[35] Kannengießer, AEG-Mitt. 1926, S. 344.

der Einankerumformer durchgeführt[36]. Es handelt sich dabei darum, ausfindig zu machen, wie man die Zahl der Abschaltungen der Einankerumformer auf das kleinste Maß herunterbringen könne, da dem Wiederanfahren des Gleichstromnetzes die bekannten, früher erwähnten Schwierigkeiten entgegenstehen. Die Untersuchung ergab, daß der Betrieb von Einankerumformern wesentlich durch Höhereinstellung des Relais verbessert werden kann, ohne daß die Umformer Schaden leiden. Außerdem vermittelten die Ergebnisse nebst den aufgenommenen Oszillogrammen einen interessanten Einblick in die physikalischen Vorgänge.

In ähnlicher Richtung bewegt sich eine Einrichtung, welche die AEG, gestützt auf frühere Untersuchungen[37], entwickelt hat. Während die obengenannten Untersuchungen darauf abzielten, die Zahl der Abschaltungen möglichst zu verringern, stellte sich die AEG die Aufgabe, den Umformer nach erfolgter Abschaltung möglichst rasch wieder in Betrieb zu bringen. Eine Veröffentlichung über diese der Automatisierung nahestehende Schutzeinrichtung wird demnächst erfolgen.

[36] ETZ 1927, S. 120 u. 168 und Elektrizitätswirtsch. Bd. 26, S. 231.
[37] Hillebrand, AEG-Mitt. 1926, S. 322.

Schutz von Transformatoren.

Der Schutz größerer Transformatoren ist ziemlich einheitlich geworden. Als empfindlichster Schutz für Schäden innerhalb des Kessels wird der Buchholz-Schutz verwendet, über den neue Versuche bekannt geworden sind[38]. Neben dem Buchholz-Schutz hat sich sowohl der auf reinem Stromvergleich als auch der auf Leistungsvergleich beruhende Differentialschutz erhalten[39].

Zusammenfassend läßt sich wohl sagen, daß auf dem großen und schwierigen Gebiet der Schutzeinrichtungen elektrischer Kraftverteilungsanlagen erhebliche Fortschritte erzielt worden sind und daß sich auch in den wichtigsten Punkten ein einheitlicher oder doch in den wesentlichsten Zügen übereinstimmender Standpunkt herauszubilden beginnt. H. Piloty.

[38] Buchholz, ETZ 1928, S. 1257. Zipp, Elektrizitätswirtsch. Bd. 26, S. 131 u. 157.
[39] z. B. Schleicher, Siemens-Z. Bd. 6, S. 79.

Errichtungsvorschriften für Hochspannungsanlagen.

Von A. Rachel, Dresden.

Übersicht. Es wird gezeigt, aus welchen Zusammenhängen heraus eine stärkere Berücksichtigung der Hochspannungsanlagen in den Errichtungsvorschriften des VDE fühlbar geworden ist. Es werden weiterhin die Gesichtspunkte erläutert, die für eine Zerlegung der Errichtungsvorschriften in zwei Teile sprechen, und es wird kurz auf den in diesem Heft durch den VDE veröffentlichten Entwurf des neuen Hochspannungsteiles der Vorschriften erläuternd eingegangen.

Den Lesern der ETZ ist durch die Veröffentlichungen der Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften des VDE bekannt, daß in den Jahren 1926/27 eine planmäßige Überarbeitung der Errichtungs- und Betriebsvorschriften erfolgt ist.

Bei den Beratungen hierüber trat fühlbar in Erscheinung, daß die während der Kriegs- und Nachkriegsjahre in so bedeutungsvollem Maße eingetretene Entwicklung der Hochspannungstechnik bisher noch verhältnismäßig geringe Auswirkung auf die Fassung der Errichtungsvorschriften gehabt hatte. Diese Entwicklung der Hochspannungstechnik ist nicht, wie zuweilen angenommen wird, allein durch die Verwendung hoher und höchster Spannungen gekennzeichnet, sondern außerdem durch hohe Leistung und Kurzschlußleistung, ist sie doch vor allem bedingt gewesen durch den gesteigerten Kraftbedarf der Industrie während der Kriegs- und Inflationsjahre und der Zeit des Kohlenmangels, die eine Umstellung der Krafterzeugung auf zum Teil andere Energiequellen (z. B. Wasser und Rohbraunkohle) mit sich brachte. Letzten Endes kennzeichnet sich also diese Entwicklung in einer außergewöhnlichen Zunahme der im Deutschen Reiche in Industrie- und Zentralanlagen benötigten elektrischen Leistung. Sie erforderte laufend nicht nur eine sehr beachtliche Neuerrichtung, Erweiterung und Umstellung von Kraftanlagen der öffentlichen Elektrizitätsversorgung (Zentralanlagen), sondern auch eine solche von Fabrikanlagen (Kraft-, Anschluß- und Installationsanlagen), letzteres ebenfalls eine Tatsache, die oft nicht genügend beachtet wird.

Das Ergebnis der Entwicklung war also eine gewichtige Erhöhung der Betriebstromstärken, Kurzschlußstromstärken, der Zuführungs- und zum Teil der Verbrauchsspannung der in Deutschland vorhandenen Hochspannungsanlagen.

Dazu kam, daß der rasch steigende Kraftbedarf im letzten Jahrzehnt eine Zusammenfassung der Elektrizitätsversorgung großer Gebiete unter Zusammenschaltung der Kraftwerke mit sich brachte, die ebenfalls auf die Kurzschlußleistung in den Hochspannungsanlagen einschließlich der Anschlußanlagen der Verbraucher steigernd einwirkte. Anderseits gestattet diese Zusammenfassung nunmehr auch, große und größte Industrien an die öffentliche zentralisierte Elektrizitätsversorgung anzuschließen. Dies hatte wiederum nicht nur den Bau großer industrieller Hochspannungsanschlußanlagen zur Folge, sondern oft auch eine zusätzliche Elektrisierung von Fabrikbetrieben, die bisher mit Dampf- oder Wasserkraft unmittelbar, also ohne Elektrizität angetrieben worden waren.

Die Elektrizitätsversorgung dehnte sich also in der Zeit seit Ausbruch des Krieges nicht nur in der Breite, sondern in ausgesprochenem Maße auch in der Tiefe aus, wobei Leistung, Kurzschlußleistung und Spannung eine fast allseitige Steigerung erfuhren, eine Entwicklung, die sich fast ausschließlich auf dem Gebiet der H o c h s p a n n u n g s a n l a g e n vollzog.

Es ist verständlich, daß diese Entwicklung von größtem Einfluß auf fast alle Grundsätze bei der Errichtung von Hochspannungsanlagen sein mußte und daß Gesichtspunkte entstanden, die sich in den bisherigen Errichtungsvorschriften noch nicht vorfinden konnten. Diese Vorschriften waren aus den Bedürfnissen der Niederspannungsanlagen entstanden und hatten sich im Einklang mit der historischen Entwicklung der Elektrizitätsversorgung in den ersten Jahrzehnten ihres Bestehens in erster Linie mit den Bedürfnissen dieser Anlagen weiter entwickelt.

Es war dabei unter der bewährten Führung von Herrn Geh. Regierungsrat Dr. C. L. W e b e r möglich gewesen, die technischen Gesichtspunkte für Hochspannungsanlagen von einigen 1000 V, wie sie im weiteren Verlauf im allgemeinen vorlagen, in zwangloser Weise in die Errichtungsvorschriften insbesondere in Form von Zusatzvorschriften einzufügen.

Es wird hiernach verständlich sein, daß bei der letzten grundlegenden Durcharbeitung der Vorschriften das Bedürfnis hervortrat, auch die wesentlichsten Gesichtspunkte für die Errichtung derartiger Hochspannungsanlagen, wie sie etwa in den letzten 15 Jahren in so riesigem Umfang in Deutschland entstanden sind, in entsprechendem Maße in den neuen Vorschriften in Erscheinung zu bringen.

Dies schien um so berechtigter, als die eingangs geschilderte Fortentwicklung der Technik der Starkstromanlagen in Richtung ausgedehnter Hochspannungsanlagen hoher und höchster Spannung und großer und größter Leistung sich bereits in einer größeren Anzahl sehr umfangreicher Vorschriften, Regeln und Leitsätze des VDE sichtbar ausgewirkt hatte (z. B. Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen, Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen, Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren, Vorschriften für Starkstromfreileitungen, Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen u. dgl.), ein Zustand, der mangels einer Zusammenfassung zunächst die Gefahr der Zersplitterung und Unübersichtlichkeit in sich trug, auf die Dauer aber die Gefahr in sich barg, daß die Errichtungsvorschriften des VDE, welche doch von altersher der Grund- und Eckpfeiler des gesamten Vorschriftenwesens des VDE gewesen sind, diese Stellung teilweise einbüßen könnten.

Bei dem Versuch, Vorschläge für eine Abänderung der Vorschriften zu machen, stieß man sehr bald auf die Erkenntnis, daß es wohl überhaupt nicht das Zweckmäßigste sein würde, die Errichtungsvorschriften in ihrem heutigen Aufbau für Niederspannungsanlagen und mit Zusätzen für Hochspannungsanlagen durch Angliederung der für die in der Zwischenzeit entstandenen Hochspannungsanlagen maßgebenden Gesichtspunkte so zu erwei-

tern, daß sie eine übersichtliche und lückenlose Grundlage von Vorschriften und Ausführungsregeln für die Gesamtheit der Starkstromanlagen darstellen würden.

Dies liegt einmal in der verständlichen Tatsache, daß das Wesen der Anlagen niederer Spannung und damit auch im allgemeinen niederer Leistung recht unterschiedlich ist von dem von Anlagen höherer Spannung und höherer Leistung. Weiter wenden sich die Vorschriften für Starkstromanlagen niederer Spannung im wesentlichen an das Installateurpersonal, also in sehr starkem Maße an handwerksmäßig vorgebildete Kreise, im Gegensatz zu Vorschriften über Anlagen höherer Spannung und höherer Leistung, die sich in erster Linie an Ingenieure und Techniker, also an theoretisch technisch geschulte Kreise wenden, was in bezug auf Aufbau, Umfang und Art der Abfassung der Vorschriften sowie auf die Frage etwaiger Erläuterungen dazu nicht ohne Einfluß bleiben kann.

Diese Erwägungen führten dazu, daß es Mitglieder der Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften aus dem Kreise der Vereinigung der Elektrizitätswerke in der ersten Hälfte des Jahres 1927 nach Einvernehmen mit dem VDE und mit dem Vorsitzenden der Kommission, Herrn Geh. Regierungsrat Dr. C. L. Weber, welcher von Anfang an in weitsichtigster Weise diesen Bestrebungen mit seinem erfahrenen Rat zur Seite stand, in aller Stille übernahmen, bis zum Ende des Jahres 1927 ausgearbeitete Vorschläge für eine Fassung der Vorschriften zu machen, die den vorliegenden Verhältnissen Rechnung trüge. Es herrschte dabei schon damals unter den Beteiligten Klarheit, daß diese Arbeit bei den Anlagen niederer Spannung, also im wesentlichen bei den Niederspannungsanlagen, nicht auf eine materielle Umstellung oder Erweiterung der Vorschriften, sondern nur auf eine redaktionelle Überarbeitung, bei den Vorschriften für höhere Spannung praktisch aber auf eine fast völlige Neubearbeitung hinauskommen würde.

Das Ergebnis der im Jahre 1927 durchgeführten Arbeiten konnte der Sitzung der Gesamtkommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften des VDE in Hamburg Ende Januar 1928 vorgelegt werden und führte zu dem Beschluß der Kommission, die Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen in zwei Teile zu zerlegen. Die veröffentlichungsreife Durchberatung des vorgelegten Entwurfes für Anlagen höherer Spannung wurde dabei einem Sonderausschuß überwiesen, für welchen der VDE die Herren Alvensleben, Heym, Khern, Dr. Koebke, Neustätter, Rachel, Dr. Rißmüller, Dr. Rühle, Dr. Schrottke, Tröger, Vogel, Zaudy und Zimmermann, also zum Teil Herren der Errichtungskommission selbst, gewinnen konnte.

Das Ziel der Beratung sollte sein, bereits der Jahresversammlung 1929 einen endgültigen Entwurf zur Beschlußfassung vorzulegen, ein Ziel, welches bei dem Umfang und der Art der zur Aussprache stehenden Vorschriften von vornherein ein sehr termingemäßes Arbeiten erforderte.

Die Kommission gab den Beteiligten ferner als Richtschnur mit auf den Weg, die Zerlegung in 2 Teile derart anzufassen, daß der eine Teil die Niederspannungsanlagen, der andere Teil die Hochspannungsanlagen umfasse.

Hierbei war man sich aber bereits darüber klar, daß auch ein Teil der Hochspannungsanlagen sich in „Betriebstätten" befindet, die industriellen Zwecken dienen und in der Bedienung wie in der Überwachung vielfach nicht besonders unterrichtetem Hochspannungspersonal unterliegen, so daß die zweckmäßigste Trennlinie zwischen den beiden künftigen Hauptteilen der Errichtungsvorschriften endgültig erst dann gefunden werden könnte, wenn durch Besprechung aller Einzelheiten der Vorschriften im Ausschuß hierüber eine wirkliche Übersicht gewonnen worden sei.

Besonders auch im Hinblick auf diese wichtige Frage ist der erwähnte Sonderausschuß mit einer entsprechenden Anzahl Fachkenner von Verbraucheranlagen besetzt worden.

Diese Frage der besten Trenngrenze beschäftigte den Sonderausschuß und insbesondere die Vertreter der Verbraucheranlagen sehr eingehend. Es ergab sich dabei, daß die natürliche Grenze für die Teilung der Vorschriften gegeben ist durch die allgemein übliche Art der elektrischen Apparate und Materialien und die Form, in der sie angewendet werden. Die normalen Gummiaderleitungen und Kabel sind für Spannungen bis etwa 750 V verwendbar. Schaltapparate für die gleichen Spannungen können nach den Grundformen der Niederspannungsapparate gewählt werden. Auch die üblichen Sicherungstöpsel werden bis zu 750 V gebaut. Dementsprechend werden Anlagen bis zu 750 V installationstechnisch nach Art der Niederspannungsanlagen ausgeführt. Sie enthalten gummiisolierte Leitungen, Rohrverlegung, Drehschalter und dergl. und werden, obgleich sie von Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde an als Hochspannungsanlagen gelten, von dem gleichen Installateur- und Monteurpersonal ausgeführt wie die Niederspannungsanlagen.

Von 1000 V ab dagegen kommen nur noch Apparate in der kennzeichnenden Form der Hochspannungsgeräte in Betracht und als Leitungen verwendet man neben Kabeln im allgemeinen nur blankes Kupfer.

Hieraus ergab sich, daß die zweckmäßigste Trennlinie unterhalb von 1000 V Betriebspannung zu ziehen sei, wobei jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen sei, daß nach wie vor der Begriff der Hochspannungsanlagen gemäß § 2 der Niederspannungs-Errichtungsvorschriften bei mehr als 250 V gegen Erde unverändert bestehen bleibt.

Es werden daher vorgeschlagen:

I. Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstrom-Niederspannungsanlagen und Starkstrom-Hochspannungsanlagen mit Betriebspannung von weniger als 1000 V,

II. Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstrom-Hochspannungsanlagen von 1000 V Betriebspannung aufwärts.

Zu I ist daher nur erforderlich, in die bereits in Hamburg besprochene Neufassung der Niederspannungsvorschriften diejenigen Ergänzungen einzufügen, welche für Hochspannungsanlagen unter 1000 V erforderlich erscheinen. Hierüber wird wohl in Kürze in der ETZ durch den Verband eine weitere Ankündigung erfolgen.

Der für II nach zahlreichen Beratungen ausgearbeitete Entwurf ist in dem vorliegenden Heft der ETZ, S. 1344, durch den VDE veröffentlicht. Es konnte erreicht werden, die Einteilung der neuen Vorschriften, soweit überhaupt möglich, der historisch gewordenen und eingeführten Einteilung der bisherigen Errichtungsvorschriften anzupassen. Es ist wohl nicht erforderlich, sie im Rahmen dieser Bemerkungen noch näher zu erläutern.

Was nun den Inhalt anbelangt, so sind besonders der Abschnitt C, Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren, und der umfangreiche Abschnitt D, Schaltanlagen, fast vollständig neu aufgebaut worden. Auf die oben erwähnten Hochspannungsanlagen über 1000 V in „Betriebstätten" ist bei der Abfassung entsprechend Rücksicht genommen.

Es ist verständlich, daß mit diesem Entwurf in erster Linie der feste Rahmen geschaffen werden konnte. Soweit der Stand der Technik abgeklärt erschien und ein Bedürfnis vorlag, ist der Entwurf in Anlehnung an diesen Rahmen bereits auf Einzelheiten eingegangen. Der zwanglosen Einfügung weiterer Vorschriften oder Ausführungsregeln, die durch die Entwicklung der Technik anerkanntes Gemeingut werden, steht nach Gliederung und Aufbau nichts entgegen.

Der Entwurf steht nunmehr zur öffentlichen Aussprache, und es wird sich hierdurch zeigen, ob die bei den neuen Vorschlägen maßgebend gewesenen Gesichtspunkte die Zustimmung der Fachwelt erfahren. Das Folgende kann aber wohl heute schon gesagt werden:

Der Umfang der vorliegenden Vorschriften und Ausführungsregeln, der sich zudem nur auf das Notwendigste beschränkt, zeigt wohl, daß, sollen die Errichtungsvorschriften weiterhin die Grundlage des gesamten Vorschriftenwesens des VDE bleiben und die durch den VDE in freier Selbstverwaltung so geschaffenen Vorschriften, wie bisher, die allgemeine und restlose Anerkennung durch alle Behörden im Reich behalten, eine stärkere Berücksichtigung der Hochspannungsanlagen als bisher, in welcher Form sie auch immer geschehen möge, erstrebenswert ist, und ferner, daß die Eingliederung solcher Vorschriften in die bestehenden Errichtungsvorschriften wohl schwerlich der zweckmäßigste Weg hierfür ist.

Der Wortlaut des Entwurfs zeigt, daß es eine ganze Anzahl grundlegend wichtiger Dinge bei der Errichtung von Hochspannungsanlagen gibt, die in den in der Zwischenzeit entstandenen oder ausgebauten, oben bereits erwähnten einzelnen Vorschriften, Regeln und Leitsätzen des VDE nicht enthalten sind und auch nach ihrer Zweckbestimmung nicht enthalten sein konnten, und daß demgemäß, falls nicht eine Zersplitterung und Unübersichtlichkeit in dem Vorschriftenwesen für Hochspannungsanlagen Platz greifen soll, eine kurze Zusammenfassung aller Gesichtspunkte in einer Errichtungsvorschrift als Grundlage für sämtliche Hochspannungsvorschriften, wie sie im vorliegenden Vorentwurf versucht worden ist, auf die Dauer schwerlich entbehrbar ist.



Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer für Fahrzeuge.

Von Dipl.-Ing. **Turber,** Berlin.

Übersicht. Es werden die Wirkungsweise der Dynamotoren und Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer konstanter Spannung und die Ausführungen einiger Firmen beschrieben sowie die Gründe angeführt, warum diese Maschinen gegenüber normalen gleicher Leistung groß ausfallen.

Netzspannungen von 1000, 1500 oder 3000 V sind im Gleichstrom-Vollbahnbetrieb heute normal. Die Gefahren, die solch hohe Spannungen auf dem verhältnismäßig kleinen Raum einer Lokomotive mit sich bringen, erfordern besondere Vorsichtsmaßregeln. Man baut eigene Hochspannungskammern und sucht vor allem die Hochspannungsmotoren und -apparate auf der Lokomotive auf eine möglichst kleine Zahl zu beschränken. Zu diesem Zwecke stellt man Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer auf, die die Energie für Beleuchtung und Steuerung und in manchen Fällen auch für die Kompressor- und Lüftermotoren zu liefern haben, obwohl diese Motoren bis zu 1500 V betriebsicher und wirtschaftlich nicht ungünstig gebaut werden können. Für die Steuerung haben sich zwei Spannungsbereiche als besonders vorteilhaft erwiesen, für die Schützensteuerung 500 ... 750 V und für die Druckluftsteuerung 30 ... 100 V.

Die Leistung des Gleichstrom-Gleichstrom-Umformers ergibt sich daher entweder zu 3 ... 8 kW/dd. oder, wenn er Kompressor und Lüftermotor mitzuspeisen hat, zu 10 ... 20 kW/dd. Der Satz selbst setzt sich im Prinzip aus dem antreibenden Motor und dem Generator zusammen. Um Raum und Gewicht zu sparen, vereinigt man beide zu einer Maschine mit nur einem Anker und erhält damit den Dynamotor. In seinem äußeren Aufbau ist er eine normale, meist zweipolige Maschine, deren Anker jedoch zwei voneinander unabhängige gleichpolige Wicklungen und 2 Kommutatoren besitzt (Abb. 1). Die Wicklungen müssen

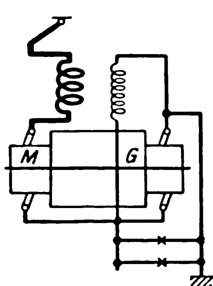


Abb. 1. Dynamotor.

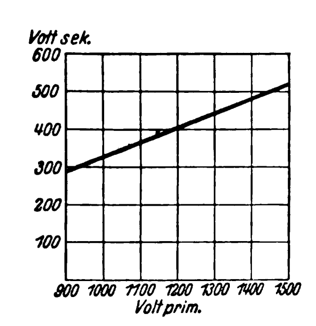


Abb. 2. Spannungsänderung des Dynamotors in Abhängigkeit von der Netzspannung.

gegeneinander und gegen Eisen gut isoliert sein, bedingen daher gegenüber einer normalen Maschine eine schlechtere Nutausnutzung. Infolge der hohen Spannung müssen auch die Kriechwege am Kommutator, die Abstände von den spannungführenden Teilen reichlich bemessen sein. Die Maschine baut sich daher verhältnismäßig lang.

Die elektrische Wirkungsweise ist einfach. Die eine Wicklung mit ihrem Kommutator wird an die Linienspannung gelegt und erhält Strom aus dem Netz. Von dieser Seite läuft die Maschine als Motor. In der zweiten Wicklung wird die gewünschte sekundäre Spannung erzeugt, so daß von dem zugehörigen Kommutator Licht- und Steuerstrom entnommen werden können. Die Ströme in den beiden Wicklungen fließen im Anker in entgegengesetzter Richtung; ein Ankerquerfeld ist also praktisch nicht vorhanden. Deswegen sind die Kommutierungsbedingungen wesentlich günstiger als bei normalen Motoren oder Generatoren, Wendepole sind infolgedessen nicht notwendig. Da beide Wicklungen im gleichen Felde mit der gleichen Geschwindigkeit laufen, verhalten sich die in ihnen erzeugte EMKe, wovon die eine im motorischen Teil als Gegen-EMK erscheint, lediglich wie die in Serie geschalteten Leiter:

$$\frac{U - e\,v_{\text{Mot.}}}{\Delta + e\,v_{\text{Gen.}}} = \frac{L_{\text{ser. Mot.}}}{L_{\text{ser. Gen}}}\,.$$

Die primäre und die sekundäre Spannung sind bei einer fertigen Maschine fest miteinander gekuppelt, und ihr Verhältnis kann nur durch Umwickeln des Ankers, d. h. durch Änderung der Leiter in Serie, geändert werden. Eine Schwächung oder Verstärkung des Feldes führt nicht zum Ziel. Der Dynamotor hat daher die unangenehme Eigenschaft, daß die Generatorspannung sekundär die gleichen Schwankungen mitmacht wie die Motorspannung oder, was dasselbe ist, die primäre Netzspannung (Abb. 2). Man baut den Dynamotor in der Regel mit Kompound-Erregerwicklung. Um günstige Einschaltbedingungen und guten Anlauf zu sichern, führt man die Feldwicklung teilweise als Hauptstromwicklung aus. Die übrige, meist größere Hälfte wird als Nebenschlußwicklung vorgesehen, die häufig von der Generatorseite mit der geringeren Spannung erregt wird. Dadurch werden ein Durchgehen der Maschine bei Entlastung und die unliebsamen starken Drehzahlschwankungen bei wechselnder Last vermieden. Auf die Größe der Maschine ist die Höhe der sekundären Spannung insofern von Einfluß, als man von einem bestimmten Betrag an, etwa ¼ der Netzspannung, vorteilhaft Sparschaltung anwendet. In diesem Fall addiert sich der Motorstrom zu dem des Generators, und beide zusammen bilden den Nutzstrom. Ein Nachteil dabei ist, daß die Netzspannung über den Motor in Verbindung mit der Steuerspannung bleibt, so daß bei Unterbrechnung der Erdleitung der Generator, die Generatorankerwicklung und möglicherweise der ganze Steuer- und Lampenkreis die hohe Netzspannung erhalten. Soll die Sekundärspannung nur eine geringe Höhe, 30/100 V, betragen, wie dies die Druckluftsteuerung verlangt, so sieht man von der Sparschaltung ab. In diesem Fall baut sich die Maschine wesentlich ungünstiger, als wenn Sparschaltung vorgesehen wird. Ein Beispiel mag dies zeigen.

Beispiel: Es soll ein 3 kW-Dynamotor einmal in Sparschaltung für 1500/750 V, das andere Mal für 1500/75 V ohne Sparschaltung entworfen werden.

Sparschaltung.

Index 1 bezeichnet den Motor, 2 den Generator, U die Netzspannung, E_2 die Sekundärspannung, J_N den Nutzstrom (Abb. 3)

$$\frac{E_2\,i_2}{\eta_g} = i_1\,\eta_m\,(U - E_2)$$

$$J_N = i_1 + i_2$$

$$E_2\,(J_N - i_1) = \eta_m\,\eta_g\,i_1\,(U - E_2)$$

$$E_2\,J_N = \eta_{tot}\,i_1\,(U - E_2) + E_2\,i_1$$

$$= i_1\,[\eta_{tot}\,U + E_2\,(1 - \eta_{tot})].$$

Für unser Beispiel ergibt sich also bei $\eta_{tot} = 80\,\%$:

$$3000 = i_1\,[0{,}80\,.\,1500 + 750\,(1 - 0{,}8)]$$

$$i_1 = \frac{3000}{1350} = 2{,}22 \text{ A}$$

$$J_N = \frac{3000}{750} = 4 \text{ A}$$

$$i_2 = 4 - 2{,}22 = 1{,}78 \text{ A}$$

$$E_2 = 750 \text{ V}$$

$$E_1 = 1500 - E_2 = 750 \text{ V}$$

$$E_2\,i_2 = 750\,.\,1{,}78 = 1{,}33 \text{ kW}$$

$$E_1\,i_1 = 750\,.\,2{,}22 = 1{,}67 \text{ kW}$$

tot. 3,00 kW.

Ohne Sparschaltung.

1500/75 V, 3 kW, $\eta_{tot} = 80\,\%$

$$i_2 = \frac{3000}{75} = 40 \text{ A}$$

$$i_1 = \frac{3000}{0{,}8\,.\,1500} = 2{,}5 \text{ A}$$

$$E_2\,i_2 = 75\,.\,40 = 3{,}0 \text{ kW}$$

$$E_1\,i_1 = 1500\,.\,2{,}5 = 3{,}75 \text{ kW}$$

tot. 6,75 kW.

Für die gleiche abgegebene Leistung von 3 kW ist demnach bei Sparschaltung der Dynamotoranker für 3 kW, ohne Sparschaltung für 6,75 kW zu bauen. Energietechnisch liegt dies darin begründet, daß bei Sparschaltung und einem Spannungsverhältnis primär : sekundär = 2 : 1 rund die Hälfte der Sekundärleistung direkt durch Leitung vom Netz zugeführt wird und nur die andere Hälfte über die Ankerwicklung geht.

Wie bereits früher ausgeführt, macht die Generatorspannung alle Spannungschwankungen im Netz proportional mit. Bei Überlandbahnen mit großen Unterwerksabständen treten Unterschiede in der Netzspannung von 50 und mehr Prozent auf, beispielsweise von 1100 ... 1700 V, sekundär dementsprechend von 550 ... 850 V. Dies macht sich bei der Beleuchtung unangenehm bemerkbar, da die Lampen bekanntlich sehr spannungsempfindlich sind und ihre Helligkeit etwa mit der 4. Potenz sich ändert. Ebenso ungünstig ist der Einfluß auf die Steuerung. Die Spulen müssen so reichlich bemessen sein, daß sie bei 550 V noch sicher und einwandfrei arbeiten, daß sie anderseits aber den höheren Strom, mit dem sie bei 850 V belastet werden, dauernd aushalten können. Die Leistung der Spulen $i^2 r$ schwankt im Verhältnis

$$1 : \left(\frac{850}{550}\right)^2 = 1 : 2{,}4.$$

Wenn die Spannung sekundär trotz der Schwankungen im Netz konstant bliebe, könnten demnach die Spulen und damit die Apparate kleiner gebaut werden.

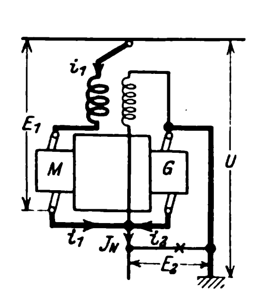


Abb. 3. Dynamotor.

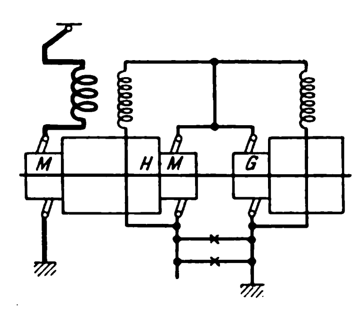


Abb. 4. Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer der AEG.

Zahlreiche Versuche sind gemacht worden, um Umformersätze herauszubringen, bei denen der Generator die Spannung konstant hält, wenn der antreibende Motor mit veränderlicher Spannung läuft. Wie aus der Formel für die EMK

$$E = \frac{s \cdot 2\,w}{a}\, p\, \frac{n}{60}\, \Phi \cdot 10^{-8}$$

s Segmentzahl
w Windungen je Segment
$2a$ Anzahl d. parall. Stromzweige
p Polpaarzahl
n U/min
Φ Kraftfluß

hervorgeht, kann die Spannung eines Generators nur durch Änderung des Fluxes und der Drehzahl variiert werden. Ein Zu- oder Abschalten der in Serie geschalteten Ankerleiter ist bisher nicht bekanntgeworden und wohl auch praktisch nicht möglich. Alle Bestrebungen gehen dahin, entweder die Drehzahl möglichst konstant zu halten oder den Flux umgekehrt proportional mit der Drehzahl zu ändern. Eine dritte Möglichkeit besteht noch, indem man zwischen Generator und die konstant zu haltende Steuerspannung ein Zwischenglied schaltet, das den variierenden Teil der Spannung vernichtet. Alle drei Möglichkeiten sind von den einzelnen Firmen angewandt und Maschinen geschaffen worden, bei denen durch das Zusammenwirken von Motor und Generator, oder von Motor, Generator und einer kleinen Hilfsmaschine, oder durch den Generator oder Motor allein das gesteckte Ziel erreicht wird. Nachstehend seien einige Ausführungen kurz wiedergegeben.

Der AEG ist folgende Ausführung geschützt[1]. Ein Generator, der im stark gesättigten Gebiet arbeitet und dessen Spannung daher nur mit der Drehzahl variiert, ist mit einem schwach gesättigten Motor gekuppelt (Abb. 4), so daß beispielsweise bei einer Spannungschwankung von 1000 auf 1700 V seine Drehzahl nur um etwa 25 % zu- oder abnimmt. Der Motor besitzt zwei Wicklungen und zwei Kommutatoren, wovon die eine für volle Netzspannung, die zweite für eine geringe Spannung ausgelegt ist, die sich proportional wie das Netz ändert. Der zweite Kommutator liegt in Reihe mit der Nutzspannung am Generator. Somit ergibt sich beispielweise:

Netz V	n U/min	Generator V	Zweiter Kommut. HM V	Resultierende Spannung V
1000	1800	750	250	500
1700	2250	940	425	515

Wenn noch dafür gesorgt wird, daß die Spannungsabfälle infolge verschieden starker Belastung durch Gegenkompoundwicklung am Motor ausgeglichen werden, so ist bei diesem Umformersatz die Konstanz der Spannung erreicht.

Eine Abart dieses Satzes, die sich in der Wirkungsweise nicht unterscheidet, wird erhalten, wenn die zweite Wicklung des Motorankers zu einer besonderen Maschine ausgebildet wird. Diese Ausführung ist von SSW angemeldet (Abb. 5).

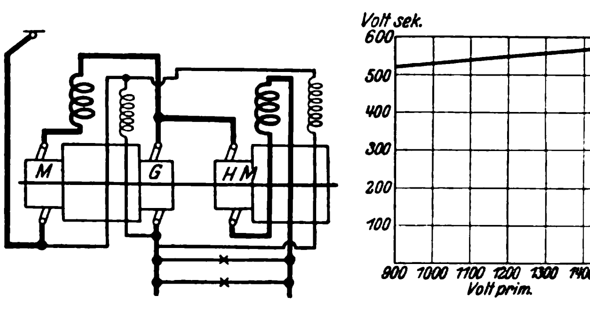


Abb. 5. Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer der SSW.

Abb. 6. Spannungskurve des vereinfachten AEG-Umformers.

Wenn man eine Spannungsänderung von etwa 10 % auf der Generatorseite bei einer solchen von 60 ... 70 % im Netz zuläßt, so kann der beschriebene Maschinensatz (Abb. 4) durch Fortfall der zweiten Wicklung und des zweiten Kommutators am Motor vereinfacht werden und wird dann kleiner und besser ausgenutzt. Der Motor muß im ungesättigten Teil seiner Sättigungskurve mit großem Luftspalt arbeiten, um bei den verschiedenen Netzspannungen mit möglichst konstanter Drehzahl zu laufen. Diese Ausführung wurde von der AEG für mehrere Sätze gewählt (Abb. 6).

Der Umformer, den BBC für solche Zwecke verwendet[2], setzt sich aus 3 Maschinen zusammen: dem Antriebsmotor mit einer Serien- und einer Hilfserregerwicklung, einer kleinen Zusatzmaschine, die nur den Strom für obige Hilfserregerwicklung liefert, und dem Nebenschlußgenerator (Abb. 7). Der Satz regelt auf konstante Drehzahl. Dies wird dadurch erreicht, daß Motor und Hilfsgenerator im schwach gesättigten Teil ihrer Charakteristik arbeiten, und daß die Widerstandsgerade der Nebenschlußwicklung mit dem geraden Teil der Spannungskurve des Zusatzgenerators zusammenfällt (Fig. 18 der BBC-Mitt. Mannheim). Dadurch wird erreicht, daß eine Drehzahländerung von ± 1 % eine Spannungserhöhung von 100 auf 250 V an der Motor-Nebenschlußfeldwicklung bzw. eine Verminderung von 100 auf 25 V zur Folge hat. Dieser starke Wechsel wirkt einer Drehzahländerung entgegen. Für eine ausgeführte Anlage von 1350/65 V, 2,5 kW/dd. ist bei Leer- bis Vollast und einer Spannungschwankung von 1275/1575 V eine Änderung der Drehzahl von ± 3 % angegeben. Die Serienwicklung auf Motor und Zusatzdynamo dient zur schnellen und richtigen Erregung und zum guten Anlaufen.

Im Gegensatz zu den bisherigen Umformern, bei denen eine Unempfindlichkeit der Motordrehzahl gegen Belastung- und Spannungschwankungen angestrebt wird, ist der Firma Oerlikon eine Ausführung geschützt, bei der das Feld des G e n e r a t o r s sich umgekehrt proportional mit der Drehzahl ändert (Abb. 8). Der Generator erhält drei Erregerwicklungen, eine Nebenschlußwicklung, deren Amperewindungen infolge der konstanten Spannung ebenfalls konstant bleiben. Dieser entgegen wirkt die zweite Wicklung, die in Reihe mit der Nebenschlußwicklung des Motors liegt und deren Strom sich mit der Oberleitungspannung ändert. Das Verhältnis der beiden Wicklungen und

[1] D.R.P. 398 265 vom 11. IV. 1923.

[2] BBC-Mitt. Mannh. Bd. 13, S. 230.

der Sättigungsbereich des Generators sind so gewählt, daß die Spannung trotz variabler Drehzahl konstant bleibt. Die dritte Wicklung ist eine Hauptstromwicklung und hat den Zweck, den Spannungsabfall infolge der Belastung aufzuheben. Der Motor trägt außer der Nebenschluß- noch eine Hauptstromwicklung, die nach dem Anlassen des Satzes kurzgeschlossen wird. Ein Nachteil dieses Maschinensatzes besteht darin, daß die vom Netz gespeiste Gegenwicklung des Generators beim Anlassen kurzgeschlossen werden muß, um die richtige Erregung des Generators zu ermöglichen.

Zum Schluß sei die Bergmann-Dynamo erwähnt, die von der GEC gebaut wird (Abb. 9). Die Konstanz der Spannung wird dadurch erreicht, daß der zur Hauptbürstenachse senkrechte Magnetfluß umgekehrt proportional mit der Drehzahl zu- oder abnimmt. Der Anker ist zweipolig gewickelt. Der Kommutator trägt 2 Hauptbürsten und 1 Hilfsbürste. Von den 4 vorhandenen Polen sind 2 gegenüberliegende stark (N, S), die beiden anderen schwach gesättigt (n, s); diese beiden Polpaare (N, S und n, s) haben mit Bezug auf die Hauptbürsten entgegengesetzte Polarität und geben zusammen ein resultierendes Feld. Die Maschine läuft also in zweipoliger Schaltung. Die zwischen der Plus- und der Hilfsbürste liegenden Ankerleiter befinden sich unter den ungesättigten Polen, so daß die Spannung zwischen diesen Bürsten starken Schwankungen unterliegt. Da hiervon die zwei Erregerkreise für die beiden Polpaare abzweigen, sind die erregenden Amperewindungen ebenfalls diesem Wechsel unterworfen; doch kann sich dieser nur auf das ungesättigte Polpaar magnetisch auswirken und dessen Feld in entsprechender Weise anwachsen oder abnehmen lassen. Das für die Spannung zwischen den Hauptbürsten maßgebende resultierende Feld macht dann im umgekehrten Sinn die gleichen Änderungen mit. Die Feldstärke der beiden nebeneinanderliegenden Pole ist so gegeneinander abgestimmt, daß das Produkt aus resultierendem Feld und Drehzahl stets den gleichen Wert behält. Damit ist die Konstanz der Spannung an den Hauptbürsten gewährleistet. Eine vom Nutzstrom durchflossene Wicklung auf den ungesättigten Polen dient zur Aufhebung des Spannungsabfalles.

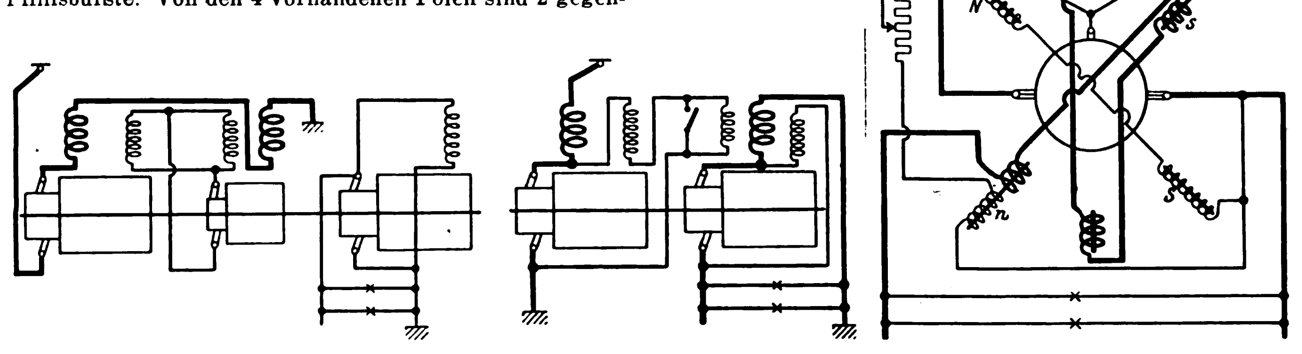


Abb. 7. Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer von BBC. Abb. 8. Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer von Oerlikon. Abb. 9. Bergmann-Dynamo der Gen. El. Co.

In ihren Abmessungen fallen alle beschriebenen Maschinen, gemessen an Maschinen gleicher Leistung für normale Bedingungen, sehr ungünstig aus; sie werden groß und teuer. Infolge der sekundär konstanten Leistung muß der Motor so bemessen werden, daß er diese sowohl bei der geringsten wie bei der höchsten Spannung abgeben kann, d. h. er muß für die höchste Spannung und den größten Strom, der bei der niedrigsten Spannung auftritt, bemessen werden. Die Regelfähigkeit bedingt eine ungesättigte Maschine, die immer eine Maschine mit verhältnismäßig großen Eisendimensionen ist. Hand in Hand damit ist ein großer Luftspalt erforderlich, um ein stabiles Arbeiten zu ermöglichen, die Folge davon sind große Feldspulen. Besonders die geringe Leistung, für die diese Sätze in der Regel gebaut werden, führt zu unwirtschaftlichen Maschinen.

Das Anlassen der Umformer erfolgt verhältnismäßig selten. Man will daher die Apparate hierfür klein und auch einfach in der Bedienung machen. Die hohe Spannung und das kleine von der Hauptstromwicklung erzeugte Feld, das im ersten Moment des Einschaltens meist allein vorhanden ist, erfordern mehrere Anlaßstufen mit vorgeschalteten Widerständen. Um diese selbsttätig und rechtzeitig kurzzuschließen, hat man Apparate ausgebildet, die dies in Abhängigkeit von der Generatorspannung tun (Abb. 10).

Beim Bügeltanzen oder beim Ausbleiben der Oberleitungsspannung ergeben sich leicht Schwierigkeiten, da es sich fast immer um Kompoundmotoren handelt. Die Motoren arbeiten dann generatorisch auf die sich schnell entregenden Triebmotoren; dabei kehrt der Strom seine Richtung in der Serienwicklung um, die damit der Nebenschlußwicklung entgegenwirkt. Das Feld wird ausgeblasen, und die Spannung verschwindet rasch ohne starkes Funken. Beim Wiederanspringen des Bügels tritt jedoch leicht erhebliches Feuer am Kommutator auf, weil jetzt nur ein geringer Ohmscher Widerstand vorhanden ist und die Nebenschlußwicklung den Aufbau des Feldes durch die Serienwicklung hemmt und die Maschine noch mit fast normaler Drehzahl läuft.

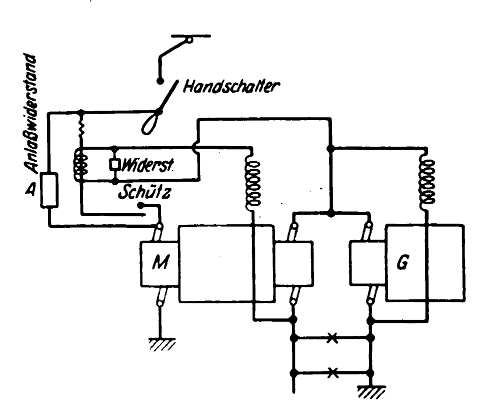


Abb. 10. Anlaßschaltung eines Gleichstrom-Gleichstrom-Umformers. Selbsttätiges Kurzschließen des Anlaßwiderstandes. abhängig von der Generatorspannung.

Alles in allem stellen sowohl der Dynamotor als auch der Motorgenerator gegenüber den übrigen normalen Hauptstrommotoren eine empfindliche Maschine für den Bahnbetrieb dar, und es gibt wohl Fälle, bei denen man überlegen muß, ob diese Maschine nicht durch eine Batterie oder durch eine von der Achse oder einer besonderen Kraftquelle aus angetriebene Zugbeleuchtungsdynamo ersetzt werden soll. Immerhin beweisen die zahlreichen ausgeführten Umformer, daß sie bei richtiger Bemessung und bei Anwendung der möglichen Vorsichtsmaßnahmen zuverlässig gebaut werden können. So laufen die von der AEG bereits vor dem Kriege für Buenos Aires und Italien ausgeführten Umformer noch heute ohne jede Beanstandung.

Neuerungen für Fernmeßanlagen.

Von Dipl.-Ing. **W. Stern**, Berlin.

Übersicht. Es werden Neuerungen für Fernmeßanlagen beschrieben, die erweiterte Anwendungsmöglichkeiten schaffen. Es wird insbesondere auf Apparate hingewiesen, mit denen Einzel- und Summenwerte zugleich übertragen werden können und die außerdem noch den gleichzeitigen Fernsprechverkehr über eine und dieselbe Fernmeldeleitung gestatten. Derartige Fälle treten häufig beim elektrischen Bahnbetrieb ein, da dort meistens zwischen den Stationen die Betriebsfernsprechleitung zur Fernmessung zur Verfügung steht.

In der ETZ 1928, S. 282, wurde zum erstenmal über ein neues Fernmeßsystem berichtet, das ohne Verwendung von Hilfsbatterien über beliebige Entfernungen selbsttätig und kontinuierlich arbeitet. Beim weiteren Einbau dieser Fernmeßanlagen in den großen Kraftversorgungsnetzen waren noch verschiedene Aufgaben zu lösen. Da es sich dabei um Fragen handelte, die beim Einbau von Fernmeßanlagen sehr häufig auftreten, soll hier darüber kurz berichtet werden.

Entsprechend der Tendenz, in den Schaltanlagen die Übersichtlichkeit dadurch zu erhöhen, daß man kleinere Meßinstrumente verwendet, mußten neue Empfängertypen herausgebracht werden, deren Genauigkeit gegenüber den größeren Ausführungen dieselbe bleibt. Direkt zeigende Strom- und Spannungsmesser konnten bekanntlich schon lange mit sehr kleinen Gehäusedurchmessern gebaut werden. Bei Leistungsmessern und cos φ-Zeigern stellten sich jedoch noch Schwierigkeiten bei der Verminderung der Abmessung ein, so daß bis jetzt derartige Instrumente unter 200 mm Dmr. kaum gebaut worden sind. Bei dieser Gelegenheit muß die Abhandlung von F. R. Lindenstruth, ETZ 1928, S. 574, erwähnt werden, da dort wichtige Gesichtspunkte für die konstruktive Durchbildung von übersichtlichen Schaltwänden und Schaltpulten gegeben sind. Es ist dort auch zu sehen, welche Schwierigkeiten die Leistungsanzeiger und cos φ-Messer beim Bau von kleinen Schaltpulten und -tafeln bereiten. Insbesondere zeigt Abb. 4 der erwähnten Abhandlung eine Tafel mit kleinen Meßinstrumenten. Man sieht dort, wie sehr der cos φ-Messer und der Leistungsmesser in der an sich übersichtlichen Anordnung stören.

Durch das System Telewatt[1] lassen sich ohne weiteres Leistungsmesser mit einem Durchmesser von 100 mm bauen, wobei die Meßgenauigkeit in keiner Weise leidet. Dies erklärt sich daraus, daß als Empfangsinstrumente bei diesem System Drehspulinstrumente verwendet werden, die bekanntlich auch in kleinen Ausführungen mit höchster Präzision herstellbar sind. Das eigentliche System des Leistungsmessers kommt in die Wandlerkammer als Sender. Der Sender besteht aus zwei Systemen, die auf einer gemeinsamen Achse sitzen, dem Motorsystem und dem Generatorsystem (Abb. 1 und 2, ETZ 1928, S. 283), wie bereits früher beschrieben. Der im Sender erzeugte Gleichstrom wird über eine beliebige Fernmeldeleitung nach dem Empfangsinstrument geleitet. Das Empfangsinstrument wird gleich in der zu messenden Größe, also bei Leistungsmessern in kW bzw. BkW geeicht.

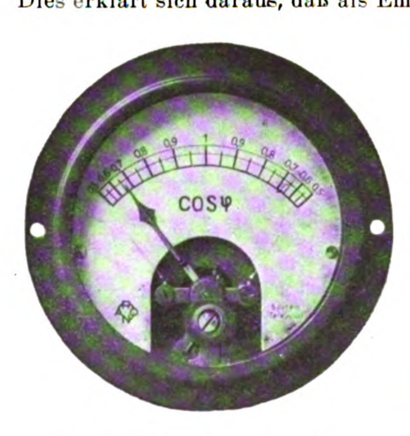


Abb. 1. Kleiner Fernmeßempfänger System Telewatt.

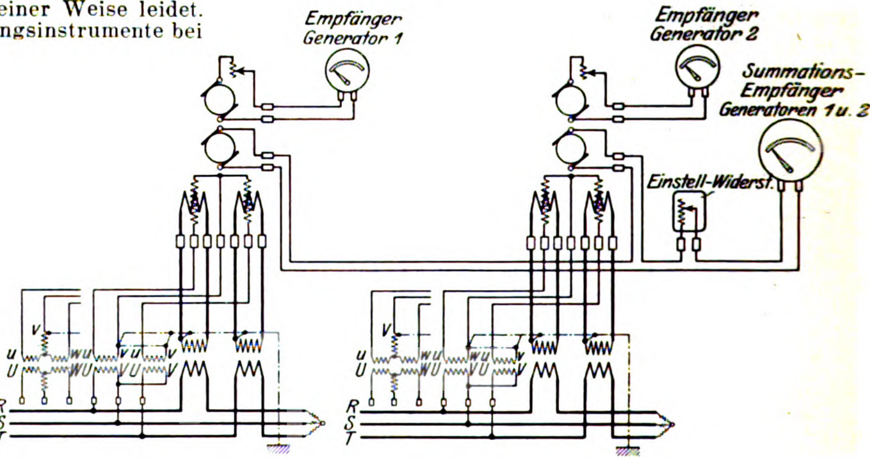


Abb Sender zur gleichzeitigen Einzel- und Summenmessung.

Bei der Ausbildung von Fernmeßanlagen zur Übertragung der Leistung und der Blindleistung konnten die aus dem Zählerbau bekannten Schaltungen ohne weiteres übernommen werden. Dasselbe trifft auch für die Fernmeßanlagen zu, die zur Übertragung von Strom- und Spannungsangaben gebaut wurden. Auch in diesem Falle konnten die Erfahrungen, die man beim Bau von E^2 und J^2-Zählern gewonnen hatte, zugrundegelegt werden.

Abb. 2. System eines Doppelsenders.

Größere Schwierigkeiten traten beim Bau von cos φ-Messern auf, da hier die Aufgabe entstand, ein Motorsystem zu bauen, dessen Drehzahl einzig und allein eine Funktion der Phasenverschiebung ist. Es mußte also ein Motorsystem gebaut werden, das von Strom und Spannung in gewissen, für die Praxis wichtigen Bereichen unabhängig ist. Diese Aufgabe wurde dadurch gelöst, daß an Stelle der Bremsung mit permanenten Magneten eine Strombremse verwendet wurde, so daß die Bremskraft mit dem Strom ansteigt. Als Antriebsystem werden Systeme verwendet, die denen der vorbeschriebenen Sender ähnlich sind, jedoch mit dem Unterschied, daß die Wicklungen und die Eisenkerne solche Dimensionen haben, daß von einer bestimmten Stromstärke ab die Sättigung des Eisens eintritt. Derartige Sender können ohne weiteres zur Übertragung des Leistungsfaktors verwendet werden. Jedes geeignete Drehspulinstrument kann als Empfänger dienen. Auf diese Weise ist es also möglich, mit dem Telewattsystem cos φ-Messer von Durchmessern mit 100 mm zu bauen. Abb. 1 zeigt eine Ausführung eines solchen Empfangsinstrumentes.

Häufig wurden auch Fernmeßanlagen verlangt, die außer der Summenmessung noch die Einzelmessung ermöglichen. Diese Aufgabe wurde durch den Doppelsender gelöst. Abb. 2 zeigt das System eines derartigen Doppelsenders. Man sieht in der Mitte das Motorsystem, dar-

[1] Fabrikat der Aronwerke.

über und darunter ist je eine Meßdynamo angeordnet. Es kann nun die obere Meßdynamo zur Fernmessung der Einzelleistung verwendet werden, die untere zur Fernmessung der Summenleistung. Eine derartige Schaltung zeigt Abb. 3. Hier arbeiten die oberen Meßdynamos auf

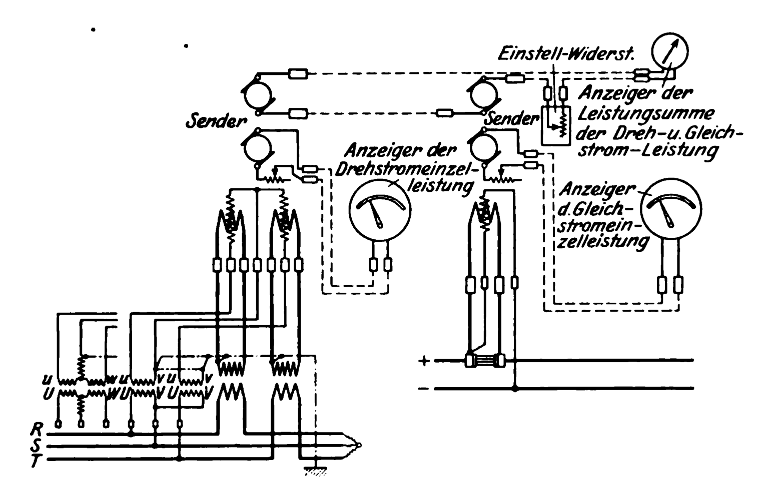


Abb. 4. Summation und Einzelanzeige von Gleichstrom- und Drehstromleistungen.

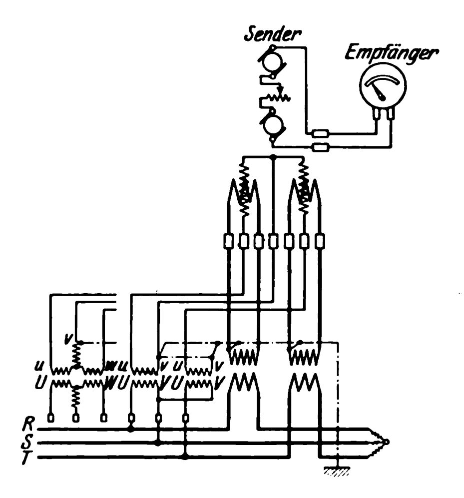


Abb. 5. Sender für Entfernungen über 100 km.

Einzelempfänger, die unteren Meßdynamos in Summenschaltung auf einen Summationsempfänger.

Auch bei der Summation ist es selbstverständlich gleichgültig, ob die Sender an Netzen gleicher Periodenzahl liegen. So können auch z. B. eine Gleichstromleistung und eine Drehstromleistung summiert werden. Abb. 4 zeigt einen derartigen Fall. Links befindet sich der Doppelsender zur Übertragung von Drehstromeinzel- und -summenanzeige. Rechts befindet sich der Doppelsender zur Übertragung der Gleichstromeinzel- und -summenanzeige. Bei der Fernmessung von Gleichstromangaben wird statt des Induktionsmotors das Motorsystem eines Gleichstrom-Wattstundenzählers verwendet. Der Sender wird dann an Nebenwiderstände wie jeder normale Gleichstrom-Nebenschlußzähler angeschlossen.

Abb. 5 zeigt die Verwendung eines Doppelsenders für Fernmessung auf Entfernungen von über 100 km. Es ist in diesem Fall, besonders wenn nur Eisendraht als Fernleitung zur Verfügung steht, angebracht, eine höhere EMK im Sender zu erzeugen. In diesen Fällen wird dann der Doppelsender so verwendet, daß die beiden Meßdynamos hintereinander geschaltet werden.

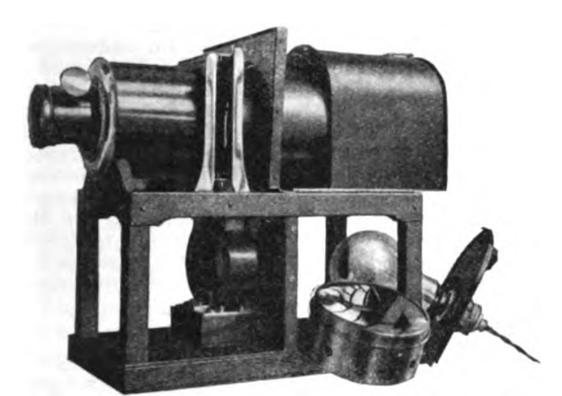


Abb. 6. Projektions-Großinstrument.

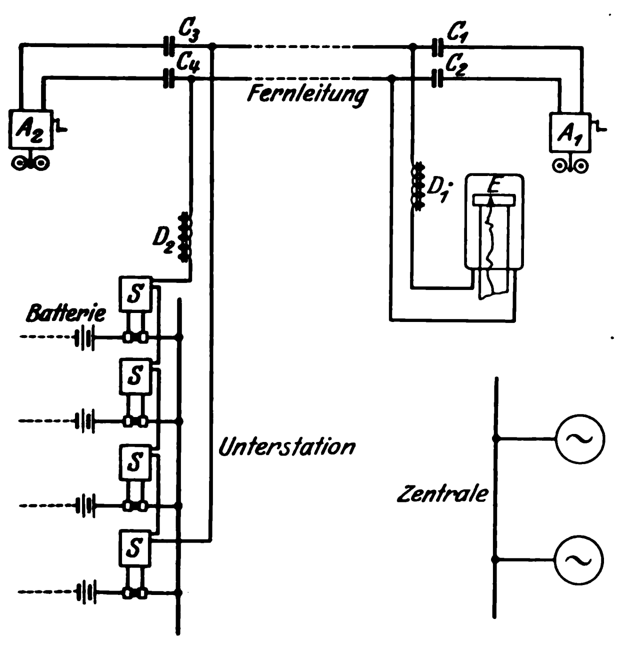
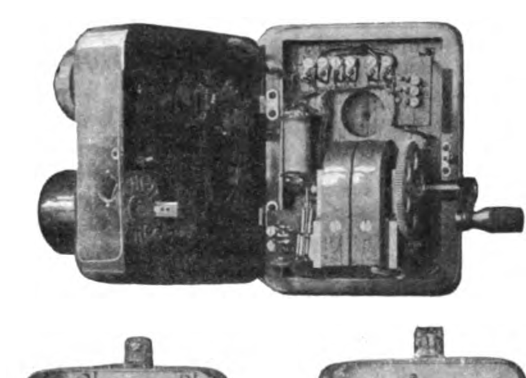


Abb. 7. Schaltung zum gleichzeitigen Fernsprech- und Fernmeßverkehr über ein und dieselbe Leitung.



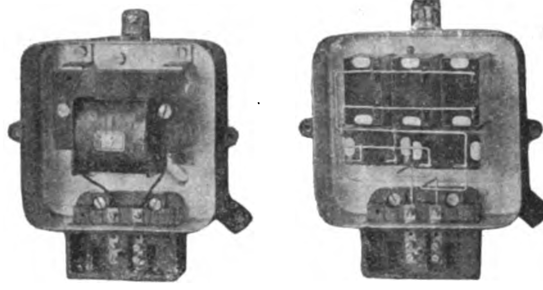


Abb. 8. Fernsprechapparat mit Drossel und Kondensator zum gleichzeitigen Fernsprech- und Fernmeßverkehr.

In Kesselhäusern wird neuerdings die Anzeige der Summation der Leistung des Kraftwerks mittels sehr großer Instrumente verlangt. Ein besonders einfaches Verfahren ergibt sich beim System Telewatt durch Verwendung von Projektions-Großinstrumenten. Abb. 6 zeigt die Ausführung eines derartigen Instrumentes ohne Abdeckung. Statt eines Diapositivs werden Zeiger und Skala eines Telewatt-Empfängers in den Strahlengang eines Vergrößerungsapparates gebracht. Auf diese einfache

Weise lassen sich Skalen bis zu 5 m Länge ohne weiteres erreichen. Die Skalen mit Zeiger werden entweder auf die Wand des Kesselhauses oder auf eine große Mattglasscheibe projiziert.

Um den gleichzeitigen Fernmeß- und Fernsprechverkehr über ein und dieselbe Leitung zu ermöglichen, werden die Fernmeßanlagen in den meisten Fällen nach der in Abb. 7 gezeigten Schaltung angeschlossen. Man sieht, daß zwischen den Apparaten A_1 und A_2 ein ungestörter Fernsprechbetrieb stattfinden kann, da die Anruf- und Sprechströme über die Kondensatoren $C_1 \ldots C_4$ geleitet werden. Die Fernmeßapparate sind dagegen durch die Drosseln D_2 und D_1 vor den Anruf- und Sprechströmen geschützt. Es ist zu ersehen, daß die vier Summationsender S ihren Gleichstrom unbehindert über die Drosseln D_1 und D_2 nach dem Empfänger E senden können, ohne daß die Apparate A_1 und A_2 dadurch gestört werden. Abb. 8 zeigt die Ausführung von solchen Drosseln und Kondensatoren zusammen mit einem Fernsprechapparat für den gleichzeitigen Fernsprech- und Fernmeßverkehr.

Zum Schluß soll noch bemerkt werden, daß es ohne weiteres möglich ist, durch Verwendung einfacher Schaltuhren am Sende- oder Empfangsort mehrere Messungen über nur zwei Leitungen vorzunehmen.

Maschinenkennzahlen und Ausnutzungskonstanten. Hilfsmittel für den Entwurf elektrischer Maschinen.

Von Prof. Dipl.-Ing. **Heinrich Ott,** Karlsruhe.

Übersicht. Im Anschluß an einen Aufsatz von Dr.-Ing. Rosenthal in der ETZ 1928, S. 171, worin an Stelle der Essonschen Zahl bzw. der Arnoldschen Maschinenkonstanten $C = \frac{N}{n D^2 l}$ eine von der Größe der Maschine unabhängige Konstante, die „Typenkennziffer" $C_t = \frac{\left(\frac{N}{n}\right)^{3/4}}{D^2 l}$ empfohlen wird, werden einfache neue Beziehungen zur Vorausberechnung elektrischer Maschinen gezeigt. Eine der Rosenthalschen Typenkennziffer entsprechende Maschinenausnutzungskonstante wird begründet: $C = \frac{D l}{\sqrt{N_{s0}}}$ und durch Einbeziehung der Materialbeanspruchungen des Kupfers und des Eisens (bzw. der magnetischen Beanspruchung des Luftspaltes) zu einer weitgehend unabhängigen Maschinenkennziffer entwickelt, die für jede Maschinen-Gattung eine Konstante bildet.

Dr.-Ing. Hans Rosenthal hat in einem sehr viel Neues und Interessantes bietenden Aufsatz in der ETZ 1928, S. 171, darauf aufmerksam gemacht, daß die bekannte Arnoldsche „Maschinenkonstante" $C = \frac{N}{D^2 l n}$ nicht als Kennziffer oder wirkliche Konstante etwa zur Aufstellung einer Typenreihe verwandt werden kann, sondern daß diese Größe, gegeben durch den Ausdruck $C = c\, B_l\, AS$, eine Funktion der Maschinengröße bzw. des Drehmomentes und bei ein und demselben Drehmoment wieder der Polzahl ist. Für jede Maschinengattung ergibt sich danach eine Kurvenschar für die Abhängigkeit der Maschinenkonstante von der auf 1000 U/min bezogenen Drehzahl oder dem Drehmoment und den in Frage kommenden Polzahlen. Anderseits können auch diese Kurvenscharen nicht unveränderlich aufgestellt werden, da mit den Materialbeanspruchungen AS und B_l also namentlich mit der fortschreitenden Verbesserung der Kühlung und Lüftung, die Werte für die Maschinenkonstante dauernd anwachsen.

Dr. Rosenthal geht ferner auf die leider noch viel zu wenig bekannten Vidmarschen Wachstumsgesetze elektrischer Maschinen ein, wonach das Volumen einer elektrischen Maschine sich mit der dritten Potenz, die spezifische (auf 1000 U/min bezogene) Leistung oder das Drehmoment jedoch mit der vierten Potenz der linearen Abmessungen (unter der Voraussetzung eines konstanten Produktes der magnetischen und elektrischen Beanspruchungen $B_l s$) ändert. Danach wächst das Volumen mit der ¾. Potenz der spezifischen Leistung $D^2 l = c\left(\frac{N}{n}\right)^{3/4}$. Daß diese zweifellos von Vidmar intuitiv gefundenen Wachstumsgesetze, deren wichtigstes wohl das vorerwähnte ist, tatsächlich in weitesten Grenzen Gültigkeit haben, hat Dr. Rosenthal besonders nachzuweisen versucht.

Abb. 1 ist dem genannten Aufsatz entnommen und zeigt den Verlauf der Arnoldschen Maschinenkonstante C und der von Dr. Rosenthal neu angegebenen Typenkennzahl C_t in Abhängigkeit von Drehmoment bzw. Volumen. Wie Dr. Rosenthal nachweist, ist seine „Typenkennzahl" tatsächlich für ein gegebenes Produkt der Beanspruchungen B_l und s innerhalb einer Typenreihe praktisch konstant, was im Gegensatz zu der Arnoldschen Maschinen-„konstante" Abb. 1 deutlich veranschaulicht.

Die Rosenthalsche Typenkennzahl ist durch den Ausdruck gegeben:

$$C_t = \frac{\left(\frac{N}{n}\right)^{3/4}}{D^2 l}.$$

Der einzige Nachteil der Typenkennzahl scheint dem Verfasser die für die praktische Rechnung ziemlich umständliche Auswertung der genannten Beziehung sowie der Umstand zu sein, daß dieselbe einen Rückschluß auf die erreichten Materialbeanspruchungen nicht mehr zuläßt. In dieser Beziehung versagte allerdings auch die Arnoldsche Maschinenkonstante vollständig, da dieselbe wohl durch die magnetische Beanspruchung B_l, anderseits aber durch den Ankerstrombelag AS bestimmt war und nicht durch die praktisch allein in Frage kommende elektrische Beanspruchungszahl, die Querschnittsbeanspruchung des Kupfers. Durch die heutigen, das Innere der Maschinen durchsetzenden Kühlungsmethoden ist die Wärmeabführung nicht mehr der Oberfläche sondern dem Volumen proportional, so daß die auf die Oberfläche bezogene Größe des Strombelages heute ohne Bedeutung ist. Die Berechnungspraxis rechnet heute nur noch mit der Querschnittsbeanspruchung des Kupfers oder der Stromdichte s, da diese die in der Volumeneinheit oder Gewichtseinheit auftretenden Verluste in Watt bedingt:

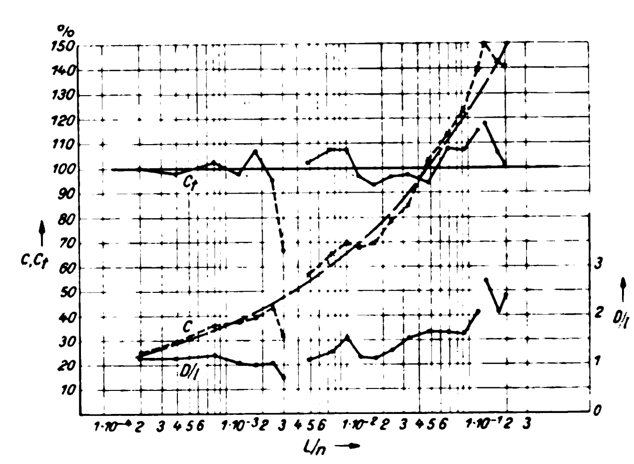


Abb. 1. Typenkennzahlen und Ausnutzungsfaktoren normaler, offener Gleichstrommotoren für 220 V.

Kupferverluste in W/kg:

$$v_k = (2{,}36 \ldots 2{,}7)\, s^2 \text{ W/kg}.$$

Für eine Stromdichte von 4 A/mm² ergibt sich danach ein Stromwärmeverlust von 40 W/kg im Kupfer, was für den Stator neuzeitlicher Drehstrommotoren heute als gebräuchlich angenommen werden kann, während bei kleinen Gleichstromankern Werte von 8 A/mm², entsprechend fast 160 W/kg Kupferverlusten erreicht werden. Zu Arnolds Zeiten waren dagegen für Drehstrommotoren etwa 2,5 A/mm² im Statorkupfer gebräuchlich, entsprechend etwa 15 W/kg Kupferverlusten, woraus allein schon die Unmöglichkeit der Übertragung etwa älterer Maschinen-

konstanten auch gleicher spezifischer Leistungen und Polzahlen auf heutige Konstruktionen erhellen mag.

So vorteilhaft nun auch die Rosenthalsche Typenkennzahl im Vergleich mit der heute fast allein noch gebräuchlichen Arnoldschen Maschinenkonstante (oder wie sie sonst noch genannt sein mag) zweifellos erscheint, so glaubt der Verfasser namentlich für den Entwurf neuer Maschinen und den Vergleich verschiedener Typenreihen hinsichtlich ihrer Ausnutzung zwei neue, in eigener Berechnungspraxis erprobte Kennzahlen vorschlagen zu dürfen, die sicher manchem berechnenden Ingenieur große Vorteile und neue Einblicke in die Wesensgesetze elektrischer Maschinen gewähren werden. Die neuen vorgeschlagenen Kennzahlen sind:

1. die Ausnutzungskonstante C,
2. die Maschinenkennziffer K.

Außerdem soll auf bisher ebenfalls noch wenig bekannte, ganz einfache und außerordentlich anschauliche Zusammenhänge zwischen spezifischer Leistung, Eisen- und Kupferquerschnitten hingewiesen, und schließlich sollen die Vidmarschen Wachstumsgesetze auf neue, einfache Näherungsrechnungen angewandt werden.

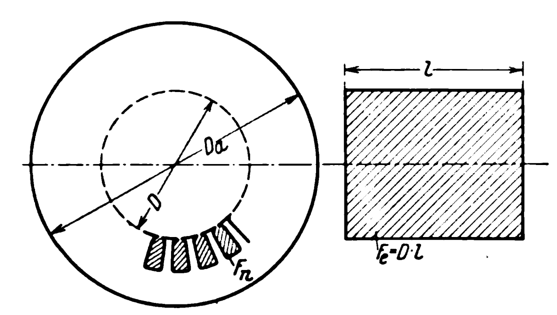


Abb. 2. Zur Definition von F_e und F_k. F_k = Nutenzahl × Nutenfüllfaktor × F_n.

Das Produkt der magnetischen und elektrischen Querschnitte ist proportional der spezifischen Leistung. Wir bezeichnen mit:

F_e den magnetischen Querschnitt aller Pole im Luftspalt bei rechtwinklig gedachter Feldkurve bzw. den mittleren Eisenquerschnitt bei Transformatoren,

F_k den gesamten Kupferquerschnitt (Gesamtdrahtzahl des Ankers oder Stators mal Drahtquerschnitt, bei Transformatoren Gesamtkupferquerschnitt der Ober- und Unterspannungswicklung).

Diese beiden Werte lassen sich sehr anschaulich direkt aus dem Blechschnitt einer elektrischen Maschine entnehmen (vgl. Abb. 2). Es ergibt sich dann zunächst für einen Drehstrommotor:

$$F_k = \text{Nutenzahl} \times \text{Windungszahl / Nut} \times \text{Drahtquerschnitt}$$

$$= Z_1 w_{n_1} q_1 = 6 w_1 q_1 = 6 w_1 \frac{I_{1p}}{s_1} \text{ in mm}^2,$$

$$F_e = \frac{p\,\Phi}{B_l} = \frac{E_p \cdot 10^8 \cdot 60}{n\,B_l\,w_1 \cdot 4{,}44 \cdot 0{,}96} \text{ in cm}^2,$$

$$F_e\,F_k = \frac{E_p\,J_{1p}}{n} \cdot \frac{10^8 \cdot 60 \cdot 6\,w_1}{B_l\,s_1\,w_1 \cdot 4{,}44 \cdot 0{,}96} \text{ in cm}^2 \times \text{mm}^2,$$

$$= \frac{(3\,E_p\,J_{1p})}{n} \cdot \frac{28{,}1 \cdot 10^6}{B_l\,s_1} \text{ in cm}^2 \times \text{cm}^2;\ F_k \text{ in cm}^2,$$

$$= \frac{N}{\eta \cos\varphi \cdot n} \cdot \frac{28{,}1 \cdot 10^6}{B_l\,s_1} \text{ in cm}^4,$$

$$F_e\,F_k = \frac{N_{\mathrm{kW}}}{\eta \cos\varphi \cdot n} \cdot \frac{28{,}1 \cdot 10^3}{B_l'\,s_1} \text{ in cm}^4;\ B_l \text{ in Kilolinien.} \quad (1)$$

Wir bezeichnen die spezifische Scheinaufnahme mit N_{s_0}:

$$N_{s_0} = \frac{N}{\eta \cos\varphi \cdot n} \text{ kVA bezogen auf 1000 U/min;}$$

dann wird

$$F_e\,F_k = N_{s_0} \frac{28{,}1 \cdot 10^3}{B_l'\,s_1} \text{ in cm}^4.$$

Ebenso läßt sich für Gleichstrommaschinen ableiten:

$$F_e\,F_k = 30 \frac{N_{\mathrm{Watt}}}{\eta\,n} \cdot \frac{10^3}{B_l'\,s_a} = N_0 \frac{30 \cdot 10^3}{B_l'\,s_a} \text{ cm}^4;\ N_0 = \frac{N}{\eta\,n} \quad (2)$$

mit derselben Bedeutung von F_e und F_k.

Für Transformatoren wird der entsprechende Ausdruck, bezogen auf Drehstromtransformatoren der Periodenzahl 50 und auf Eisen- und Kupferquerschnitt eines Schenkels[1]:

$$\left.\begin{aligned} F_e\,F_k &= \frac{N}{\eta \cos\varphi} \cdot \frac{50}{f} \cdot \frac{3 \cdot 10^3}{B'\,s} = N_{s_0} \cdot \frac{3 \cdot 10^3}{B'\,s}; \\ N_{s_0} &= \frac{N}{\eta \cos\varphi} \text{ für } f = 50 \text{ Hz.} \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Für sekundäre Zickzackschaltung erhalten wir

$$F_e\,F_k = N_{s_0} \cdot \frac{3{,}23 \cdot 10^3}{B'\,s} \text{ in cm}^4.$$

Die abgeleiteten Beziehungen eignen sich besonders zur Berechnung der Wicklung für ein gegebenes Magnetgestell bzw. einen gegebenen Blechschnitt. In dem oben erwähnten Aufsatz über Einheitstransformatoren wird die besondere Eignung der für Drehstromtransformatoren abgeleiteten Formel für die exakte Berechnung der erzielbaren Leistung und der Wicklung bei gegebenen Eisenmassen gezeigt; durch den Kupferquerschnitt F_k und den Kupferfüllfaktor ist der Fensterquerschnitt $a\,h$ bestimmt oder umgekehrt.

In eine Dimensionierungsformel für elektrische Maschinen wird man nach Möglichkeit die Hauptmaße, Durchmesser und Länge, D und l, einzubringen versuchen. So zeigt die Arnoldsche Dimensionierungsformel das Produkt $D^2 l$, das, abgesehen von den anderen erwähnten Gründen, auch rechnerisch nicht handlich erscheint.

Betrachten wir den Blechschnitt eines Drehstromständers, Abb. 2, so erkennen wir ohne weiteres, daß der magnetische Querschnitt aller Pole unter der Annahme einer rechtwinkligen Feldkurve vom Füllfaktor $\frac{2}{\pi}$ durch das Produkt Durchmesser mal Länge gegeben ist: $F_e = D\,l$ in cm².

Der Kupferquerschnitt aller drei Stränge wird gleich dem Nutenquerschnitt aller Nuten mal dem Kupferfüllfaktor der Nut; der Nutenquerschnitt aller Nuten ist durch das Produkt Nutenzahl mal Nutenbreite mal Nutenhöhe bestimmt. Nun ist das Produkt Nutenzahl mal Nutenbreite proportional dem Durchmesser D; die Nutenhöhe kann in erster Näherung der Ankerlänge l, in zweiter Näherung dem Ausdruck

$h_n = c\,\tau$ für Gleichstrommaschinen, $h_n = c\,\tau_a$ für Drehstrommotoren und Innenpolmaschinen, wobei $\tau_a = \frac{D_a\,\pi}{2\,p}$,

gleichgesetzt werden, wie sich empirisch oder unter Annahme bestimmter Kühlungsverhältnisse auch rechnerisch nachweisen läßt. Hiermit wird das Produkt $F_e\,F_k$ in erster Näherung dem Ausdruck $D^2\,l^2$ proportional, in zweiter Näherung exakter dem Ausdruck $D^2\,l^2\,\frac{\tau}{l}$ bzw. $D^2\,l^2\,\frac{\tau_a}{l}$.

Hiermit erhalten wir die außerordentlich einfachen Dimensionierungsformeln:

$$D\,l = K \sqrt{\frac{N_{s_0}}{B_l'\,s}} \text{ in cm}^2. \quad (4)$$

$$D\,l = K_1 \sqrt{\frac{N_{s_0}}{B_l'\,s}} \sqrt{\frac{\tau}{l}} \quad \left(\text{bzw. } \frac{\tau_a}{l} \text{ für Drehstrom- und Innenpolmaschinen}\right) \quad (5)$$

$$B\,l = C \sqrt{N_{s_0}}. \quad (6)$$

Der letzte Ausdruck kann nun direkt mit der Typenkennzahl von Dr. Rosenthal verglichen werden; wir wollen ihn Ausnutzungskonstante nennen, weil er uns direkt ein Maß für die Ausnutzung der betreffenden Maschine gibt. Wenn wir Gl. (6) nach C auflösen, erhalten wir:

$$C = \frac{D\,l}{\sqrt{N_{s_0}}}$$

bzw. als allgemein vergleichbaren Wert:

$$C_1 = C \sqrt{\frac{\tau}{l}}$$

unter Berücksichtigung der Formgebung der elektrischen Maschine; in den meisten Fällen wird auf diese größere Genauigkeit verzichtet werden können.

[1] Vgl. auch Ableitung dieses Ausdruckes: Ott, Berechnung und Konstruktion von Einheitstransformatoren. Helios Bd. 30, S. 405.

Wir sehen hieraus, daß tatsächlich die Ausnutzungskonstante ein Maß für die Ausnutzung einer elektrischen Maschine ist und aus ihr mit großer Genauigkeit Beanspruchungen des Materials (bzw. ihr Produkt) berechnet werden können. So ist die Ausnutzungkonstante eine nahezu eindeutige Funktion der Kühlungsverhältnisse und des konstruktiven Aufbaues einer Maschine und damit eine Typenkennzahl im Rosenthalschen Sinne, jedoch wesentlich einfacher definiert:

$C = \frac{D\,l}{\sqrt{N_{s_0}}}$, konstant für eine Typenreihe im Vidmarschen und Rosenthalschen Sinne.

Ist die Ausnutzungskonstante nur innerhalb einer Typenreihe etwas konstant, allgemein jedoch eine Funktion der Materialbeanspruchungen, so läßt sich die Maschinenkennziffer, namentlich in der genaueren Formel unter Berücksichtigung der Formgebung der betr. Maschine, ziemlich eindeutig für jede Art der elektrischen Maschine ähnlicher Bauart (unter der Annahme gleicher Nutausnutzung) angeben. Für Drehstrommotoren hat der Verfasser Werte hierfür bereits in einer Arbeit „Moderne Drehstrommotoren kleiner und mittlerer Leistung", Helios Bd. 32, S. 65, genannt. Zweckmäßig wird jeder Rechner sich diese Konstantwerte für den ihm zufallenden Interessenbreich selbst ermitteln aus den einfachen Beziehungen:

$$C = D\,l\sqrt{\frac{n\,\eta\cos\varphi}{N}} = \frac{D\,l}{\sqrt{N_{s_0}}}$$

$$K = D\,l\sqrt{\frac{n\,\eta\cos\varphi\,B_l\,s}{N}} = D\,l\sqrt{\frac{B_l\,s}{N_{s_0}}}$$

$$K_1 = D\,l\sqrt{\frac{n\,\eta\cos\varphi\,B_l\,s\,\tau}{N\,l}} = D\,l\sqrt{\frac{B_l\,s}{N_{s_0}}}\sqrt{\frac{\tau}{l}}$$

$\left(\text{bzw.}\sqrt{\frac{\tau_a}{l}}\text{ für Drehstrommotoren}\right)$.

Als Mittelwerte für die Maschinenkennziffern von Drehstrommotoren können angenommen werden:

$K = 450$; oder in seltenen Fällen für den Vergleich ganz verschiedener Konstruktionen:

$K_1 = 570$; die Werte von C sind nur für eine Typenreihe bestimmbar.

Natürlich sind wegen verschiedener Nutenfüllfaktoren, Nutenformen usw. Unterschiede hinsichtlich der Kennziffern bis zu etwa 5 % maximal vorhanden, die jedoch bei ähnlichen Konstruktionen innerhalb einer Firma ganz in Wegfall kommen.

Einige **Beispiele:**

1. Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer der AEG, Type AVDN 11/4, 1,5 kW/2 PS, 1435 U/min.

Hauptmaße:
$D = 12{,}6$ cm,
$D_a = 20{,}0$ cm, hieraus äußere Polteilung $\tau_a = 15{,}7$,
$l = 8{,}5$ cm.

Beanspruchungen:
$B_l = 6{,}75$ kL (Kilolinien)/cm,
$s_1 = 3{,}87$ A/mm².

Wirkungsgrad $\eta = 0{,}81$, Leistungsfaktor $\cos\varphi = 0{,}83$. Es ergibt sich die spezifische Scheinaufnahme:

$$N_{s_0} = \frac{1500}{0{,}81 \,.\, 0{,}83 \,.\, 1430} = 1{,}56\text{ kVA}$$

(bezogen auf 1000 U/min) und hieraus die Ausnutzungskonstante:

$$C = \frac{D\,l}{\sqrt{N_{s_0}}} = \frac{12{,}6 \,.\, 8{,}5}{1{,}25} = 85,$$

ferner die Maschinenkennziffer:

$$K = \frac{12{,}6 \,.\, 8{,}5\sqrt{6{,}75 \,.\, 3{,}87}}{1{,}25} = 85 \,.\, \sqrt{6{,}75 \,.\, 3{,}87} = 440$$

und die Maschinenformkennziffer (bezogen auf die Formgebung):

$$K_1 = 440\sqrt{\frac{\tau_a}{l}} = 440 \,.\, \sqrt{\frac{15{,}7}{8{,}5}} = 590.$$

2. AEG, Type AVDN, Leistung 2,2 kW/3 PS bei 1440 U/min.

Hauptmaße:
$D = 14{,}0$ cm,
$D_a = 21{,}4$ cm, hieraus $\tau_a = 16{,}8$ cm,
$l = 9{,}6$ cm.

Beanspruchungen:
$B_l = 7{,}1$ kL/cm²,
$s_1 = 3{,}6$ A/qmm.

Wirkungsgrad $\eta = 0{,}83$, Leistungsfaktor $\cos\varphi = 0{,}85$. Es wird die spezifische Scheinaufnahme:

$$N_{s_0} = \frac{2200}{0{,}83 \,.\, 0{,}85 \,.\, 1440} = 2{,}16\text{ kVA},$$

hieraus ergibt sich die Ausnutzungskonstante

$$C = \frac{14 \,.\, 9{,}6}{1{,}47} = 91{,}5,$$

$$K = 91{,}5 \,.\, \sqrt{7{,}1 \,.\, 3{,}6} = 460,$$

$$K_1 = 460 \,.\, \sqrt{\frac{16{,}8}{9{,}6}} = 600.$$

Dieser Motor ist gleicher Type und Bauart wie der vorhergehende, jedoch für eine höhere Spannung (380/660 V).

3. Drehstrommotor AEG D 1500/30, alte Bauart: 22 kW/30 PS, 1460 U/min, $\eta = 0{,}87$, $\cos\varphi = 0{,}89$, spez. Scheinaufnahme 19,45 kVA.

Hauptmaße:
$D = 28$ cm,
$l = 21$ cm.

Beanspruchungen:
$B_l = 4{,}65$ kL/cm²,
$s_1 = 2{,}6$ A/mm².

Hieraus die Werte:

$$C = \frac{28 \,.\, 21}{\sqrt{19{,}45}} = 133,$$

$$K = 133 \,.\, \sqrt{4{,}65 \,.\, 2{,}6} = 460.$$

4. Drehstrommotor BBC Type SNK 643, 2,2 kW/3 PS 1440 U/min, spez. Scheinaufnahme 2,16 kVA.

Hauptmaße:
$D = 12{,}3$ cm,
$D_a = 20{,}0$ cm, hieraus $\tau_a = 15{,}7$ cm,
$l = 10{,}0$ cm.

Beanspruchungen:
$B_l = 6{,}5$ kL/cm²,
$s_1 = 4{,}4$ A/mm².

Berechnete Werte:

$$C = \frac{12{,}3 \,.\, 10}{1{,}47} = 84,$$

$$K = 84 \,.\, \sqrt{6{,}5 \,.\, 4{,}4} = 450,$$

$$K_1 = 450 \,.\, \sqrt{\frac{15{,}7}{10}} = 565.$$

5. Drehstrommotor SSW Type DMR 54 S 1500, 2,2 kW/3 PS, 1440 U/min, spez. Scheinaufnahme 2,16 kVA.

Hauptmaße:
$D = 14{,}5$ cm,
$D_a = 23{,}0$ cm, hieraus $\tau_a = 18{,}1$ cm,
$l = 7{,}6$ cm.

Beanspruchungen:
$B_l = 7{,}0$ kL/cm²,
$s_1 = 3{,}6$ A/mm².

Hieraus die berechneten Werte:

$$C = \frac{14{,}5 \,.\, 7{,}6}{\sqrt{2{,}16}} = 75,$$

$$K = 75 \,.\, \sqrt{7 \,.\, 3{,}6} = 352,$$

$$K_1 = 352 \,.\, \sqrt{\frac{18{,}1}{7{,}6}} = 545.$$

Bemerkung: Motor für 120 V, ausgesprochen schmale und hohe Bauart mit tiefen Nuten.

6. SSW-Drehstrommotor R 81 s 1500, frühere Bauart: 4 kW/5,5 PS, 1445 U/min, $\eta = 0{,}84$, $\cos\varphi = 0{,}85$; es wird die spezifische Scheinaufnahme:

$$N_{s_0} = \frac{4000}{1445 \,.\, 0{,}85 \,.\, 0{,}84} = 3{,}85\text{ kVA}.$$

Hauptmaße:

$D = 16{,}5$ cm,
$l = 8{,}6$ cm.

Beanspruchungen:

$B_l = 7{,}15$ kL/cm²,
$s_1 = 3{,}4$ A/mm².

Hieraus die berechneten Werte:

$$C = \frac{16{,}5 \cdot 8{,}6}{1{,}96} = 72{,}5,$$

$$K = 72{,}5 \cdot \sqrt{7{,}15 \cdot 3{,}4} = 358.$$

Bemerkung: Bauart ausgesprochen schmal und hoch mit tiefen Nuten.

7. Aus Rummel, Die Asynchronmotoren[2] S. 53: Drehstrommotor 250 kW, 620 U/min, 6000 V, 8 Pole, spez. Scheinaufnahme:

$$N_{s_0} = \frac{250\,000}{620 \cdot 0{,}93 \cdot 0{,}9} = 480 \text{ kVA}.$$

Hauptmaße:

$D = 83{,}5$ cm,
$D_a = 104{,}5$ cm, hieraus $\tau_a = 41$ cm,
$l = 25$ cm.

Beanspruchungen:

$B_l = 7{,}2$ kL/cm²,
$s_1 = 3{,}4$ A/mm².

Ausnutzungskonstante und Kennziffern:

$$C = \frac{83{,}5 \cdot 25}{\sqrt{480}} = 95,$$

$$K = 95 \cdot \sqrt{7{,}2 \cdot 3{,}4} = 470,$$

$$K_1 = 470 \cdot \sqrt{\frac{41}{25}} = 600.$$

Die Spannungen der angeführten Motoren bewegen sich zwischen 120 und 6000 V; die konstruktive Durchbildung der Typen umfaßt einen Zeitraum von mindestens 20 Jahren. Auch hinsichtlich der Höhe der Beanspruchungen liegen die angegebenen Werte denkbar weit auseinander, die magnetischen zwischen 4650 und 7200 Lin./cm², die elektrischen zwischen 2,6 und 4,4 A/mm² (die magnetischen Beanspruchungen der Luftinduktion sind unter Annahme eines Füllfaktors $\alpha = \frac{2}{\pi}$, also unkorrigiert berechnet).

Trotz dieser großen Verschiedenheiten geben nun einerseits die Ausnutzungskonstanten ein sehr gutes Bild der jeweilig erreichten Ausnutzung, namentlich unter Berücksichtigung der Formgebung der betr. Maschine nach dem Ausdruck: $C_1 = C \cdot \sqrt{\frac{\tau_a}{l}}$. Der älteste der erwähnten Motoren, der AEG-Motor D 1500/30, zeigt die höchste Ausnutzungskonstante $C = 133$ und damit die schlechteste Ausnutzung; der SSW-Motor DMR 54 und der SSW-Motor R 81 s mit Werten von $C = 75$ bzw. 72,5 zunächst die niedrigste Ausnutzungsziffer. Unter Berücksichtigung der Formgebung erhalten wir für den ersteren 3 PS-Motor:

$$C_1 = 75 \cdot \sqrt{\frac{18{,}1}{7{,}6}} = 116.$$

Dieser Motor ist der neuentwickelte Leichtmotor der SSW (1927), der direkt mit dem Leichtmotor der AEG (1926) gleicher Leistung verglichen werden kann. Der AEG-Motor AVDN, 2 PS, 1435 U/min hat die Werte:

$$C = 85,$$

$$C_1 = 85 \cdot \sqrt{\frac{15{,}7}{8{,}5}} = 114{,}5$$

und der AEG-Motor AVDN 3 PS 1440 U/min:

$$C = 91{,}5,$$

$$C_1 = 91{,}5 \cdot \sqrt{\frac{16{,}8}{9{,}6}} = 121.$$

Die reduzierten Ausnutzungsfaktoren der neuzeitlichen Leichtmotoren sind also alle auf einer Höhe.

Geben die Ausnutzungsfaktoren ein Bild von der Ausnutzung des Motors und können sie als Konstanten nur bei gegebenem Produkt der Beanspruchungen aufgefaßt werden, so bleiben die Maschinenkennziffern nahezu konstant für nicht zu große Abweichungen der Formgebung; werden diese Abweichungen in der Maschinenformkennziffer berücksichtigt, so kann dieser Wert als allgemeine Dimensionierungskonstante für Drehstrommotoren jeder Leistung und Drehzahl betrachtet werden. Als beste Mittelwerte für die Maschinenkennziffer für Motoren nicht zu schmaler Bauart sowie als Maschinenformkennziffer für Maschinen beliebiger Formgebung können, wie schon erwähnt, angegeben werden:

$$K = 450,$$

$$K_1 = 570.$$

Die größten Abweichungen betragen hiervon 5 %; in den weitaus meisten Fällen wird jedoch die Maschinenkennziffer K genügen, die für Motoren besonders schmaler Bauart mit tiefen Nuten zu 360 angenommen werden kann.

Da unsere Überlegungen eigentlich von den noch so wenig bekannten Vidmarschen Wachstumsgesetzen ausgingen, sollen hier noch einige auf diesen Gesetzen aufgebaute Rechnungsvereinfachungen angegeben werden. Diese Gesetze besagen u. a.:

1. Die prozentualen Verluste nehmen mit der 4. Wurzel aus der spezifischen Leistung ab,
2. die Materialgewichte, auf 1 kW bezogen, nehmen mit der 4. Wurzel aus der spezifischen Leistung ab (in veränderter Form),
3. die Amperewindungen für den Eisenweg nehmen mit der 4. Wurzel aus der spezifischen Leistung zu (neu formuliert).

Hieraus können wir folgende 4 Rechnungsvereinfachungen herleiten:

Die vierte Wurzel aus der spezifischen Leistung wollen wir Leistungskonstante nennen und sie mit v bezeichnen:

$$v = \sqrt[4]{\frac{N_{\text{Watt}}}{n}}.$$

Nun wachsen bekanntlich die Reibungsverluste mit der 1,5. Potenz der Drehzahl; die prozentualen Reibungsverluste also mit der Wurzel daraus, eine Näherungsbeziehung, die wohl als bekannt vorausgesetzt werden kann. Hiernach erhalten wir einen sehr einfachen Ausdruck für die prozentualen Reibungsverluste einer elektrischen Maschine:

$$v_r = c \frac{\sqrt{n}}{v} \text{ in } \%.$$

Für c kann eingesetzt werden:

Für Drehstrommotoren mit Ringschmierlagern (einschl. Luftreibung):
$c = 0{,}085$,
für Drehstrommotoren mit Kugellagern:
$c = 0{,}04$,
für Gleichstrommaschinen mit Ringschmierlagern:
$c = 0{,}13$.

Ohne Anspruch auf große Genauigkeit dürfte die angegebene Formel bei den ohnehin sehr schwer errechenbaren Reibungsverlusten oft von Vorteil sein.

Ähnlich erhalten wir für die prozentualen Eisenverluste:

$$v_e = c \left(\frac{B_a' B_z'}{B_l'}\right) \frac{V_{10}}{v} \text{ in } \%; \; V_{10} = \text{Verlustziffer für } 10 \text{ kL/cm}^2. \quad (7)$$

Für Drehstrommotoren wird die Konstante c etwa 0,08:

$$v_e = \frac{8}{100} \left(\frac{B_a' B_z'}{B_l'}\right) \frac{V_{10}}{v} \%; \text{ die } B'\text{-Werte in kL/cm}^2.$$

Der Zusammenhang mit den Eisenbeanspruchungen ist natürlich rein empirisch gefunden und ohne die Leistungskonstante für kleinere Bereiche bereits anderweitig bekanntgeworden; durch Verbindung mit der Typenkonstante wird die Näherungsbeziehung von einem engen Bereich unabhängig.

Für das Kupfergewicht läßt sich folgende einfache Beziehung aufstellen:

$$g_k = \frac{c_1}{v} \frac{1 + 1{,}5 \frac{\tau}{l}}{B_l' s}$$

[2] Verlag Julius Springer, Berlin 1926.

und unter Einführung der im vorigen definierten Ausnutzungskonstante $C = \frac{K}{\sqrt{B l' s}}$:

$$g_k = c_2 \frac{C^2}{\nu}\left(1 + 1{,}5\,\frac{\tau}{l}\right) \text{ in kg/kW spez. Leistung.} \qquad (8)$$

Für Drehstromständerwicklungen wird c etwa 0,14:

$$g_k = 0{,}14 \cdot \frac{10^{-3}\,C^2}{\nu}\left(1 + 1{,}5\,\frac{\tau}{l}\right) \text{kg/kW spez. Leistung.}$$

Schließlich können wir die Amperewindungen eines magnetischen Kreises proportional dem Ausdruck setzen:

$$AW = B_1\,(c_1\,\nu + c_2\,\delta) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

δ = Luftspalt in cm.

Für normale Gleichstrommaschinen, wo diese Näherung mitunter große Vorteile für die Vorausberechnung bietet, wird etwa:

$$c_1 = 0{,}2;\ c_2 = 2{,}2.$$

Die für vorstehende Näherungsberechnungen angegebenen Konstantwerte werden für den praktischen Gebrauch der Formeln am besten für den in Frage kommenden Bereich von ähnlichen Maschinen oder Maschinen der gleichen Type abgeleitet. Vielleicht haben die einfachen Beziehungen auch zu anderweitiger Anwendung der noch viel zu wenig bekannten Ähnlichkeitsgesetze elektrischer Maschinen angeregt, die namentlich in der von Vidmar formulierten Gestalt für den Entwurf von Typenreihen wie für die Projektierung neuer Einzelausführungen von größter Bedeutung sein können, um unnötige Fehlgänge des Berechnungsganges zu vermeiden.

Bemerkungen zu vorstehendem Aufsatz und zugleich II. Teil des Aufsatzes „Kennzahlen zur Auslegung und zum Vergleich von Typenreihen"*.

Von Dr.-Ing. **Hans Rosenthal**, Berlin.

Übersicht. Die von Prof. Dipl.-Ing. Ott vorgeschlagene „Maschinenausnutzungskonstante" wird mit der „Typenkennzahl" des Verfassers verglichen. Im Anschluß hieran werden Richtlinien zum Vergleich verschiedener Typenreihen entwickelt und eine „Wirkungsgradkennzahl" abgeleitet, die den Wirkungsgrad einer ganzen Typenreihe durch eine einzige Zahl kennzeichnet. Die Verwendbarkeit dieser Wirkungsgradkennzahl wird an den Gleichstrom- und Drehstrommotoren nach VDE-Normen nachgewiesen.

Die bisher bekanntgewordenen Maschinenkonstanten, wie auch die von mir vorgeschlagene Typenkennzahl, geben den Zusammenhang zwischen Nennleistung (also abgegebener Leistung), Drehzahl und Läuferabmessungen wieder. Im Gegensatz hierzu bezieht Herr Prof. Ott die von ihm abgeleitete Maschinenausnutzungskonstante auf die aufgenommene Scheinleistung. Theoretisch ist dagegen natürlich nichts einzuwenden. Nur scheint mir die Einführung des Wirkungsgrades und — bei Drehstrommotoren — des Leistungsfaktors in die Formel einen Mehraufwand an Rechenarbeit zur Folge zu haben, der eigentlich durch keinen Vorteil begründet wird. Maschinenkonstanten und Typenkennzahlen sollen beim Entwurf einen Anhalt für die bei gegebenem Drehmoment erforderlichen Läuferabmessungen geben. Diese werden aber z. B. bei Drehstrom-Asynchronmotoren, wie überhaupt bei allen Maschinen, deren Ständer mit dem Netz verbunden ist, durch η und $\cos\varphi$ nur wenig geändert. Zum ersten Entwurf und zum überschlägigen Vergleich genügt daher eine Formel, die nur die Nennleistung enthält, vollauf.

Dabei darf und soll man aber beim Vergleich verschiedener Typen oder Typenreihen die Eigenschaften der Maschinen (η, $\cos\varphi$ usw.) nicht vernachlässigen. Nur muß dies meines Erachtens mittels solcher Zahlenfaktoren geschehen, die deutlich die Einflüsse der zu kennzeichnenden Eigenschaften getrennt hervortreten lassen. Hierauf komme ich weiter unten noch zurück. Als Maßstab für die Materialausnutzung der ganzen Maschine sind alle Konstanten, die nur die Läuferabmessungen enthalten, nur mit Vorbehalt verwendbar. Aus diesem Grunde habe ich auch die von mir vorgeschlagene Kennzahl nicht als Ausnutzungskennzahl bezeichnet. Es lassen sich beispielsweise zwei Drehstrommotoren gleicher Leistung, Drehzahl und Läuferabmessungen bauen, die sich nur dadurch unterscheiden, daß die zweite einen etwas höheren Wirkungsgrad hat als die erste. Die wenigen Prozente, um die der Wirkungsgrad heraufgesetzt ist, werden dann zwangläufig eine erhebliche Vergrößerung des Ständers der zweiten Maschine zur Folge haben, also eine schlechtere Ausnutzung des aktiven Materials. Dennoch werden beide Maschinen gleiche Maschinenkonstanten und Typenkennzahlen und praktisch auch gleiche Maschinenausnutzungskonstanten aufweisen. In bezug auf die Beurteilung der Materialausnutzung scheint mir daher diese letztere keine Vorzüge zu bieten.

Ohne Zweifel ist die Ottsche Ausnutzungskonstante für die Rechnung bequemer zu handhaben als die Typenkennzahl. Daß ich seinerzeit die scheinbar umständlichere Form

$$C_t = \frac{\left(\frac{N}{n}\right)^{3/4}}{D^2\,l} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

der einfacheren Form

$$C_0 = \frac{\sqrt{\frac{N}{n}}}{D\,l}\ ^{*1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

vorzog, hat zwei Gründe:

1. Die bisher üblichen Maschinenkonstanten von der Form $c = \frac{\frac{N}{n}}{D^2\,l}$ sind für die verschiedenen Maschinengattungen meist als Funktion des Drehmomentes

$$C = f\left(\frac{N}{n}\right)$$

oder des Läufervolumens $[C = \varphi\,(D^2\,l)]$ bekannt. Aus ihnen läßt sich die Typenkennzahl sehr einfach berechnen nach der Formel

$$C_t = \frac{C}{\sqrt[4]{\frac{N}{n}}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Man kann also das vorhandene Erfahrungsmaterial ohne Kenntnis der Abmessungen zur Berechnung der neuen Kennzahl verwerten. Bei der Konstanten nach Gl. (2) geht dies nicht ohne weiteres; denn da

$$C_0 = \frac{C}{D\sqrt{\frac{N}{n}}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

ist, muß zur Umrechnung $C = f(N/n,\ D)$ bekannt sein.

2. Zur Berechnung beider Kennzahlen muß man die Formgebung der Maschinen berücksichtigen, d. h. das Verhältnis $D : l$ (oder bei Ott $\tau : l$); das ist besonders beim Vergleich verschiedener Typenreihen nötig. Nun ist aber der Einfluß der Formgebung auf die Größe der Typenkennzahl, von Ausnahmen abgesehen, verhältnismäßig so gering, daß er praktisch vernachlässigt werden kann, während dies bei der Ottschen Konstanten doch nicht ohne weiteres zulässig ist.

Haben wir beispielsweise zwei Typen mit den Leistungen N_1 und N_2, der Drehzahl n und den Läuferabmessungen D_1 und l_1 bzw. D_2 und l_2, so wird für diese beiden:

---

* ETZ 1928, S. 171.

*1 Diese Form entspricht dem reziproken Wert der Ottschen Konstanten C, bei gleichzeitiger Einführung der Nennleistung statt der aufgenommenen Scheinleistung. Des bequemeren Vergleiches mit C_t wegen wird im folgenden C_0 statt C verwendet.

$$C_{t_1} = \frac{\left(\frac{N_1}{n}\right)^{3/4}}{D_1^2\, l_1}; \quad C_{O_1} = \frac{\sqrt{\frac{N_1}{n}}}{D_1\, l_1}; \quad \frac{D_1}{l_1} = a_1$$

$$\text{und} \quad C_{t_2} = \frac{\left(\frac{N_2}{n}\right)^{3/4}}{D_2^2\, l_2}; \quad C_{O_2} = \frac{\sqrt{\frac{N_2}{n}}}{D_2\, l_2}; \quad \frac{D_2}{l_2} = a_2 \quad . \; . \quad (5)$$

Sollen die Kennzahlen der zweiten Type mit denen der ersten unter Berücksichtigung der Formgebung verglichen werden, so müssen die Kennzahlen umgerechnet werden nach den Formeln

$$C_{t_2}' = C_{t_2} \sqrt[4]{\frac{a_1}{a_2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5a)$$

$$C_{O_2}' = C_{O_2} \sqrt{\frac{a_1}{a_2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5b)$$

Für $a_1 : a_2 = 1{,}5$ wird z. B. $C_{t_2}' = C_{t_2} . 1{,}107$
$C_{O_2}' = C_{O_2} . 1{,}225$,

d. h. zur Berücksichtigung der Formgebung muß die Typenkennzahl um etwa 10 %, die Kennzahl nach Gl. (2) um etwa 20 % korrigiert werden.

Ohne Zweifel sind die Kennzahlen, ganz gleich ob nach Gl. (1) oder nach Gl. (2) aufgebaut, von großem Vorteil als Leitfäden für den Entwurf von Typen und Typenreihen. Beim Vergleich von Typenreihen verschiedener Ausführung darf man aber nicht vergessen, daß die Kennzahlen sowohl als auch die bekannten Maschinenkonstanten nur etwas aussagen über die mehr oder weniger gute Ausnutzung des aktiven Materials — streng genommen sogar nur des Läufermaterials —, ohne die elektrischen Eigenschaften der Maschine irgendwie zu berücksichtigen. Es läßt sich beispielsweise denken, daß man die Abmessungen einer gegebenen Type unter gleichzeitiger Steigerung der Belastungen des aktiven Materials (B_l und s_a) verkleinert, ohne die Leistung zu ändern, und die Erwärmung durch gleichzeitige Verstärkung der Ventilation auf gleicher Höhe hält. Die Volumenverminderung muß dann zwangläufig zu einer Verkleinerung des Wirkungsgrades führen. (Hierbei wird natürlich die Verwendung gleichartiger Baustoffe vorausgesetzt.)

Ein Vergleich der Materialausnutzung zweier Maschinen gleicher Leistung hat aber nur dann Sinn, wenn die Maschinen im übrigen gleiche Eigenschaften haben; nur dann kann man eine Maschine als einer anderen überlegen bezeichnen, wenn sie bei gleichen Eigenschaften eine größere Materialausnutzung aufweist.

Die „Eigenschaften", die wir beim Vergleich sowohl einzelner Typen wie ganzer Typenreihen in erster Linie zu berücksichtigen haben, sind:

1. Erwärmung des aktiven Materials,
2. Wirkungsgrad,
3. Leistungsfaktor (nur bei Wechselstrommotoren),
4. sonstige Eigenschaften (z. B. Kommutierung).

Als wesentlich für alle Arten von Maschinen kommen nur 1. und 2. in Betracht und sollen deshalb allein zum Vergleich herangezogen werden.

Es bestehen nun grundsätzlich zwei Möglichkeiten, zwei Typen miteinander zu vergleichen: Entweder man berechnet aus Drehmoment und Ankerabmessungen die Typenkennzahl C_t und gibt außerdem an, mit welchem Wirkungsgrad η und bei welcher Erwärmung τ die Leistung erzielt wird. Man braucht also zur Kennzeichnung der Type drei Werte: C_t, η und τ. Oder man stellt theoretisch oder praktisch fest, in welchem funktionellen Zusammenhang C_t mit η und τ steht, und berechnet daraus nach der Formel

$$C_t' = C_t \cdot f\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right) \cdot \varphi\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)$$

eine „reduzierte Typenkennzahl", die dann also auf einen „Normalwirkungsgrad" und eine „Normalerwärmung" bezogen ist und allein zur Kennzeichnung der Type genügt.

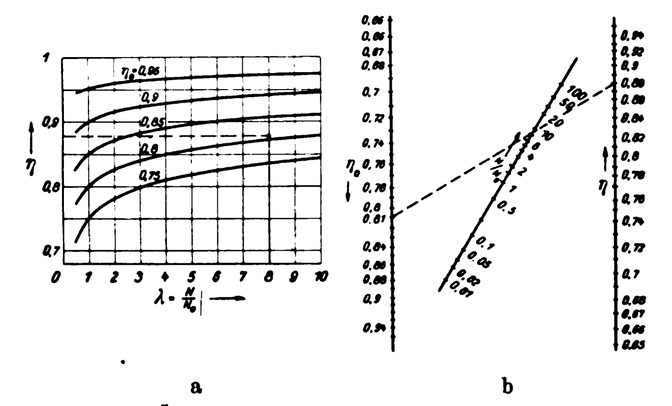
Die Feststellung des Zusammenhanges von C_t und Erwärmung ist nun, ganz abgesehen von der physikalischen Schwierigkeit, schon deshalb kaum möglich, weil es eine einheitliche „Erwärmung" oft gar nicht gibt, sondern die für die einzelnen Teile der Maschine zulässigen Erwärmungen je nach den der Prüfung zugrunde liegenden Maschinennormalien (R.E.M., Am. Inst. El. Engs. usw.) verschieden hoch sein können. Aus diesem Grunde erscheint zur Kennzeichnung der Erwärmung die Beibehaltung einer besonderen Angabe: „Bei τ ° Erwärmung" oder besser „nach R.E.M. (bzw. Am. Inst. El. Engs.)" am geeignetsten. Je mehr die Bewertungsvorschriften der einzelnen Länder mit der Zeit aneinander angeglichen werden, um so überflüssiger wird eine besondere Kennzeichnung für die Erwärmung werden.

Für den Wirkungsgrad liegen die Dinge gerade umgekehrt. Einerseits sind „Einheitswirkungsgrade", die den für alle Arten von Maschinen gültigen Erwärmungsgrenzen entsprächen, nicht gut denkbar; anderseits aber läßt sich der Einfluß des Wirkungsgrades auf die Typenkennzahl verhältnismäßig einfach darstellen. Um beim Vergleich zweier einzelner Typen mit den Typenkennzahlen C_{t_1} und C_{t_2} und den Wirkungsgraden η_1 und η_2 den Einfluß des Wirkungsgrades zu berücksichtigen, hätte man also z. B. für die zweite Type

$$C_{t_2}' = C_{t_2} . f\left(\frac{\eta_2}{\eta_1}\right)$$

zu setzen.

Wollen wir dagegen zwei verschiedene Typenreihen unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades miteinander vergleichen, so stoßen wir insofern auf Schwierigkeiten, als ja die einzelnen Typen innerhalb einer Reihe verschiedene — nämlich mit wachsender Leistung steigende — Wirkungsgrade haben, daher die Typenkennzahlen der beiden Reihen nicht ohne weiteres auf gleiche Basis zu bringen sind. Dies wäre nur dann möglich, wenn sich die Wirkungsgrade einer Reihe ebenfalls durch eine einzige Kennzahl charakterisieren ließen. Es wurde bereits früher darauf hingewiesen[2], daß dies tatsächlich der Fall ist.



a b

Abb. 1. Änderung des Wirkungsgrades mit der Leistung innerhalb einer Typenreihe.

Wir wollen zunächst untersuchen, nach welcher Gesetzmäßigkeit sich der Wirkungsgrad innerhalb einer Typenreihe mit der Leistung ändert. Wir setzen eine Reihe geometrisch ähnlicher Maschinen voraus, deren spezifische Belastungen (B_l und s_a) konstant gehalten werden. Die Umlaufzahlen aller Typen der Reihe seien konstant. Dies ist für Gleichstrommaschinen zunächst eine Einschränkung, während es für alle Maschinen, deren Drehzahl von der Polzahl abhängt, selbstverständlich ist. Unter den gemachten Voraussetzungen sind die Verluste — streng genommen nur Eisen- und Kupferverluste; doch können wir Reibungs- und Ventilationsverluste ohne großen Fehler vernachlässigen — dem Volumen proportional:

$$V = c\, D^2\, l \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

und unter Berücksichtigung der Gl. (1) und der Voraussetzung $n =$ konst.

$$V = c\, N^{3/4} . \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7)$$

Damit wird der Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{N}{N + V} = \frac{1}{1 + c\, N^{-1/4}} . \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (8)$$

Für eine bekannte Type der Reihe mit der Leistung N_0 und dem Wirkungsgrad η_0 gilt in gleicher Weise:

$$\eta_0 = \frac{1}{1 + c\, N_0^{-1/4}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (8a)$$

und aus Gl. (8) und (8 a) zusammen ergibt sich für irgendeine andere Type der Reihe mit der Leistung N der Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{\eta_0} - 1\right)\left(\frac{N}{N_0}\right)^{-1/4}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{\eta_0} - 1\right)\sqrt[4]{\frac{N_0}{N}}} . \quad (9)$$

---

[2] ETZ 1928, S. 174.

Abb. 1 a zeigt die Änderung des Wirkungsgrades mit der Leistung für die Ausgangswirkungsgrade $\eta_0 = 0{,}75$, 0,8, 0,85, 0,9, 0,95. Abb. 1 b zeigt die Zusammenhänge zwischen Wirkungsgrad und Leistung innerhalb einer Typenreihe in nomographischer Form, was den Vorzug besserer Übersicht und einfacherer Umrechnung bietet.

So, wie mit Hilfe der Gl. (1) die Abmessungen einer Maschine gegebener Leistung aus den bekannten Abmessungen einer „geometrisch ähnlichen" Maschine anderer Leistung berechnet werden können, läßt sich mit Hilfe der Gl. (9) bzw. des Nomogrammes Abb. 1 b der Wirkungsgrad der neu zu entwerfenden Maschine schnell und, trotz der in der Ableitung gemachten vereinfachenden Voraussetzungen, mit genügender Genauigkeit berechnen. Ist z. B. der Wirkungsgrad einer bekannten Type $\eta_0 = 0{,}81$, so ergibt sich für eine Maschine der gleichen Typenreihe mit achtfacher Leistung (also $N/N_0 = 8$) aus dem Nomogramm: $\eta = 0{,}878$.

Zahlentafel 1.

Wirkungsgradkennzahlen der Schleifringankermotoren nach Normblatt DIN VDE 2651.

N in kW	Drehzahl bei 50 Hz					
	3000	1500	1000	750	600	500
1,1		—	2,98	2,71		
1,5		3,47	3,12	2,78		
2,2	3,42	3,42	3,17	2,84		
3	3,33	3,45	3,24	2,84		
4	3,22	3,53	3,22	2,84		
5,5	2,98	3,58	3,18	2,78		
7,5	2,95	3,40	3,17	3,02	3,02	
11	2,88	3,22	3,37	3,01	3,01	2,76
15	2,84	3,57	3,24	3,14	2,98	2,86
22	3,24	3,33	3,24	3,06	2,96	2,84
30	3,28	3,50	3,28	3,08	3,00	2,84
40	3,24	3,44	3,24	3,24	3,06	2,88
50	3,18	3,41	3,41	3,19	3,05	2,89
64	3,20	3,33	3,33	3,20	2,98	2,85
80	3,04	3,16	3,16	3,16	3,04	3,04
100	2,99	3,20	3,20	3,20	2,99	2,99
125	3,02	3,24	3,24	3,02	3,02	3,02
160	3,04	3,18	3,18	3,04	3,04	3,04
200	3,01	3,33	3,33	3,01	3,01	3,01
250	3,15	3,32	3,32	3,15	3,15	3,15
A	3,01	3,44	3,15	2,80	—	—
B	3,125	3,33	3,27	3,11	3,02	2,94

A Mittelwert der Werte oberhalb der Stufenlinie,
B Mittelwert der Werte unterhalb der Stufenlinie.

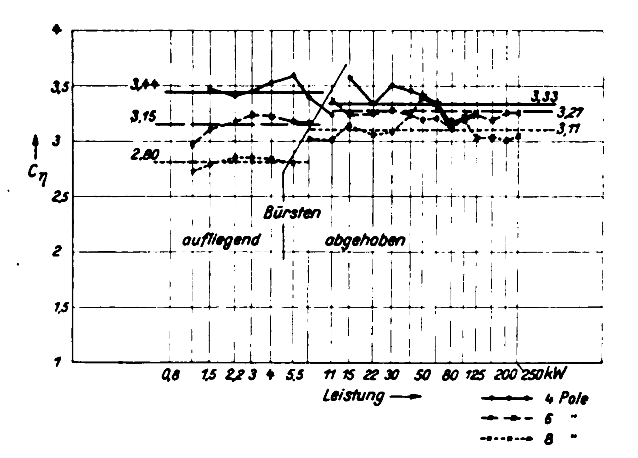


Abb. 2. Wirkungsgradkennzahlen der Schleifringankermotoren nach DIN VDE 2651.

Streng richtig kann das Ergebnis natürlich nicht sein; denn abgesehen von der Vernachlässigung der Reibungs- und Ventilationsverluste ist in der Ableitung nicht berücksichtigt, daß sich innerhalb der Typenreihe das Verlustverteilungsverhältnis entsprechend der Änderung der spezifischen Belastung verschiebt. Wir hatten ja gerade in dem früheren Aufsatz gezeigt, daß nicht die spezifischen Belastungen an sich, sondern nur ihr Produkt annähernd konstant bleibt. Aber die Ungenauigkeiten, die sich hieraus ergeben, sind praktisch außerordentlich klein, wie im letzten Abschnitt noch gezeigt werden soll.

Zahlentafel 2.

Wirkungsgradkennzahlen der Kurzschlußankermotoren nach Normblatt DIN VDE 2650.

N in kW	Drehzahl bei 50 Hz					
	3000	1500	1000	750	600	500
0,125	3,33	3,82	3,33*			
0,2	3,48	3,94	3,32*	2,72*		
0,33	3,66	3,86	3,48	2,87*		
0,5	3,76	3,86	3,57	2,98*		
0,8	3,86	4,09	3,65	3,18		
1,1	3,90	4,27	3,76	3,25		
1,5	3,97	4,29	3,84	3,31		
2,2	4,01	4,13	3,89	3,41		
3	4,00	4,17	3,82	3,33		
4	3,78	4,16	3,87	3,47		
5,5	3,75	4,17	3,85	3,28		
7,5	3,73	4,03	3,73	3,18	3,18	
11	3,52	3,86	3,52	3,10	3,10	2,88
15	3,24	3,57	3,24	3,12	3,00	2,87
22	3,24	3,53	3,24	3,07	2,96	2,84
30	3,28	3,46	3,28	3,08	3,00	2,84
40	3,24	3,37	3,24	3,28	3,07	2,89
50	3,18	3,32	3,40	3,18	3,05	2,89
64	3,20	3,32	3,32	3,20	2,97	2,86
80	3,04	3,15	3,15	3,16	3,04	3,04
100	2,98	3,16	3,16	3,17	2,99	2,98
A	3,75	4,05	3,74	3,32	—	—
B	3,18	3,34	3,28	3,15	3,03	2,90

A Mittelwert der Werte oberhalb der Stufenlinie,
B Mittelwert der Werte unterhalb der Stufenlinie.

* Bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtigt.

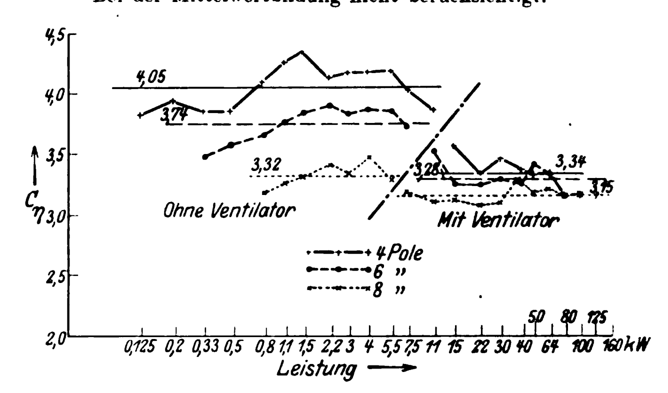


Abb. 3. Wirkungsgradkennzahlen der Kurzschlußankermotoren nach DIN VDE 2650.

Schreiben wir nun die Gl. (8) in der Form

$$c = \left(\frac{1}{\eta} - 1\right)\sqrt[4]{N}, \quad (10)$$

so haben wir mit der Konstanten c eine für den Wirkungsgrad der ganzen Typenreihe charakteristische Zahl gefunden. Aus rein formalen Gründen (damit wir wieder eine einstellige Zahl erhalten und damit diese Zahl dem Wirkungsgrad proportional ist) nennen wir den reziproken Wert dieser Konstanten Wirkungsgradkennzahl:

$$\frac{1}{c} = C_\eta = \frac{1}{\left(\frac{1}{\eta} - 1\right)\sqrt[4]{N}} \quad (11)$$

oder, wenn wir wieder $\eta = N/(N+V)$ setzen,

$$C = \frac{N^{3/4}}{V} \quad (12)$$

Die Wirkungsgradkennzahl gestattet nicht nur eine Beurteilung des Wirkungsgrades einer ganzen Typenreihe, sondern mit ihrer Hilfe lassen sich die Typenkennzahlen

zweier Reihen auf gleiche Wirkungsgradbasis umrechnen. Hierauf soll jedoch hier nicht weiter eingegangen werden.

Die Kontrolle für die Richtigkeit der theoretischen Überlegungen, die zur Aufstellung der Typenkennzahl geführt hatten, mußte notwendigerweise fast ausschließlich an Typenreihen der AEG vorgenommen werden, da für diese das reichhaltigste Material zur Verfügung stand.

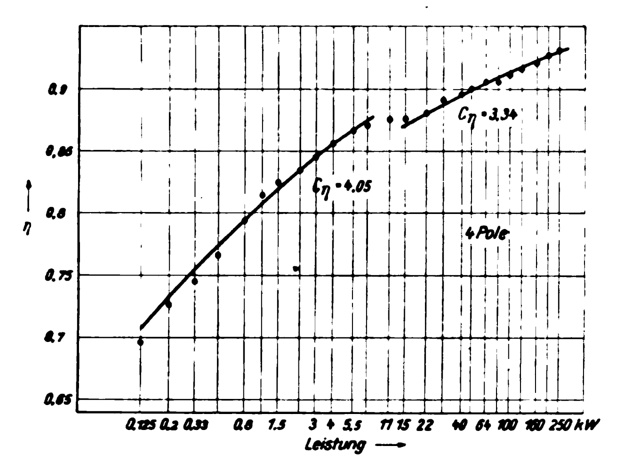


Abb. 4. Wirkungsgrade der vierpoligen Asynchronmotoren nach DIN VDE 2650 und 2651.

Bei der Wirkungsgradkennzahl können auch andere Fabrikate zum Vergleich herangezogen werden, da Leistungen und Wirkungsgrade in den Preislisten enthalten sind.

Für offene Drehstrom-Asynchronmotoren sind die Wirkungsgrade bekanntlich in den Normblättern DIN VDE 2650 und 2651 festgelegt. Es wurden nun zunächst für die Schleifringankermotoren die sich aus dem Normblatt DIN VDE 2651 ergebenden Wirkungsgradkennzahlen berechnet und in Zahlentafel 1 und Abb. 2 eingetragen. Für jede dort angegebene Drehzahl wurden für die über und die unter der ausgezogenen Stufenlinie stehenden Typen die Mittelwerte gebildet. Diese Trennung war nötig, weil die Stufenlinie die Grenze zwischen zwei verschiedenen Typenreihen — Motoren mit aufliegenden Bürsten ohne besonderen Ventilator und Motoren mit abgehobenen Bürsten mit Ventilator — bildet. Nur an vereinzelten Stellen erreichen die Abweichungen von den Mittelwerten ± 7 %, meist liegen sie unterhalb ± 5 %. Dies Ergebnis ist um so überraschender, als ja die im Normblatt angegebenen Wirkungsgrade Mittelwerte aus den von den verschiedensten Firmen angegebenen Einzelwerten sind, also streng genommen gar nicht zu einheitlich aufgebauten Typenreihen gehören.

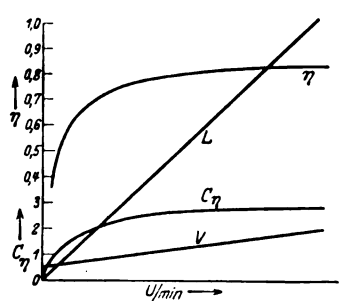


Abb. 5. Verlauf von η und C_η bei proportional mit der Drehzahl steigender Leistung.

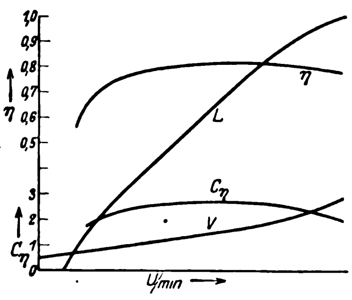


Abb. 6. Verlauf von η und C_η bei normalen Gleichstrommaschinen (schematisch).

Führt man für die Kurzschlußankermotoren nach Normblatt DIN VDE 2650 die gleiche Rechnung durch (siehe Zahlentafel 2 und Abb. 3), so zeigt sich bei den Drehzahlen 3000, 1500, 1000 und 750 etwa in der Mitte der Tafel ein plötzlicher Sprung der Wirkungsgradkennzahlen, der in der Tafel durch eine ausgezogene Stufenlinie angedeutet ist, und der wieder dadurch zu erklären ist, daß die Typen oberhalb und unterhalb der Linie zwei verschiedenen Typenreihen angehören (Kleinmotoren — mittlere Motoren). Bei der Berechnung der Mittelwerte der oberhalb der Linie liegenden Motoren wurden die sechspoligen

Zahlentafel 3.

Wirkungsgradkennzahlen der Gleichstrommotoren nach Normblatt DIN VDE 2000 für $n = 1000$.

N in kW	n	η	C_η	N in kW	n	η	C_η
0,125	1000	0,59	2,42	7,0	1000	0,815	2,70
0,2	,,	0,62	2,45	11	,,	0,83	2,68
0,3	,,	0,65	2,52	15	,,	0,845	2,79
0,5	,,	0,68	2,54	22	,,	0,86	2,85
0,7	,,	0,70	2,56	30	,,	0,87	2,84
1,0	,,	0,72	2,57	40	,,	0,88	2,91
1,4	,,	0,74	2,62	50	,,	0,89	3,08
1,3	,,	0,75	2,60	64	,,	0,895	2,96
2,4	,,	0,77	2,69	80	,,	0,90	3,01
3,3	,,	0,78	2,65	100	,,	0,905	2,99
4,5	,,	0,795	2,65	125	,,	0,91	2,99

Zahlentafel 4.

Wirkungsgradkennzahlen der Gleichstrommotoren nach Normblatt DIN VDE 2000 für mittlere Drehzahlen.

N in kW	n	η	C_η	Bemerkungen
0,25	2800	0,68	3,01	2 Pole Mittelwert: 3,02
0,4	,,	0,70	2,94	
0,7	,,	0,73	2,96	
1	,,	0,75	3,00	
1,1	2000	0,76	3,08	
1,5	,,	0,77	3,00	
2,2	,,	0,79	3,06	
3	,,	0,805	3,16	
3	1420	0,80	3,05	
4	1430	0,81	2,98	
5,5	,,	0,82	2,97	
7,5	1440	0,83	2,86	4 Pole Mittelwert: 2,81
7	950	0,815	2,70	
11	,,	0,83	2,68	
15	,,	0,845	2,79	
22	,,	0,86	2,85	
30	960	0,87	2,84	
30	715	0,865	2,72	
40	,,	0,875	2,81	
50	,,	0,885	2,89	
64	,,	0,89	2,88	
80	575	0,89	2,74	

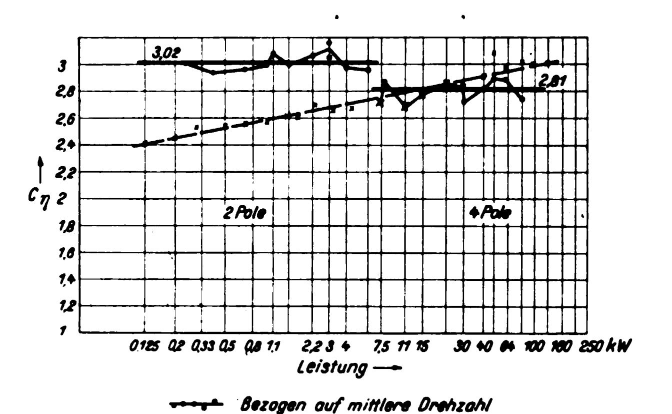


Abb. 7. Wirkungsgradkennzahlen der Gleichstrommotoren nach DIN VDE 2000.

Motoren mit einer Leistung von 0,2 kW und weniger, die achtpoligen Motoren von 0,5 kW und weniger nicht berücksichtigt, weil derart kleine und langsam laufende Maschinen als anormal angesehen werden müssen. Immerhin entspricht auch der größten Abweichung des C_η vom Mittelwert (18 %) nur eine relativ kleine Abweichung des Wirkungsgrades selber (7 %). Das geht besonders deutlich aus Abb. 4 hervor, in der für die vierpoligen Motoren nach DIN VDE 2650 und 2651 die Wirkungsgrade selber als Funktion der Leistung aufgetragen und die den Werten $C_\eta = 4{,}05$ und $C_\eta = 3{,}34$ entsprechenden Kurven eingezeichnet sind.

Bei der Bestimmung der Wirkungsgradkennzahl von Gleichstrommaschinen, wie überhaupt bei Maschinen, deren Drehzahl nicht wesentlich durch die Polzahl beeinflußt

wird, ergeben sich ähnliche Schwierigkeiten wie bei der Bestimmung der Typenkennzahl. Schon wenn man annimmt, daß die Leistung einer bestimmten Type proportional der Drehzahl wächst, ist der Wirkungsgrad nicht konstant, sondern steigt mit der Drehzahl, weil ja die Verluste langsamer als proportional der Drehzahl steigen. Abb. 5 stellt die Zusammenhänge schematisch dar. Tatsächlich liegen die Verhältnisse noch verwickelter, weil z. B. bei normalen, offenen Maschinen die Leistung im unteren Drehzahlbereich mit Rücksicht auf die Kühlung schneller als proportional der Drehzahl sinkt, oberhalb einer bestimmten Drehzahl aber mit Rücksicht auf Eisenverluste und unter Umständen auch Kommutatorabmessungen langsamer als proportional steigt. (Siehe die schematische Abb. 6 sowie Abb. 7 auf S. 173 der ETZ 1928.)

Wir werden also, da es eine einheitliche Wirkungsgradkennzahl für derartige Maschinen nicht gibt, die Werte von C_η zweckmäßig auf dieselbe „mittlere Drehzahl" beziehen, wie wir es mit den Werten von C_t taten. Den Vorzug dieser Betrachtungsweise zeigt der Vergleich der Wirkungsgradkennzahlen für die im Normblatt DIN VDE 2000 genormten Gleichstrommotoren. Die einzelnen Werte sind in Zahlentafel 3 und 4 zusammengestellt und in Abb. 7 als Funktion der Leistung aufgetragen. Während sich bei Abnahme konstanter Drehzahl ein deutliches Ansteigen von C_η mit der Leistung bemerkbar macht, liegen die ungefähr nach der „mittleren Drehzahl" berechneten Werte unterhalb und oberhalb von etwa 4,5 kW je um einen Mittelwert herum. Der Sprung bei 4,5 kW ist dadurch zu erklären, daß hier die Grenze zwischen zweipoliger und vierpoliger Ausführung liegt.

In Abb. 8 sind wieder die dem Normblatt entsprechenden Wirkungsgrade selbst sowohl für $n = 1000$ als auch für mittlere Drehzahl eingetragen. Nur für letzteren Fall

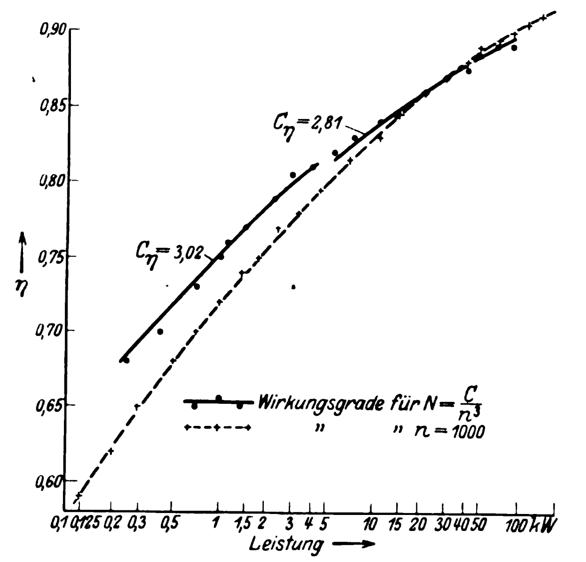


Abb. 8. Wirkungsgrade der Gleichstrommotoren nach DIN VDE 2000.

entsprechen die durch die einzelnen Punkte gelegten Kurven einer einheitlichen Wirkungsgradkennzahl.

Die Nachrechnungen an ausgeführten Typenreihen von Drehstrom- und Gleichstrommotoren bestätigen also die theoretischen Überlegungen, nach denen es möglich ist, den Wirkungsgrad einer ganzen Typenreihe durch eine einzige Zahl zu kennzeichnen.

---

5. Große Deutsche Funkausstellung Berlin 1928.

Am 31. VIII. d. J. wurde im Hause der Funkindustrie auf dem Ausstellungsgelände am Kaiserdamm in Berlin die 5. Große Deutsche Funkausstellung vom Reichspostminister Dr. Schätzel in Gegenwart einer großen Zahl geladener Gäste feierlich eröffnet. Der Minister teilte in seiner Ansprache u. a. mit, daß die Zahl der Rundfunkteilnehmer heute auf rd. 2½ Millionen gestiegen sei und die diesjährige Ausstellung eine besondere Note durch die gleichzeitige Tagung des Internationalen Weltrundfunkvereines erhalte. Bürgermeister Dr. Scholtz begrüßte namens der Stadt Berlin die Versammlung und dankte der Reichspost, der Reichsrundfunkgesellschaft, der Berliner Funkstunde und dem Verbande der Funkindustrie für die hier geleistete gemeinsame Arbeit. Herr Dr. Michel, Geschäftsführer des Verbandes der Funkindustrie wies in einer Ansprache u. a. darauf hin, daß die Ausstellung von 350 Ausstellern beschickt worden sei und mit einer Ausstellungsfläche von 10 000 m² alle früheren Veranstaltungen bei weitem übertreffe. Musikalische Darbietungen des Großen Berliner Funkorchesters umrahmten die kurze eindrucksvolle Feier, an deren Schluß eine Vorführung des Tri-Ergon-Ton-Bild-Films der Reichs-Rundfunkgesellschaft erfolgte. Man muß den Erfindern desselben, den Herren Engl, Massolle und Vogt eine uneingeschränkte Anerkennung für den zweifellosen Erfolg ihrer langjährigen Bemühungen aussprechen. Wenn die Illusion stellenweise noch nicht eine vollständige war, so lag das nicht an den eigentlichen Einrichtungen, sondern an den Lautsprechern. Die gleichzeitige Verwendung solcher in einer größeren Anzahl dürfte wegen der gegenseitigen Beeinflussung derselben nicht geraten sein, und auch auf die Auswahl von Lautsprechern und ihre Anpassung an die jeweils wiederzugebenden Laute dürfte besondere Sorgfalt zu verwenden sein.

Der auf die Feier folgende Rundgang durch die Ausstellung ließ eine Menge wertvoller Neuerungen und Darbietungen erkennen, u. a. den Fernseher von Karolus und Mihaly, das Fernkino, die Bildtelegraphie und die Heinrich-Hertz-Ausstellung. Zum erstenmal ist auf der Großen Deutschen Funkausstellung auch die Polizei mit ihren vielseitigen drahtlosen Einrichtungen, die zum Teil im Betrieb vorgeführt werden, vertreten. Die Funkhalle erwies sich für die Aufnahme der großen Masse von Ausstellungsgegenständen als zu klein, so daß die Neue Autohalle hinzugenommen werden mußte. Wir werden auf die Ausstellung im einzelnen noch mit einem besonderen Bericht zurückkommen.

Wie alljährlich, so ist auch diesmal ein offizieller Ausstellungskatalog als „Funkalmanach 1928" in geschmackvoller Aufmachung und unterhaltendem Inhalt erschienen.

e

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 261.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird folgende Elektrizitätszählerform dem untenstehenden, beglaubigungsfähigen System eingereiht.

Zusatz zu System 96, die Form A 2, Magnetmotorzähler für Gleichstrom,
hergestellt von der
Comptator G. m. b. H. Mix & Genest-Zähler
in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 8. VI. 1928.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

Zusatz zu System 96,

die Form A 2, Magnetmotorzähler für Gleichstrom, hergestellt von der Comptator G. m. b. H. Mix & Genest-Zähler in Berlin.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 137 vom 24. III. 1921 (ETZ 1921, S. 651) zur Beglaubigung zugelassenen Magnetmotorzähler für Gleichstrom der Form A 1 werden in geänderter Ausführung unter der Formbezeichnung A 2 hergestellt und können in dieser Ausführung für Nennstromstärken von 1,5 ... 20 A beglaubigt werden.

Die Zähler der Form A 2 unterscheiden sich von denen der Form A 1 im wesentlichen dadurch, daß der Spannungsabfall an den Zählern und der Ankerwiderstand durch Erhöhung des Querschnittes des für die Nebenwiderstände und die Ankerspulen verwendeten Drahtes herabgesetzt ist.

Die untersuchten Zähler der Form A 2 liefen bei etwa 0,5 ... 1 % des Nennstromes an. Das Drehmoment der Zähler betrug etwa 14 ... 16 cmg und der Spannungsabfall an den Zählern etwa 1,04 ... 1,08 V bei Nennstrom.

[1] Reichsministerialblatt 1928, S. 364.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Inbetriebnahme der drei Illerkraftwerke des Bezirksverbandes Oberschwäbische Elektrizitätswerke. — Am 6. und 7. VII. d. J. fand eine Einweihungsfeier der drei größten Wasserkraftanlagen Württembergs mit einer Maschinenleistung von zusammen rd. 49 000 PS statt. Der im Jahre 1917 zustandegekommene Staatsvertrag zwischen Württemberg und Bayern über die Aufteilung der rd. 60 km langen Grenzstrecke des Illerlaufs ermöglichte es dem Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke Biberach/Riß, sich um die Wasserkräfte zwischen der Landesgrenze bei Ferthofen und Kellmünz (Abb. 1) mit Erfolg zu bewerben. Im Jahre 1919 wurde mit dem Wehr bei Mooshausen und mit der obersten Kraftstufe (Illerkraftwerk II, Tannheim) begonnen. Einige Jahre später wurde der Unterwasserkanal von Illerwerk II, der einen provisorischen, auch jetzt noch in Notfällen benutzbaren Auslauf nach der Iller besitzt, fortgesetzt bis zum Illerwerk III, Unteropfingen. Hieran schließt sich das jetzt fertiggestellte Illerwerk IV, Unterdettingen. Zwischen Werk III und Werk IV befindet sich auch wieder ein provisorischer Auslaß nach der Iller. Außerdem wurde durch Umbau des Kirchdorfer Wehres die Möglichkeit geschaffen, das in der Iller unterhalb Mooshausen sich sammelnde Wasser der Illerstufe IV zuzuführen.

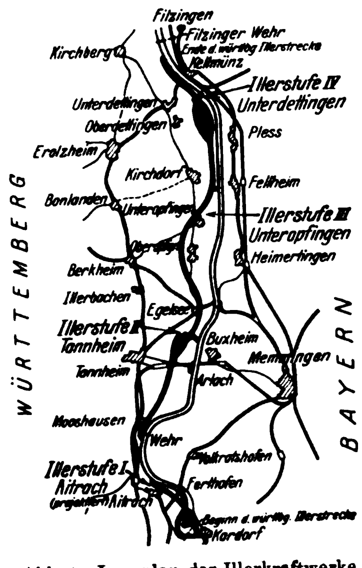


Abb. 1. Lageplan der Illerkraftwerke. M.: rd. 1:375 000.

Die Wasserführung der Iller entspricht ungefähr derjenigen des Neckars bei Cannstatt. Der Kanal wurde dementsprechend auf 75 m³/s ausgebaut; er hat eine Gesamtlänge von 20,7 km. Das durch die drei Illerkraftwerke ausgenutzte Rohgefälle beträgt 584,0 — 532,13 = 51,87 m. Die Nutzgefälle und Leistungen sind folgende:

	Nutzgefälle bei Ausbauwasser m	Ausbauwassermenge der Turbinen m³/s	Turbinenleistung PS	Theoret. Jahreserzeugung Mill. kWh
Illerkraftwerk II, Tannheim	17,26	66	11 500	46
Illerkraftwerk III, Unteropfingen	16,69	75	12 500	49
Illerkraftwerk IV, Unterdettingen	14,24	75	10 700	44
zusammen			34 700	139

Dem Werk II ist ein Speicherbecken von rd. ½ Mill. m³ Nutzinhalt, dem Werk IV ein Ausgleichbecken von 1½ Mill. m³ Nutzinhalt vorgelagert. Es sind dies die größten Speicherbecken Württembergs. Sie ermöglichen einen Spitzenbetrieb der Kraftwerke II und III während einiger Stunden. Bei dem weiter oberhalb projektierten Illerkraftwerk I Aitrach ist ein noch größeres Speicherbecken vorgesehen, das später einmal einen Wochenausgleich für sämtliche Illerwerke ermöglicht.

Die drei Krafthäuser haben ähnliche Anordnung: je drei Maschinensätze, bestehend aus Francis-Schnelläufer-Einradturbinen mit stehender Welle und Schirmgenerator. Die Maschinenspannung von 5000 V wird in den angebauten Schalthäusern auf 55 000 V hochtransformiert und die Energie mit dieser Spannung über das zwischen Bodensee und dem Nordrande der Schwäbischen Alb gelegene Versorgungsgebiet der OEW geleitet; die Verteilungsspannung beträgt 15 kV. *of*

Elektromaschinenbau.

Jahresbericht des Ausschusses für elektrische Maschinen beim Am. Inst. El. Engs. — Nach einem allgemeinen Bericht über die Organisation, die Arbeitsweise und den Arbeitsplan des Ausschusses für elektrische Maschinen beim Am. Inst. El. Engs. werden die wichtigsten und am meisten interessierenden Gebiete, auf die sich theoretische Untersuchung und praktische Entwicklung erstreckten, genannt, und anschließend wird ein Überblick über die auf diesen und anderen weniger wichtigen Gebieten erzielten Ergebnisse gegeben.

Untersuchungen über den Einfluß des atmosphärischen Druckes auf die Isolationsfestigkeit ergaben die Unnötigkeit einer Abänderung bestehender Isolationsnormen, wie auch nach anderen Untersuchungen die Methode der Isolationsprüfung als für die Praxis genügend befunden wurde. Während andere Arbeiten über die Temperaturverteilung im Eisen, über Verluste und Bestimmung derselben auf kalorimetrischem Wege praktisch von geringerer Bedeutung sind, bringt die Untersuchung der Stabilität von Wechselstrommaschinen bzw. des Einflusses des Kurzschlußverhältnisses auf die Stabilität wichtige praktische Erkenntnisse für den Entwurf der Synchronmaschinen, dahingehend, daß ein genügendes Kurzschlußverhältnis anzustreben und für einen gewissen Bereich Schnellerregung anzuwenden ist. Von wichtigeren Arbeiten wären noch zu nennen: Untersuchungen über die Charakteristiken von Synchronmaschinen (synchronisierendes Moment, Anlauf), über die Stromverluste und Vorausbestimmung der Verluste überhaupt, über die Flußverteilung in magnetischen Feldern und die Wirkung der Dämpferwicklung von Synchronmaschinen bei einphasigem Kurzschluß.

Die Arbeiten des Normenausschusses sind getragen von dem Gedanken, der technischen Weiterentwicklung sich möglichst anzupassen. Hervorzuheben sind die beabsichtigte Revision der für die Leistungsangabe elektrischer Maschinen grundlegenden Erwärmungsbedingungen und die in Aussicht genommene Heraufsetzung des Wirkungsgrades von Kleinstmotoren. Außerdem sind entsprechend neueren Untersuchungen und Fortschritten im Bau elektrischer Maschinen eine Reihe von Vorschriftsänderungen beabsichtigt betr. einiger Definitionen, Meßmethoden und abzugebender Garantien.

Entsprechend der Bedeutung der Kühlung und Lüftung elektrischer Maschinen für die Einhaltung zulässiger Erwärmung und guten Wirkungsgrades ist diesem Gebiete große Aufmerksamkeit zugewandt worden. Nicht nur für Turbogeneratoren sondern auch für durch Wasserkraftmaschinen angetriebene Generatoren wird sowohl mit Rücksicht auf Reinhaltung der Kühlluft und dadurch erzielte größere Betriebsicherheit als auch mit Rücksicht auf Vermeidung störender Geräusche das geschlossene Ventilationsystem als zweckmäßig propagiert. Einige Ausführungsbeispiele für große Maschinen werden genannt, auftretende Konstruktionschwierigkeiten erwähnt und hingewiesen auf die Erfordernis, die Maschinen konstruktiv so durchzugestalten, daß genügende Luftwege mit möglichst geringem Widerstand für die Kühlluft vorhanden sind und auch ausreichende Außenkühlung möglich ist.

Als Beispiele für den Bau neuzeitlicher elektrischer Großmaschinen werden einige ausgeführte bzw. noch in der Ausführung stehende Generatoren für Antrieb durch Wasserturbinen beschrieben und ihre elektrischen Daten gegeben. Zwecks Erzielung guter Stabilitätscharakteristiken ist bei entsprechendem Kurzschlußverhältnis Schnellerregung durch ein besonderes Erregersystem vorgesehen. Auch einige Beispiele für Antrieb durch Kaplanturbinen werden genannt und die Entwicklungsmöglichkeit solcher Maschinensätze kurz besprochen.

Die Tendenz zum Bau immer größerer elektrischer Einheiten aus wirtschaftlichen Gründen wird gehemmt durch die Schwierigkeit des Transportes und der Montage der großen Gewichte; Gewichtsverminderung ermöglicht die Gerippenrahmenkonstruktion des Ständers. So wurde auch der Bau sehr großer Turbogeneratoren möglich, die

teilweise mit sehr hohen Spannungen arbeiten; hierfür werden gleichfalls Ausführungsbeispiele und elektrische Daten angegeben.

Der Bericht über die Entwicklung im Transformatorenbau bringt die Daten ausgeführter großer Dreiphasen- und Einphaseneinheiten, einen Vergleich der selbstgekühlten und fremdgekühlten Transformatoren hinsichtlich der Größe der Leistung und behandelt ausführlich das Problem des selbsttätigen Schaltens unter Last bei neuerdings vielfach verwendeten Stufentransformatoren zur Konstanthaltung der Spannung bei wechselnder Belastung. Als erwähnenswerte Neuheiten werden angeführt eine europäische Transformatorenkonstruktion, bei der nur die Wicklung im Öl liegt, was fabrikations- und betriebstechnisch große Vorteile bringt, und der Bau von Transformatoren, die im Erdboden einzubetten sind, worüber ein gutes Erfahrungsbeispiel vorliegt.

Der Asynchronmotor mit Käfiganker erfreut sich wegen seiner Betriebsicherheit weiterhin großer Beliebtheit und wird bei vielen ein hohes Anzugsmoment erfordernden Antrieben ersetzt durch den neuerdings auch in Deutschland vielfach propagierten Doppelkäfig- oder Doppelstabanker, dessen Prinzip bekannt ist. Rollen- und Kugellager kommen immer mehr zur Verwendung. Auf dem Gebiete der geschlossenen Motoren wird die Möglichkeit der Durchbildung von Motoren größerer Leistung erhofft, und ebenso werden die Entwicklungsaussichten größerer synchronisierter Asynchronmotoren und der Motoren für Pumpenantriebe für günstig erachtet. Es wird auch berichtet von dem bekannten Krupp-Einphasenmotor mit zwei Rotoren und Gleichstromerregung[1].

Ausführungsbeispiele von Synchronmotoren, Gleichstrommaschinen, Gleichrichtern, Frequenzwandlern, Blindleistungs- und Hochfrequenzmaschinen, Einankerumformern und kurze Besprechung ihrer Anwendungsmöglichkeiten und Entwicklungsaussichten schließen den Bericht. (J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1241.) *Klt.*

Beleuchtung.

Die Wirksamkeit der Augenschutzgläser im unsichtbaren Gebiete. — Schädigend auf das Auge können sowohl die ultravioletten als auch die ultraroten Strahlen wirken. Zur Verhütung der Schädigung müssen Augenschutzgläser getragen werden, die die schädlichen Strahlen absorbieren. Der Absorptionsbereich sowie der Absorptionsgrad sind durch die spektrale Durchlässigkeitskurve gegeben, die im ultravioletten Gebiet mit dem Spektrographen mit Quarzoptik, im ultraroten mit einem Flußspat-Spektrometer und der Thermosäule aufgenommen werden müssen. Die Verfahren sind umständlich und erfordern einen erheblichen Aufwand an Instrumenten. L. Bloch hat sich deshalb bemüht, ein vereinfachtes Verfahren auszuarbeiten, um mit einigen wenigen, leicht zu erhaltenden Daten die Wirksamkeit der Augenschutzgläser kennzeichnen zu können. Hiernach soll man sich im Ultraroten auf die Bestimmung der Gesamtdurchlässigkeit beschränken, es wird dann nur eine empfindliche Thermosäule der Firma Kipp-Zonen in Delft und ein Galvanometer mit der Empfindlichkeit von 10^{-8} A benötigt. Zunächst wird der Galvanometerausschlag bestimmt, den die von einem glühenden Draht bestrahlte Thermosäule bewirkt, dann wird zwischen Glühdraht und Thermosäule das zu untersuchende Glas eingeschaltet; das Verhältnis des nunmehr kleineren Galvanometerausschlages zu dem zuerst beobachteten ist ein Maß für die Durchlässigkeit des Glases. Der negative Logarithmus der Durchlässigkeit gilt als Schwächungszahl. Für eine Reihe von Schutzgläsern gibt der Verfasser diese Schächungszahlen an, umgerechnet auf 1 mm Glasdicke. Zum Vergleich werden die Schwächungszahlen im sichtbaren Gebiete für ungefärbtes, rotes, grünes und blaues Licht gegeben und weiter auch noch spektrometrische Messungen durchgeführt. Nach Diskussion der kurvenmäßigen Darstellung seiner Meßergebnisse kommt Bloch zu dem Schlusse, daß die mit dem vereinfachten Meßverfahren für Ultrarot-Schwächungszahlen erhaltenen Durchschnittswerte einen recht guten Schluß auf den Verlauf der Durchlässigkeit im ultraroten Gebiete zulassen.

Auch die Ultraviolett-Durchlässigkeit wurde nach einem Integralverfahren bestimmt. Der Verfasser benutzt hierfür die Quecksilberquarzlampe, deren sichtbare Strahlen durch das ultraviolettdurchlässige Schwarzglas der Sendlinger Optischen Glaswerke absorbiert werden, so daß nur die ultravioletten Strahlen zur Wirksamkeit kommen können. Die ultravioletten Strahlen von 0,29 bis 0,4 µ bringen ein Stück Zeichenpapier zum Fluoreszieren. Ein in den Strahlengang eingeschobenes Glas löscht die Fluoreszenz mehr oder weniger stark aus, es wirft gleichsam einen Schatten auf das Papier, dessen Intensität mit einer Grauskala verglichen werden kann. Die Übereinstimmung mit einer bestimmten Stelle der Grauskala gibt die empirische Schwächungszahl für Ultraviolett an. Zum Vergleiche wurden auch hier Messungen mit einem Quarz-Spektrographen herangezogen. (L. Bloch, Licht u. Lampe Bd. 16, S. 879.) *lx.*

Der Umrechnungsfaktor der internationalen zur Hefnerkerze bei der Farbe der Gasfüllungslampe. — Der für die Praxis sehr wichtige Umrechnungsfaktor der internationalen Helligkeitseinheit (internationale Kerze) zur deutschen Einheit (Hefnerkerze) war früher zu 1,11 festgesetzt worden. Eine Nachprüfung nach dem Kriege hatte ergeben, daß dieser Faktor für die Farbe der Kohlenfadenlampe auch heute noch gilt, daß aber für die Farbe einer Wolfram-Vakuumlampe der Faktor 1,15 benutzt werden muß[1]. Die Differenz scheint durch die verschiedene Art der Meßmethoden und die dadurch bedingte verschiedene Art der Überbrückung des Farbensprunges verursacht zu sein. Für die heute in erster Linie benutzten gasgefüllten Lampen ist der Farbensprung noch größer und daher der Umrechnungsfaktor noch größer zu erwarten, wie auch tatsächlich festgestellt worden ist. Für den Vergleich wurde von einigen normalen Arga-Lampen zu 110 V und 40, 60 und 100 W in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, dem Bureau of Standards und dem National Physical Laboratory die mittlere räumliche Lichtstärke gemessen. Hiernach stimmten bei der Farbe der gasgefüllten Lampe die Lumen des Bur. of Stand. und des Nat. Phys. Lab. bis auf ± 0,5 % überein. Nimmt man für die internationale Einheit das Mittel aus beiden Größen, so ergibt sich als Umrechnungsfaktor vom internationalen Lumen zum Hefnerlumen bei der Farbe der gasgefüllten Lampe der Faktor 1,165 ± 1 %. (W. Geiss, Bull. SEV. Bd. 19, S. 198.) *Schb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Erweiterung der Hoch- und Untergrundbahn in Hamburg. — Der steten Erweiterung Hamburgs entsprechend ist mit einer weiteren Zunahme des Verkehrs auf den dortigen Schnellbahnen zu rechnen. Da die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Anlagen nahezu erschöpft ist, hat sich die Hamburger Hochbahngesellschaft entschlossen, der künftigen Überlastung einerseits durch Verlängerung der Züge bei gleichzeitig notwendig werdender Verlängerung der Bahnsteige, anderseits durch den Bau einer Entlastungstrecke vorzubeugen. Wie sich das im Jahre 1906 in Angriff genommene Hamburger Hoch- und Untergrundbahnnetz entwickelt hat, geht aus Zahlentafel 1 hervor.

Zahlentafel 1. Entwicklung des Hamburger Hochbahnnetzes.

Linie		Bahnlänge km	Haltestellen Zahl	Haltestellen mittl. Abstand m	Betriebseröffnung
1. Ringlinie		17,49	23	760	März-Juni 1912
2. Zweigl. Schlump—Hellkamp		2,47	4	618	1913—1914
3. Zweigl. Kellinghusenstraße—Ohlsdorf		5,02	4	1255	Dezember 1914
4. Hauptbahnhof—Rothenburgsort		3,03	4	758	Juli 1915
5. Ohlsdorf—Ochsenzoll (Langenhorner Bahn)		7,73	6	1288	Juli 1921
6. Barmbeck—Volksdorf	Walddörfer Bahn	12,48	7	1778	1920—1921
7. Volksdorf—Ohlstedt	Walddörfer Bahn	5,26	3	1750	Sommer 1924
8. Volksdorf—Gr. Hansdorf	Walddörfer Bahn	10,47	6	1496	November 1921

Über den Verkehr der Schnellbahnen, Straßenbahnen, Alsterschiffe und Kraftomnibusse gibt Zahlentafel 2 Auskunft.

W. Stein, Direktor der Hamburger Hochbahn A. G., macht in einer am Schlusse dieses Berichts näher bezeichneten Abhandlung darauf aufmerksam, daß die Ringlinie (Abb. 2) zwischen Hauptbahnhof und Bhf. Schlump am stärksten belastet ist. Nach Einführung des selbsttätigen Signalsystems folgen sich die meist aus vier Wagen, ausnahmsweise aus fünf Wagen bestehenden Züge im Spitzen-

[1] Vgl. ETZ 1926, S. 842.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 730.

Zahlentafel 2. Jährlicher Verkehr der Unternehmungen der Hamburger Hochbahn A. G. (Mill. Fahrgäste).

	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926
Hochbahn (einschl. Langenhorner und Walddörfer Bahn)	24,76	42,32	40,18	38,06	44,40	58,49	74,73	65,36	45,81	49,60	59,60	47,38	83,09	94,02	93,48
Straßenbahn	189,83	191,26	180,40	153,77	173,26	194,05	201,45	183,07	156,91	165,27	146,83	120,56	229,20	246,14	234,24
Alsterschiffahrt	10,35	10,65	9,92	7,69	6,93	1,33	2,07	6,78	4,46	2,37	2,39	2,33	4,84	5,62	6,46
Kraftomnibusse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,66	5,19
	224,94	244,23	230,80	199,52	224,59	253,87	278,25	255,21	207,18	217,24	208,82	170,27	317,13	348,44	339,37

verkehr in Abständen von 100 s, d. s. 36 Züge/h. Die Zugfolge läßt sich nötigenfalls bis auf 90 s verdichten; es würden dann 40 Züge/h verkehren.

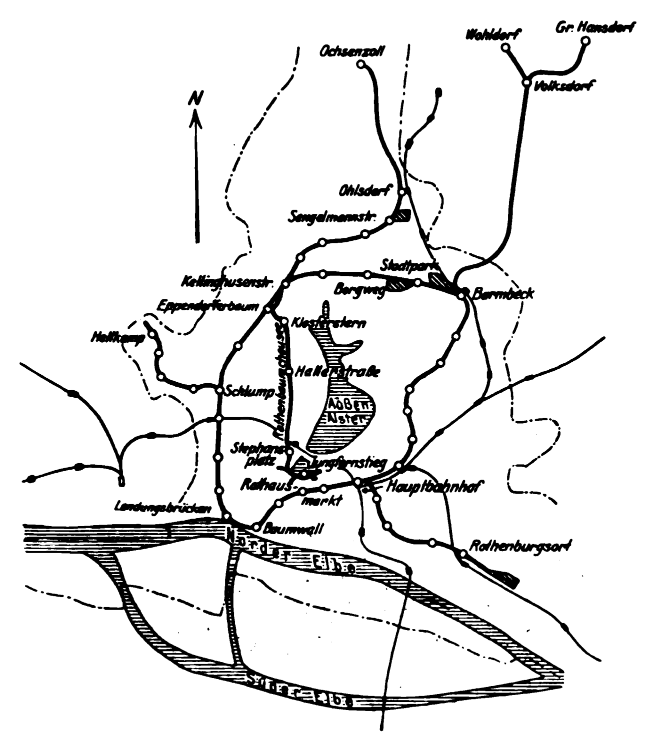


Abb. 2. Das Betriebsnetz der Hamburger Hochbahn (durch stark ausgezogene Linie gekennzeichnet).

Die bemerkenswerten, zum Teil recht umfangreichen Umbauarbeiten an den Haltestellen Millerntor, Rödingsmarkt, Uhlandstraße, Rathausmarkt, Barkhof, Barmbeck und Stadtpark sind vom Verfasser besonders eingehend beschrieben.

Abb. 3 zeigt den Übersichtsplan der Neubaustrecke Kellinghusenstraße—Jungfernstieg. Nach dem angezogenen Bericht hat sich die Zweiglinie nach Ohlsdorf mit der Verlängerung nach Ochsenzoll (Langenhorner Bahn) zu einer der wichtigsten Strecken des Schnellbahnnetzes entwickelt; während der Hauptverkehrszeit entspringt ein Drittel aller Züge des Stammnetzes auf dieser Strecke. Nur durch Ablösung dieser Zweiglinie von der Ringlinie ist diese wirksam zu entlasten. Die Ringlinie führt bekanntlich auf dem Umweg über das Elbufer nach der inneren Stadt, wodurch für den nord-südlichen Verkehr selbstverständlich Fahrzeit verloren geht. Eine Abkürzungslinie für die Ohlsdorfer Zweiglinie erschien daher erwünscht und ist bereits bei Schaffung der ersten Anlage des Netzes ins Auge gefaßt. Die sogenannte Rothenbaumlinie (Kellinghusenstraße—Jungfernstieg, Abb. 2) stellt eine um 2,85 km kürzere Verbindung dar und erspart den vom Norden zum Mittelpunkt der Stadt fahrenden Reisenden rd. 9 min Fahrzeit. Die Baulänge der neuen Strecke beträgt 4,7 km, davon entfallen 0,65 km auf offene und 4,05 km auf Tunnelstrecken. Haltestellen sind am Klosterstern, an der Hallerstraße, am Stephansplatz und am Jungfernstieg—Alsterdamm vorgesehen. Die mittlere Haltestellenentfernung beträgt 1090 m gegenüber 760 m bei der Ringlinie. Die Bahnsteige werden als Mittelbahnsteige ausgebildet und sind — wie schon angedeutet — 120 m lang. Die bereits viergleisig ausgebaute Haltestelle Kellinghusenstraße bedarf nur geringer Änderungen. An einer Anzahl von Abbildungen zeigt der Bericht, wie die Bahnsteigverlängerungen und sonstigen Umbauten geplant sind und wie durch mehrfache Gleisverschwenkungen zwischen Kellinghusenstraße und Isebeckkanal der Raum für die Herstellung der Viadukte und Unterführungen während des

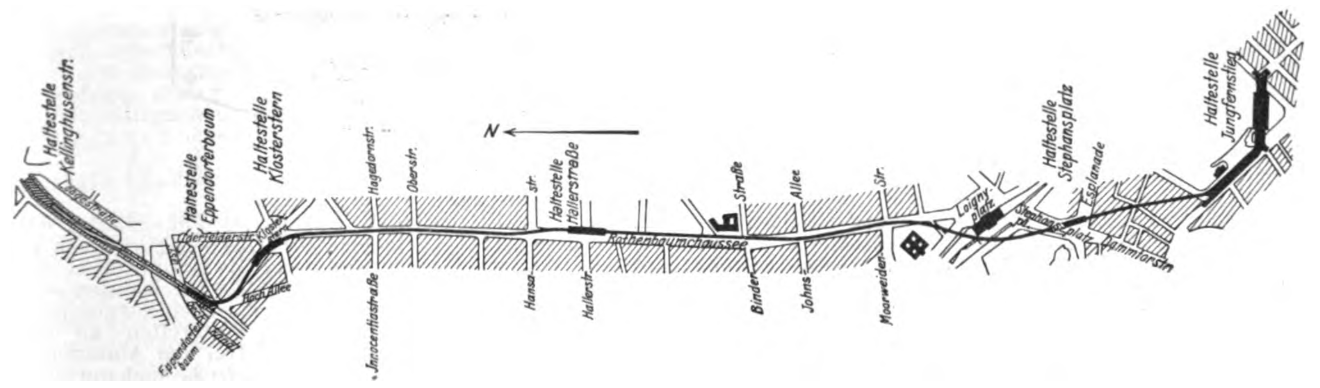


Abb. 3. Neubaustrecke Kellinghusenstraße—Jungfernstieg (Rothenbaumlinie) zur Entlastung der Ringlinie der Hamburger Hochbahn.

Da die Wagen eine Länge von 12,8 m haben und die Bahnsteige meist nur 67 m lang sind, ist die Indienststellung längerer Züge zur Zeit nicht möglich. Die Bahnsteige des vorhandenen Netzes werden gegenwärtig für den Verkehr mit Sechswagenzügen auf 90 m verlängert. Die Bahnsteige der Strecke Kellinghusenstraße—Ochsenzoll und die Bahnsteige der hiermit in Verbindung stehenden neu zu erbauenden Entlastungsstrecke werden für den Verkehr mit Achtwagenzügen auf 120 m ausgebaut. Die Quelle beschreibt nun bis ins einzelne die für die Verlängerung der Bahnsteige nötigen Umbauten. Danach waren auf einer Anzahl von Haltestellen mit Innenbahnsteig nur längere Bahnsteigmauern nebst Hinterfüllung und Abdeckung zu schaffen. In einigen Fällen waren außerdem Änderungen an Treppenzugängen und sonstige bauliche Änderungen geringeren Umfanges erforderlich. Betriebes gewonnen wurde. Im Anschluß hieran sind die verschiedenen zur Anwendung gelangten Bauverfahren eingehender beschrieben. (W. Stein, Zentralbl. Bauverw. Bd. 48, S. 180.) *W. Mk.*

Elektrische Antriebe.

Das System Cheneau des Schiffschleppzuges auf Kanälen. — Das Schleppen der Frachtkähne durch Menschen oder Pferde ist schon an mehreren Kanälen von der Treidelei durch Zugmaschinen mit Dampf-, Verbrennungs- oder Elektromotoren ersetzt worden. In allen diesen Fällen muß der Leinpfad für den Verkehr der Treidelmaschinen und bei elektrischem Betrieb auch der Luftraum darüber für die Stromzuführung freigehalten wer-

den. Dies behindert die Benutzung der Kanalufer zum Anlegen, Be- und Entladen der Kähne und macht bei Häfen, Wendeplätzen und Kanalabzweigungen kostspielige Überführungen notwendig. Es sind daher schon mehrfach Schleppschwebebahnen ersonnen und zum Teil als Versuchstrecken ausgeführt worden, unter anderen, wie wir dem Engineering entnehmen, durch die Société Autotraction Système Cheneau. Zuerst wurde eine 2 km lange Probestrecke am Rhein-Marne-Kanal bei Liverdun eingerichtet, wobei die Zugmaschine auf einem über der Mitte des Kanals ausgespannten Drahtseil lief. Dieses Tragseil erlitt jedoch starke Abnutzung, und die stets wechselnde Seilneigung beeinträchtigte das Arbeiten der Schleppkatze.

nicht neu; bemerkenswert jedoch ist die hier angewandte hydraulische Einrichtung.

Die Schlepptrosse ist an einem Bügel befestigt, der die Katze umfassend und nach vorn oder hinten ausschwenkbar an zwei Schildzapfen nahe der Ebene der Treibräder angreift. Die Schenkel des Bügels sind an ihren oberen Enden teleskopartig gebaut und werden durch die Schleppkraft gegen den Widerstand von Schraubenfedern auseinandergezogen. Beim Verlängern wird mittels Winkelhebel je ein Kolben in die als Öldruckzylinder ausgeführten Schildzapfen gepreßt. Die Ölpressung pflanzt sich durch Rohrleitungen in zwei doppeltwirkende Arbeitszylinder an der Vorder- und Rückseite des Gehäuses fort. Die Enden der vier Preßstempel ziehen mittels

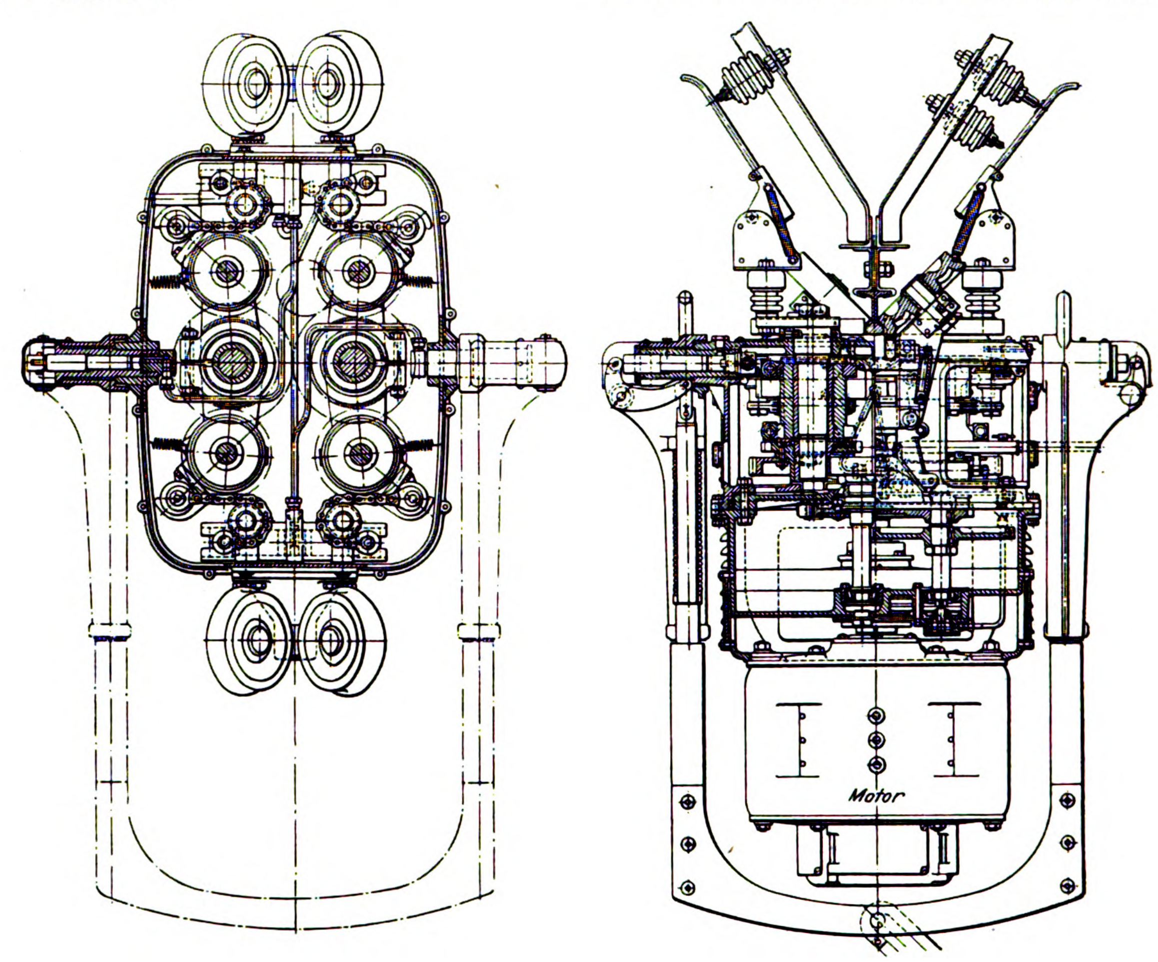


Abb. 4. Zugkatze eines Schiffschleppzuges.

In etwas veränderter Ausführung und mit mehr Erfolg wurde das System an der Doppelschleuse zu Varangeville erprobt. Hier ist über dem Wasserspiegel eine im Querschnitt dreieckige Eisenkonstruktion verlegt, die von einigen die Schleusenkammer überspannenden Jochen oder von Doppelauslegermasten auf der Zwischenmauer getragen wird. Der Gitterträger erinnert an den allerdings weit schwereren der Barmen-Elberfelder Schwebebahn, nur ist die Spitze des Dreiecks hier nach abwärts gerichtet und trägt eine umgedrehte Vignolle-Schiene.

Abb. 4 zeigt die Zugkatze in der Aufsicht und im Querschnitt; letzterer läßt auch die Laufschiene und den unteren Teil der Tragkonstruktion erkennen. Oben am Gehäuse befinden sich vorn und hinten auf quer geneigten Zapfen je ein Paar Laufräder, die das Gewicht der Zugkatze auf die schrägen Innenflächen der Vignolle-Schiene abstützen. Der Motor ist unten angeflanscht, seine lotrechte Welle treibt mittels Stirnräder und Zwischenwellen auf vier wagerechte Rollen, die paarweise die Flanken des Schienenkopfes zwischen sich fassen. Das Gewicht der Katze — es beträgt nur etwa 600 kg — ist zur Erzeugung der Anpressungskraft der Treibrollen nicht herangezogen; diese wird vielmehr ausschließlich vom Nutzzug der Schlepptrosse und verhältnisgleich mit dessen jeweiliger Stärke erzeugt. Der Grundsatz der künstlich gesteigerten Adhäsionskraft ist

kurzer Gelenkketten über Umlenkrollen die Lager der Treibrollen gegen die Schiene zu. Diese Lager sitzen an Armen, die um je eine der zwei Zwischenwellen des Rollenantriebs schwingen können. DieÖlleitungen sind miteinander verbunden und sichern elastisch ausgeglichenen Anpressungsdruck der vier Treibrollen an der Schiene. Diese Einrichtung ist fast frei von Abnutzung, vermeidet unnötig hohe Drucke im Getriebe und unnötige Arbeitsleistung des Motors, während sie beim Anfahren die Leistungsfähigkeit desselben voll ausnutzt.

Der Gleichstrom-Hauptschlußmotor nimmt bei 600 U/min 15 A und bei 1800 U/min 3 A auf. Der Strom wird mit 500 V durch Fahrdrähte zugeführt, die rechts und links am Längsträger der Bahn isoliert befestigt sind. Bei der Anlage Varangeville sind die Fahrdrähte während des Stillstandes der Katze stromlos, sie werden für Vorwärts- oder Rückwärtsgang vom Schleusenwärter an einfachen, Irrtum ausschließenden Schaltvorrichtungen in seinem Dienstraum eingeschaltet. Endausschalter verhindern das Überfahren der Hänge-Gleisenden.

Soll dieses Schleppsystem für eine längere Kanalstrecke verwendet werden, so muß entweder ein Führerkorb an die mit Anlasser versehene Katze angehängt werden, oder die Katze wird vom ersten Frachtkahn aus durch Steuerkabel oder -züge gesteuert. Bedenken erregen die Kosten längerer Schwebegleise, die nur an solchen Strecken wirtschaftlich berechtigt sein können, wo

der Kanalverkehr sehr lebhaft und die gegenseitigen Behinderungen des Längs- und Querverkehrs über den Treidelpfad häufig und schwerwiegend sind.

Hier mag angefügt werden, daß Reg.-Baumeister A. H. Müller in Hamburg, um die Schwebebahn leichter und billiger zu bauen, die Schiene für sein Schleppsystem an einem nur aus Zuggliedern zusammengesetzten Hängewerk befestigt, ähnlich der bei elektrischen Bahnen üblichen Vielfachaufhängung des Fahrdrahts. Dabei gestatten große Spannweiten des Hängewerks, die Zahl der Querjoche über den Kanal einzuschränken, wodurch auch geringere Inanspruchnahme der Ufer erzielt wird. (Engg. Bd. 123, S. 180.) *C. W.*

Fernmeldetechnik.

Die rückwärtige Sperrung bei der doppelten Vorwahl[1]. — Bei Selbstanschlußsystemen mit doppelter Vorwahl, wie Abb. 5 sie veranschaulicht, treten „rückwärtige Sperrungen" von Ausgängen aus den ersten Vorwählern (*I. V. W.*) auf, wenn eine oder mehrere Gruppen der zweiten Vorwähler (*II. V. W.*) durch je 10 Belegungen voll belegt sind,

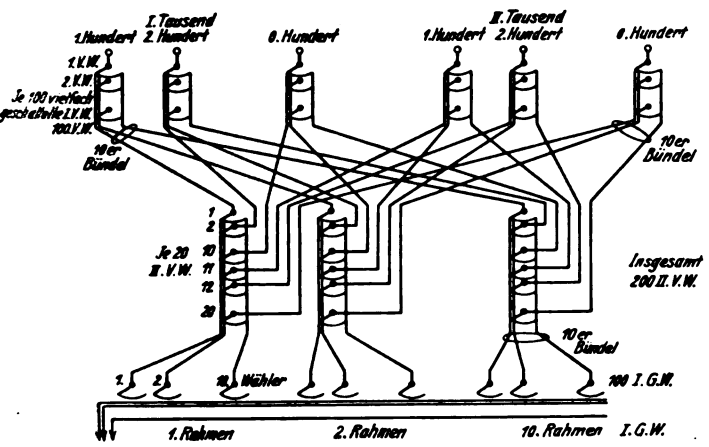


Abb. 5. Schema für doppelte Vorwahl 2000/100.

da zu jeder Gruppe *II. V. W.* 20 Zugänge führen. Die Sperrungen der restlichen 10 Leitungen aus den voll belegten Gruppen erhöhen u. U. die Verluste in den ersten Vorwahlstufen erheblich. Bereits von mehreren Verfassern (Lubberger, McHenry, Milon, K. Frei) wurden Versuche gemacht, die Häufigkeit der Sperrungen durch wahrscheinlichkeitstheoretische Gleichungen zu erfassen; alle Theorien zeigten jedoch starke Abweichungen von den Messungen. Unter gleichzeitiger kritischer Betrachtung dieser früheren Theorien und Aufzeigung der vorliegenden Fehlerquellen in ihnen entwickelt J. Baltzer neue Gleichungen, die vom Gleichzeitigkeitsverkehr $\left(\text{nach der Poissonschen Funktion } w_g = \frac{e^{-y}\,y}{g!}\right)$ und streng von der Verteilung der Belegungen in den einzelnen Gruppen ausgehen. Über eine Reihe von Einzelentwicklungen ergibt sich: Ist m die Gruppenzahl der *II. V. W.*, q die Zahl der Ausgänge aus einer Gruppe *II. V. W.*; y der Stundenverkehr des ganzen Systems in Belegungstunden, so ist die Wahrscheinlichkeit der vollen Belegung von $z = m - n$ Gruppen *II. V. W.*

$$P_z = P_{m-n} = \frac{\binom{m}{n} e^{-y}\, y^{mq-n}}{(mq)!} \times \sum_{x=0}^{x=n-1} (-1)^x \binom{n}{x} \frac{[(n-x)q]!}{[(n-x)q-n]!}(1+S);$$

darin ist

$$S = \sum_{r=1}^{r=(n-x)q-n} \frac{[(n-x)q-n]!}{[(n-x)q-n-r]!\,y^r}.$$

Da die Summanden im allgemeinen rasch nach Null konvergieren, läßt sich die Gleichung in der Regel mit Rechenschieber und Logarithmentafel, also ohne Rechenmaschinen, auswerten. Der Vergleich mit Messungen von Dumjohn und Martin[2] ergibt im Gegensatz zu den früheren Theorien gute Übereinstimmung von Theorie und Messung.

[1] Auszug aus einer Doktordissertation gleichen Themas, T. H. Berlin 1928.
[2] Post Off. El. Engs. J. 1922.

Ferner entwickelt der Verfasser unter Zugrundelegung der von Lubberger entwickelten Gefahrzeitenmethode neue Verlustgleichungen unter Berücksichtigung der Sperrungen. Es ergibt sich: Die Wahrscheinlichkeit, d. h. die Zeit, in der x beliebige Leitungen aus einer Gruppe erster Vorwähler rückwärtig gesperrt sind, ist

$$w_{r_x} = \sum_{z=x}^{z=m} \frac{1}{2^z} \binom{z}{x} \frac{P_z}{\binom{m}{z}}.$$

Die Gleichung gilt nur für das gegebene Schema; bei veränderten Schaltungen ergeben sich zwei verschiedene Gleichungen, je nachdem x eine gerade oder ungerade Zahl ist. Die entsprechende Gefahrzeit ist

$$w_{v_x} = w_{r_x} \frac{e^{-y_k}\, y_k^{\,v-x}}{(v-x)!}.$$

Darin ist y_k die Belastung der kleinen Gruppe *I. V. W.*, v die Leitungszahl. Die Gesamtverluste in dieser Stufe sind dann

$$R = \sum R_x = \sum w_{v_x} \left(1 - e^{-[c_k - (v-x)]\, w_{v_x}}\right),$$

worin c_k die Zahl der stündlichen Anrufe ist.

Eine Anzahl durchgerechneter Beispiele zeigt den großen Einfluß der rückwärtigen Sperrungen, der mit der Belastung stark steigt. Bei ungünstigen Anordnungen können die Verluste in der ersten Vorwahlstufe bereits das Maß der überhaupt für das ganze Amt zulässigen Verluste überschreiten. Der früher von Lubberger gemachte Vorschlag[1], die durchschnittliche Zahl der durch Sperrung unzugänglichen Leitungen als Maßstab der Betriebsgüte anzusehen, erscheint daher, wie im einzelnen vom Verfasser gezeigt wird, als unzulänglich, da diese Zahl bei verschiedenen Anordnungen trotz großer Unterschiede in der Verlustgröße den gleichen Wert haben kann. Der Verlustquotient ist also stets als ausschlaggebend anzusehen. Ungelöst ist bisher noch die Aufgabe der Bestimmung der Verluste bzw. Wartezeiten bei gleichzeitiger Staffelung und Verschränkung, durch doppelte Vorwahl. (J. Baltzer, Z. Fernmeldetechn. 1928, H. 3 u. 4.) *Sb.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Internationaler Ingenieurkongreß und Sondertagung der Weltkraftkonferenz in Tokio 1929. — Unsere Leser wissen bereits, daß im Oktober 1929 in Tokio ein internationaler Ingenieurkongreß und gleichzeitig eine weitere Sondertagung der Weltkraftkonferenz stattfinden soll. Das technische Programm des Ingenieurkongresses, der am 29. X. 1929 — eine viertägige Reise nach Nikko und Hakone geht voraus — eröffnet und am 7. XI. geschlossen werden soll, umfaßt u. a. Elektrotechnik, Lichttechnik, Kraftgewinnung, -verteilung und -verwertung, Nachrichtendienst, Verkehr usw. Nach dem 9. XI. finden Besichtigungsfahrten nach Nagoya, Kyoto, Osaka, Kobe und durch die Kyushu-Bezirke statt. Offizielle Sprachen für die Verhandlungen sind die japanische und die englische. Für die Sondertagung der Weltkraftkonferenz ist ein umfangreiches technisches Programm aufgestellt worden, das in 6 Abteilungen die nationale und internationale Entwicklung der Kraftquellen, die rationale Vereinheitlichung und wirtschaftliche Verwaltung elektrischer Krafterzeugung, die Zukunft der Energieverwendung im Transportwesen, Verbesserung des Wirkungsgrades bei der Krafterzeugung, die Verteilung von Brennstoff und Energie sowie die Rauchbelästigung in Städten nennt. Die Berichte (Maschinenschrift, einseitig) sollen nicht mehr als ungefähr 8000 Worte haben, entweder in englischer, französischer oder deutscher Sprache abgefaßt und von einer Zusammenfassung in englischer Sprache begleitet sein, die 500 Worte nicht übersteigt. Zwei Exemplare jedes Berichtes müssen sich bis zum 1. IV. 1929 in Händen des Sekretariats befinden. Nähere Auskunft erteilt das Deutsche Nationale Komitee der Weltkraftkonferenz, Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

Weltausstellung Barcelona 1929. — Die deutsche Regierung hat die Einladung zur Teilnahme an diesem Unternehmen nunmehr angenommen. Zum Generalkommissar der deutschen Abteilung wurde das Vorstandsmitglied der I. G. Farbenindustrie, G. v. Schnitzler, ernannt (Berlin W 10, Sigismundstr. 7; F.-A.: Lützow 1040, T.-A.:

[1] El. Nachr. Techn. 1925, Heft 2.

Barnakom). Dieser hat sich der Ausstellungsleitung gegenüber verpflichtet, den belegten Raum durch Einzelverträge bis spätestens 30. IX. zu binden; der Anmeldungstermin war daher schon am 27. VIII. abgelaufen. Wie das das Deutsche Ausstellungs- und Messe-Amt hinsichtlich einer Beteiligung der deutschen Industrie bemerkt, könnte sich eine allzu starke Zurückhaltung als recht kurzsichtig nach der Richtung erweisen, daß der deutschen Wirtschaft in Spanien von den Industrien anderer Staaten, die die zukünftige Entwicklung der spanischen Verhältnisse weniger pessimistisch einschätzen, der Rang abgelaufen wird. Gewiß sei Spanien heute noch ein hochprotektionistisches und die eigene Industrie in übertriebener Weise begünstigendes Land. Die noch auf vielen Gebieten ungenügende industrielle Entwicklung und die unleugbar hohe Kaufkraft weiter Teile der spanischen Bevölkerung würden aber selbst bei in anderen Ländern prohibitiv wirkender Zollbehandlung eine Aufnahmefähigkeit des Marktes besonders für viele Qualitätsartikel auch für die Zukunft sicherstellen.

Wanderausstellung „Technik im Heim". — Nach einer Mitteilung des VdI will man im Anschluß an die Münchener Ausstellung „Heim und Technik" eine Wanderausstellung „Technik im Heim" schaffen, die, in den verschiedenen Städten Deutschlands je mehrere Wochen gezeigt, durch Demonstrationen, Vorträge, Führungen usw. den Hausfrauen die Möglichkeit einer völlig unparteiischen Unterrichtung bieten soll. Gleichzeitig wird sie den nach strenger Auswahl zugelassenen Firmen eine Absatzmöglichkeit bereiten, die sie in den Stand setzt, ihre Erzeugnisse weiter zu verbessern und durch Massenherstellung zu verbilligen. Das 14 Abteilungen umfassende Unternehmen wird erstmals im November in Bremen zu sehen sein.

Elektrotechnische Ausstellung („Ela"), Berlin 1928. — Wie man uns mitteilt, wird zur Vorbereitung der Installateure, der Geschäftswelt und des Publikums auf die hier schon erwähnte Veranstaltung „Berlin im Licht" unter dem Protektorat der Elektroinstallateur-Zwangsinnung zu Berlin im September eine Elektrotechnische Ausstellung („Ela") in den Gesamträumen des Apollo-Theaters veranstaltet.

Energiewirtschaft.

40 Jahre Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswerke. — Im Bulletin des schweizerischen elektrotechnischen Vereins Nr. 5 vom März 1928[1] gibt Prof. Dr. Wyßling, Wädenswil, an Hand des auf der Basler Ausstellung 1926 gezeigten Materials und weiterer Grundlagen eine umfassende Darstellung der 40jährigen Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätsversorgung und damit gleichzeitig einen sehr instruktiven Einblick in die Entwicklung der Ausnützung der Wasserkräfte der Schweiz.

Der Verfasser geht aus von der Entwicklung der Leistungsfähigkeit der schweizerischen Elektrizitätswerke. Dieselbe erhielt — wie überall — erst einen kräftigen Impuls mit der Möglichkeit der Verwendung gesteigerter Spannungen und mit der Verwendung des Drehstroms. Einen weiteren Antrieb erfuhr die Entwicklung zum Großwerksbau durch die Vervollkommnung der Maschinen zu Großleistungsturbinen und -generatoren einerseits und durch die gewaltigen Bedürfnisse an hydroelektrischer Energie der ans Wasser gegangenen elektrochemischen Werke anderseits. 1917 besaßen diese Werke fast 25 % der Gesamtleistung der Schweizer Wasserkraftwerke. Der jüngste Entwicklungsabschnitt ist gekennzeichnet durch das raschere Anwachsen der Werke für Allgemeinversorgung und für die Bahnelektrisierung. Während in dieser Zeit der verhältnismäßige Anteil der elektrochemischen Werke an der Gesamtleistungsfähigkeit der Schweizer Wasserkraftwerke auf 16 % zurückging, erreichte der Anteil der Bahn bis 1925 bereits 13 % der Gesamtleistung. Die kalorischen Werke der Schweiz steigerten ihren Anteil an der Gesamtleistungsfähigkeit von 1 % um 1900 bis auf das prozentuale Maximum von 19 % um das Jahr 1907. Das absolute Maximum der auf Wärme beruhenden Schweizer Elektrizitätswerke mit 67 000 kW fiel in die Jahre 1912...14, das aber damals nur noch 14 % der Gesamtleitsungsfähigkeit der Schweizer Werke ausmachte. Heute werden kaum noch 5 % der gesamtdisponiblen Leistung auf kalorischen Primärmotoren beruhen. Den eigentlichen Maßstab für die Versorgungsmöglichkeit der Schweiz mit elektrischer Energie gibt die auf 1 Einwohner entfallende Leistungsfähigkeit aller Werke. Diese zeigt ähnlichen Aufstieg wie die absolute Leistungsfähigkeit der Werke, da die Bevölkerung nicht viel mehr als linear anwuchs. 1925 erreichte sie 278 W/Einwohner.

Von besonderem Interesse ist die Entwicklung der jährlichen Energieerzeugung im Vergleich mit dem Ansteigen der Leistungsfähigkeit. Hier zeigt sich, daß der fast linear verlaufenden Steigerung der Leistungsfähigkeit eine etwas stärkere, mehr parabolisch verlaufende Vermehrung der Energieabgabe entspricht gemäß der stetig zunehmenden Ausnutzung der Werke für neue Verwendungsarten. Dies gilt bis nach dem Kriege. 1920 zeigt sich eine gewisse Stagnation und ab 1921 trotz des ständigen Steigens der Leistungsfähigkeit eine ganz erhebliche Reduktion der gesamten Energieabgabe, hervorgerufen durch die nach dem Kriege eingetretene Industriekrisis. Dieser Rückschlag trifft elektrochemische und allgemeine Werke gleich stark. Erst die jüngsten Jahre haben hier wieder eine Besserung gebracht, namentlich auch durch das Auftreten des erheblichen Bedarfs für elektrischen Bahnbetrieb und durch den Energieexport. Letzterer stieg mit rd. 650 Mill. kWh auf rd. 17 % der Gesamterzeugung.

Den Fortschritt in der Ausnutzung der schweizerischen Elektrizitätswerke zeigt zunächst das Anwachsen der Benutzungsdauer von etwa 1000 h vor 40 Jahren bis auf 5000 h (als Mittel für die Gesamteinheit) im Jahre 1925. Der Prozentsatz der Ausnutzung der disponiblen Leistung stieg im gleichen Zeitraum von etwa 13 % bis auf 73 % als Mittelwert für die Gesamtheit. Die Grenzen liegen bei 40...50 % nach unten, bei etwa 90 % nach oben. Diese hohe Ausnutzungsziffer wird durch die zielbewußte Intensivierung der Elektrizitätswirtschaft in der Schweiz erreicht, zu der auch eine technisch und wirtschaftlich günstige Verteilung der Energie im Lande gehört. Von besonderem Interesse ist dabei die Tatsache, daß vor dem Kriege die Hoch- und Niederspannungsleitungen im gleichen Maße anwuchsen, wogegen von da ab die Verteilungsstränge auf das Vierfache der Hochspannungsleitungen zunahmen — abermals ein Beweis für die weitgehende Intensivierung der Verteilung im Inlande. Eine ähnliche Entwicklung zeigt die Größe des Anschlußwertes der Verbrauchsobjekte. Während die Leistungsfähigkeit der Werke für allgemeine Zwecke (ohne Bahn und Elektrochemie) vom Jahre 1895 bis Ende 1925 etwa auf das 30fache stieg, erreichte der Anschlußwert im gleichen Zeitraum das 80fache dank der weitgehenden Intensivierung der Energiewirtschaft.

Eine weitere Untersuchung befaßt sich mit der Steigerung der Zahl der bedienten Einwohner. Prof. Wyßling zeigt hier, daß nicht erst der Krieg die Elektrizitätswerke dazu gebracht hat, den Bezug von elektrischer Energie allgemeiner zu ermöglichen, sondern daß seit dem Kriege die Einwohner begonnen haben, von der bereits weitgehend vorhandenen Möglichkeit des Energiebezugs in wesentlich größerem Umfange Gebrauch zu machen.

Von den weiteren Darlegungen Wyßlings beansprucht die Dichtigkeit der Energieabgabe noch besonderes Interesse. Danach betrug die Dichte der Erzeugung elektrischer Energie im Mittel für die Gesamtschweiz im Jahre 1924

	insgesamt kWh	ohne Elektrochemie und Großbahnwerke kWh	ohne Elektrochemie Großbahnwerke und Export kWh
auf 1 Einwohner	885	506	451
auf 1 km² . .	84 000	57 000	43 000

Die unteren Grenzwerte der Dichte der Energieabgabe für Allgemeinversorgung (ohne Bahn, Elektrochemie und Export) gehen dabei in den im ganzen bewohnten Gebieten nirgends unter 100 kWh/Einw. bzw. 10 000 kWh/km² herunter. Dieses gute Verhältnis zwischen Minimum und Mittel beweist die relativ große Gleichförmigkeit der Verteilung der Energie über das Land.

Die tiefschürfenden Untersuchungen Wyßlings, welche übrigens mit zahlreichen Tabellen, graphischen Darstellungen und Reliefs belegt sind, geben wertvolle Fingerzeige für die einzuschlagenden Wege zur Intensivierung der Energiewirtschaft eines Landes, die hauptsächlich auf Wasserkraft basiert. Es kann deshalb das Studium dieser Untersuchungen nicht eindringlich genug allen jenen empfohlen werden, welche in irgendeiner Form an solchen Aufgaben mitzuwirken haben. Otto Streck.

[1] Erweiterte Separatabzüge dieses Aufsatzes sind beim Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E. Zürich 8, Seefeldstr. 301, zum Preise von 2,50 Fr erhältlich.

Die Elektrizitätsversorgung Schlesiens und das Großkraftwerk Cosel. — Die Elektrizitätsversorgung Schlesiens ist noch sehr zersplittert[1]. Zwar wird der ganz überwiegende Teil des in der Provinz verbrauchten Stromes von den Oberschlesischen Elektrizitätswerken und dem Elektrizitätswerk Schlesien A. G. erzeugt, die beide zum Gesfürel-Konzern gehören oder ihm nahestehen, aber eine einheitliche Versorgung fehlt völlig. Die Gebiete der beiden großen Werke sind getrennt durch das Überlandwerk Oberschlesien, das von beiden Strom bezieht; auch die anderen größeren Werke der Provinz beziehen vom Elektrizitätswerk Schlesien. Da dieses neuerdings, nach dem Erwerb der Wenceslausgrube, sich ganz auf niederschlesische Kohle eingestellt hat, sind in der Provinz drei Versorgungsgebiete zu unterscheiden: das der oberschlesischen Steinkohle im Süden, das der niederschlesischen Steinkohle in der Mitte und teilweise im Norden der Provinz und hier überwiegend Herrschaft sächsischer und mitteldeutscher Braunkohle. Wirtschaftlich gesehen liegt der Schnittpunkt zwischen der oberschlesischen und niederschlesischen Steinkohle einerseits, der mitteldeutschen Braunkohle anderseits in der Gegend von Liegnitz, tatsächlich ist sie aber weiter vorgedrungen, u. zw. infolge des Vertrags der Elektrowerke mit dem Elektrizitätswerk Schlesien bis nach Breslau, hervorgerufen durch dessen Bedürfnis nach Anschluß an ein leistungsfähiges Reservewerk. Auf die Dauer kann ein solches wirtschaftlich nicht gerechtfertigtes Verhältnis natürlich nicht bestehen bleiben, es soll seine Korrektur finden durch ein gemeinsam von den Elektrowerken und der Gesfürel zu errichtendes Großkraftwerk bei Cosel. Dieses ist naturgemäß ausschließlich zur Verarbeitung oberschlesischer Staubkohle bestimmt, die voraussichtlich in Kohlenstaubfeuerungen verbrannt werden wird. Die anfängliche Leistungsfähigkeit wird etwa 100 000 kW betragen, die in Form von 2 Maschinen zu je 50 000 kW erstellt werden dürften. Eine Erweiterungsfähigkeit auf etwa 300 000 kW ist vorgesehen. In normalen Zeiten wird das Abflußwasser der Oder auch nach vollem Ausbau zur Kondensatorkühlung genügen, nicht dagegen zur Zeit des Niederwassers, das etwa 6 Wochen im Jahre anhält und bei dem die Wasserführung der Oder auf 16 m^3/s oder sogar noch darunter sinkt. Deswegen werden Rückkühlwerke nicht ganz entbehrt werden können. Die erzeugte elektrische Arbeit wird sowohl an die OEW wie an das Elektrizitätswerk Schlesien und an die anderen schlesischen Elektrizitätswerke abgegeben, zu welchem Zwecke eine die ganze Provinz durchziehende Höchstspannungsleitung gebaut werden soll. Die Spannung für diese ist noch nicht festgelegt, es wird wohl kaum möglich sein, die Leitung für weniger als 220 kV zu bauen, da die Entfernung von Gleiwitz (Kraftwerk Zaborze) bis Trattendorf zu groß ist, um, auch in Notfällen, mit einer geringeren Spannung überbrückt zu werden. Die Gesellschaft besteht bis jetzt nur aus den Elektrowerken und der Gesfürel, doch ist der Beitritt anderer Interessenten vorgesehen. *Ha.*

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[2]. — Nach Mitteilungen Direktor Rehmers der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke im Nachrichtendienst der Stadt Berlin wird das Westkraftwerk der Gesellschaft[3] in Siemensstadt auf den sogen. Nonnendammwiesen an der Spree errichtet. Mit dem Entwurf und dem Bau, der auf etwa 50 bis 60 Mill. RM veranschlagt ist, sind die SSW beauftragt worden. Im Herbst 1930 sollen 100 000 kW und im Herbst des nächsten Jahres die weiteren 100 000 kW zur Verfügung stehen. Man rechnet mit einer täglichen Erzeugung von 1 Mill. kWh im Sommer und 1,5 Mill. kWh im Winter, doch wird das Werk auch imstande sein, bei Ausfall anderer Stromquellen eine höchste Wergtagslast von 3 Mill. kWh zu bewältigen. Es erhält bei einer installierten Leistung von etwa 200 000 kW 8 Großkessel, voraussichtlich mit Stokerfeuerung, die stündlich je 125 bis 150 t Dampf von 28 atü und 395 bis 425° erzeugen, und 6 Dampfturbinen von je 34 000 kW bei 3000 U/min.

Nach Fertigstellung der 80 km langen 100 kV-Leitung vom Schalthaus Karlsruhe nach Obertürkheim hat das Badenwerk nunmehr seine Anlagen mit denen der Württ. Landes-Elektrizitäts-A. G. verbunden und auf Grund eines mit der Neckarwerke A. G., Eßlingen, und der Stadt Stuttgart geschlossenen Vertrags seine Stromlieferung nach Württemberg aufgenommen. Die 100 kV-Anlagen der drei süddeutschen Länder Baden, Württemberg und Bayern sind jetzt also miteinander gekuppelt.

An das Fränkische Überlandwerk A. G., Nürnberg, waren Ende 1927 insgesamt 1344 Ortschaften und 42 Stadt- und Marktgemeinden mit zusammen rd. 0,4 Mill. Einwohnern angeschlossen. Der Gesamtanschlußwert betrug 130 708 kW (118 439 i. V.). Nutzbar abgegeben wurden 29,916 Mill. kWh, d. s. um 23,3 % mehr als 1926 (24,265 Mill. kWh). Als Überschuß weist die Gesellschaft 1 318 943 RM (1 244 699 i. V.) und als Reingewinn 537 312 RM (532 374 i. V.) aus; aus letzterem kamen wieder 7 % auf 7,2 Mill. RM Stammaktienkapital zur Verteilung.

Der Anschlußwert der Elektricitätswerk Crottorf A. G. betrug Ende 1927 13 425 kW (12 528 i. V.), die nutzbare Stromabgabe im Berichtsjahr 3,450 Mill. kWh (2,978 i. V.), das bedeutet bei 1,194 Mill. kWh für Licht und 2,256 für Kraft hier eine Steigerung um 23 % und dort um 3 %. Die Strompreise für Großabnehmer mußten teilweise nicht unwesentlich gesenkt werden. Aus der Stromlieferung hat das Unternehmen 962 888 RM (880 276 i. V.), aus Zählermiete, Installation usw. 123 227 RM (121 879 i. V.) eingenommen und bei 341 965 RM Reingewinn (314 796 i. V.) auf 4,8 Mill. RM Aktienkapital 6,5 % Dividende gezahlt (6 % i. V.).

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1829.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 1311.
[3] Vgl. ETZ 1928, S. 555.

RECHTSPFLEGE.

Nochmals: Stromlieferungsverträge im Konkurse des Abnehmers. — In der ETZ 1928, S. 556 ist über je ein Urteil des LG. III Berlin und des LG. Bautzen berichtet worden, die sich beide mit dem Rechtscharakter von Stromlieferungsverträgen befassen. Während das LG. Bautzen den Stromlieferungsvertrag als „Einheitsschuldverhältnis“ kennzeichnete, war das LG. III Berlin unter ausdrücklicher Ablehnung jener Auffassung und in Übereinstimmung mit einigen früheren Urteilen anderer Gerichte und auch einer Ansicht in der Literatur der Meinung, daß allein der Begriff „Wiederkehrschuldverhältnis“ auf den strittigen Stromlieferungsvertrag Anwendung finden könne, und entschied demzufolge in entgegengesetztem Sinne. Es besteht nun Anlaß, darauf hinzuweisen, daß es sich sowohl in dem vom LG. III Berlin entschiedenen Fall wie auch bei der Mehrzahl der von anderen Gerichten in gleichem Sinne nämlich ihre Kennzeichnung als Einheitsschuldverträge handelte, um Verträge also, deren Dauer mehr oder weniger unbestimmt ist, die auch sonst wenig Raum für individuelle Gestaltung lassen, und deren eigentlicher Gegenstand — der Stromverbrauch — hinsichtlich seiner Menge jedenfalls einer näheren Vereinbarung entbehrt. Ihnen gegenüber stehen die sog. Großabnehmerverträge, abgestellt auf die besonderen Verhältnisse des einzelnen Falles, meist langjährig und die Rechte und Pflichten der Vertragsparteien individuell umschreibend. Die rechtliche Bewertung dieser Stromlieferungsverträge muß nun in der Regel ein anderes Ergebnis bringen, und was schon einige ältere Entscheidungen zum Ausdruck brachten — nämlich ihre Kennzeichnung als Einheitsschuldverhältnis — findet sich in klarer Formulierung auch in einem neueren Urteil eines OLG. Der nachfolgende Bericht über dieses Urteil des OLG. Hamburg vom 30. IX. 1927 — Bf. VII 303/27 — wird deutlich zeigen, daß die Rechtsprechung den Unterschied zwischen Klein- und Großabnehmerverträgen kennt und auch die notwendigen rechtlichen Folgerungen daraus zieht.

Sachverhalt: Zwischen einem Kraftwerk und einer Maschinenfabrik war im Jahre 1912 ein zunächst auf zehn Jahre berechneter, später verlängerter Vertrag über Lieferung elektrischer Energie abgeschlossen. Mit Rücksicht auf die lange Dauer des Vertrages und die von der Maschinenfabrik übernommene Garantie einer Mindestabnahme von elektrischer Energie war über die Strompreisbemessung eine besondere Vereinbarung getroffen worden. 1926 wurde über die Maschinenfabrik Geschäftsaufsicht angeordnet, die ein Zwangsvergleich beendete. Das Kraftwerk stimmte diesem Vergleich zwar nicht ausdrücklich zu, nahm aber, im Glauben, an den Zwangsvergleich gebunden zu sein, die auf seine angemeldete Forderung für rückständige Strompreisrechnungen im Betrage von 5250 RM entfallende Quote in Höhe von 1550 RM ohne weiteren Vorbehalt an. Demnächst klagte das Kraftwerk gegen die Maschinenfabrik aber auf Zahlung des Restbetrages mit der Begründung, daß mangels Zustimmung zum Zwangsvergleich der Restbetrag nach wie vor geschuldet werde.

Das LG. wies die Klage ab, das OLG. entsprach ihr, aber mit anderer Begründung.

Nach § 13 Nr. 2 der Geschäftsaufsichtsverordnung — die inzwischen bekanntlich durch die am 1. X. 1927 in Kraft getretene Vergleichsordnung abgelöst ist — wer-

den von dem Verfahren nicht betroffen diejenigen Gläubiger, deren Ansprüche auf einem gegenseitigen Vertrage beruhen, der zur Zeit der Anordnung der Geschäftsaufsicht von dem Schuldner und von dem anderen Teile noch nicht oder noch nicht vollständig erfüllt war. Auch das zwischen dem Kraftwerk und der Maschinenfabrik geschlossene Abkommen sei, so führte das OLG. aus, ein solcher gegenseitiger Vertrag, und zwar ein solcher, der noch nicht vollständig erfüllt sei. Ob nun die einzelnen Teilleistungen, durch die der Vertrag seiner Natur nach zu erfüllen war, mehr oder weniger selbständig waren, sei hier nicht entscheidend, denn sie beruhten jedenfalls sämtlich auf einem Vertrage, nicht auf einer Mehrheit selbständiger Verträge. Der Stromlieferungsvertrag sei auf die Dauer langer Jahre geschlossen, enthalte mit Rücksicht hierauf besondere Bestimmungen über die Strompreisbemessung, und so biete sich kein Anhalt für die Annahme einer fortlaufenden Reihe einzelner Verträge. Es liege vielmehr ein einheitlicher, und zwar noch nicht vollständig erfüllter Vertrag vor, und Forderungen aus ihm seien durch den Zwangsvergleich nicht betroffen. Endlich spiele auch die Tatsache der Annahme der Vergleichsquote keine Rolle, selbst eine etwaige Zustimmung zu dem Vergleich in der irrigen Annahme, an ihn gebunden zu sein, könnte nach § 812 BGB. unschädlich gemacht werden. Dr. jur. C. v. dem Busch.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Am 1. Juli 1928 sind folgende Bestimmungen in Kraft getreten, deren Sonderdrucke in der Geschäftstelle des VDE erhältlich sind:

VDE 370a Änderungen an dem Abschnitt „Errichtungsvorschriften" der ab 1. Juli 1924 in Kraft befindlichen „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln", die bis zu der für die Jahresversammlung 1929 in Aussicht genommenen neuen, umgestalteten Fassung der Vorschriften als Richtlinien zu gelten haben.

VDE 409 Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten.

VDE 419 Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an.

VDE 420 Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I. 1928.

VDE 421 Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heilgeräten.

VDE 425 Regeln für die Bewertung von Licht, Lampen und Beleuchtungen.

VDE 426 Regeln für die Photometrierung elektrischer Lampen.

VDE 427 Leitsätze für die Prüfung von Isolierbändern.

Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.

Wie in diesem Heft der ETZ, S. 1321 eingehender dargelegt ist, hat sich die Kommission entschlossen, die Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen in zwei Teile zu zerlegen.

Vorgeschlagen wird folgende Teilung:

a) Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstrom-Niederspannungsanlagen und Starkstrom-Hochspannungsanlagen mit Betriebspannungen von weniger als 1000 V, V.N.E./1929,

b) Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstrom-Hochspannungsanlagen mit Betriebspannungen von 1000 V aufwärts V.H.E./1929.

Über die unter a) genannten Vorschriften sowie über die Betriebsvorschriften wird in Kürze an dieser Stelle eine weitere Ankündigung erfolgen.

Die unter b) genannten Vorschriften, an deren Aufstellung beteiligt waren die Herren

Alvensleben, Heym, Khern, Koebke, Neustätter, Rachel, Rißmüller, Rühle, Schrottke, Tröger, Vogel, Zaudy und Zimmermann (VdEW),

werden nachstehend als Entwurf veröffentlicht.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung unter dem Stichwort „Hochspannungs - Errichtungsvorschriften" bis zum 31. Oktober 1928 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Entwurf 1.

Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstrom-Hochspannungsanlagen mit Betriebspannungen von 1000 V aufwärts V.H.E./1929[1].

Inhaltsübersicht.

[1] Bei der Errichtung von Hochspannungsanlagen sind, soweit die Anlagen oder einzelne Teile unter Spannung stehen, auch die Betriebsvorschriften zu beachten.



§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften gelten für Anlagen und Erweiterungen, soweit ihre Ausführung nach dem 1. Juli 1929 beginnt.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker behält sich vor, diese Vorschriften den Fortschritten und Bedürfnissen der Technik entsprechend abzuändern.

Geltungsbereich.

b) Die nachstehenden Bestimmungen gelten für Hochspannungsanlagen oder Teile solcher mit Betriebspannungen von 1000 V aufwärts mit Ausnahme von elektrischen Straßenbahnen und straßenbahnähnlichen Kleinbahnen und Fahrzeugen über Tage.

1. Im Gegensatz zu den mit Buchstaben bezeichneten Absätzen, die grundsätzliche Vorschriften darstellen, enthalten die mit Ziffern versehenen Absätze Ausführungsregeln. Diese sind entweder Angaben, wie die zugehörenden Vorschriften mit den üblichen Mitteln im allgemeinen auszuführen sind, oder Angaben, die wie Vorschriften zu erfüllen sind, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.

c) Die zwischen ⚒ || stehenden Zusätze gelten nur für Hochspannungsanlagen in Bergwerken unter Tage, abgekürzt: in B. u. T.

A. Begriffserklärungen.

§ 2.

a) Starkstrom-Hochspannungsanlagen mit Betriebspannungen von 1000 V aufwärts sind solche, deren Gebrauchspannung zwischen beliebigen Leitern 1000 V oder darüber beträgt. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

b) Nennspannung, Reihenspannung, Nennstromstärke, Nennfrequenz und Nennleistung sind die Größen, mit denen die Geräte, Leitungen, Stromverbraucher usw. bezeichnet und für die sie gebaut und eingerichtet sind.

c) Freileitungen. Als Freileitungen gelten alle oberirdischen Leitungen außerhalb von Gebäuden, die weder eine metallene Schutzhülle noch eine Schutzverkleidung haben, einschließlich der zugehörenden Hausanschlußleitungen.

d) Leitungen für Installationen im Freien an Gebäuden, in Höfen, Gärten u. dgl., bei denen die Entfernung der Stützpunkte 20 m nicht überschreitet, sind nicht als Freileitungen anzusehen.

e) Berührungsspannung ist die zwischen einem nicht zum Betriebstromkreis gehörenden leitfähigen Anlageteil und Erde im Falle eines Fehlers auftretende Spannung.

f) Erden heißt, durch einen Erder eine leitende Verbindung mit der Erde herstellen.

g) Elektrische Betriebsräume. Als elektrische Betriebsräume gelten Räume, die wesentlich zum Betriebe elektrischer Maschinen oder Apparate dienen und in der Regel nur unterwiesenem Personal zugänglich sind.

h) Abgeschlossene elektrische Betriebsräume. Als abgeschlossene elektrische Betriebsräume werden solche Räume bezeichnet, die nur zeitweise durch unterwiesenes Personal betreten, im übrigen aber unter Verschluß gehalten werden, der nur durch beauftragte Personen geöffnet werden darf.

i) Betriebstätten. Als Betriebstätten werden die Räume bezeichnet, die im Gegensatz zu elektrischen Betriebsräumen auch anderen als elektrischen Betriebsarbeiten dienen und nichtunterwiesenem Personal regelmäßig zugänglich sind.

k) Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume. Als solche gelten Räume, in denen durch Feuchtigkeit, Wärme, chemische oder andere Einflüsse die dauernde Erhaltung normaler Isolation erschwert wird (vgl. § 23). Derartige Räume kommen vor in chemischen Fabriken, Färbereien, Gerbereien, Zuckerfabriken, Käsereien, Metzgereien, Wäschereien, landwirtschaftlichen Betrieben u. dgl.

⚒ | In B. u. T. kommen solche Räume ebenfalls vor. |

l) Feuergefährliche Betriebstätten und Lagerräume. Als feuergefährliche Betriebstätten und Lagerräume gelten Räume, in denen leicht entzündliche Gegenstände hergestellt, verarbeitet oder angehäuft werden, sowie solche, in denen sich betriebsmäßig entzündliche Gemische von Gasen, Dämpfen, Staub oder Fasern bilden können.

m) Explosionsgefährliche Betriebstätten und Lagerräume. Als explosionsgefährlich gelten Räume, in denen explosible Stoffe hergestellt, verarbeitet oder aufgespeichert werden oder sich leicht explosible Gase, Dämpfe oder Gemische solcher mit Luft erfahrungsgemäß ansammeln.

⚒ | n) Schlagwettergefährliche Grubenräume. Als schlagwettergefährliche Grubenräume gelten Räume, die von der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet werden; alle anderen gelten als nicht schlagwettergefährlich. |

o) Betriebsarten. Bei Dauerbetrieb ist die Betriebzeit so lang, daß die dem Beharrungzustand entsprechende Endtemperatur erreicht wird. Die der Dauerleistung entsprechende Stromstärke wird als „Dauerstromstärke" bezeichnet.

Bei aussetzendem Betrieb wechseln Einschaltzeiten und stromlose Pausen über die gesamte Spieldauer, die höchstens 10 min beträgt, ab. Das Verhältnis von Einschaltdauer zur Spieldauer wird „relative Einschaltdauer" genannt. Die aussetzende Stromstärke, die zum Bewegen der Vollast nach Eintritt der vollen Geschwindigkeit erforderlich ist, wird als „Vollaststromstärke" bezeichnet.

Bei kurzzeitigem Betrieb ist die Betriebzeit kürzer als die zum Erreichen der Beharrungstemperatur erforderliche Zeit und die Betriebspause lang genug, um die Abkühlung auf die Temperatur des Kühlmittels zu ermöglichen.

B. Allgemeine Schutzmaßnahmen.

§ 3.

Schutz gegen Berührung.

a) Sowohl die blanken als auch die mit Isolierstoff bedeckten, unter Betriebspannung stehenden Teile der Anlage müssen durch ihre Bauart oder Lage, Anordnung oder durch besondere Schutzvorkehrungen der Berührung entzogen sein (Ausnahmen siehe §§ 6g, 7l, 8b und Regel 1).

1. Abdeckungen, Schutzgitter u. dgl. sollen mechanisch widerstandsfähig sein und zuverlässig befestigt werden.

b) Die Schutzverkleidungen der Leitungen (Rohre, Kabelmäntel u. dgl.) müssen im Handbereich in die Maschinen und Geräte eingeführt werden.

§ 4.

Schutz durch Erdung.

a) Alle der Berührung ausgesetzten leitenden Gegenstände einer Hochspannungsanlage, die nicht zum Betriebstromkreis gehören, aber in seinem Bereich liegen und infolge eines Einzelerdschlusses oder infolge Induktion eine gefährliche Spannung gegeneinander oder gegen Erde annehmen können, sowie die Hochspannungsanlage als Ganzes müssen mit einer Schutzerdung versehen sein, oder es müssen andere Maßnahmen besonderer Art dafür getroffen werden, daß die Anlage, die Bedienung und die Umgebung gegen die bei Einzelerdschluß auftretenden Gefahren nach Möglichkeit geschützt sind.

1. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Erdungseinrichtungen den „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen" entsprechen.

⚒ | In B. u. T. sollen mehrere verschiedene Erdungen, z. B. in der Wasserseige, im Schachtsumpf, an den Tübbings und über Tage gleichzeitig angewendet und miteinander gut leitend verbunden werden. Außerdem sollen alle übrigen, der zufälligen Berührung zugänglichen Metallteile, wie Rohrleitungen, Geleise usw., tunlichst oft an die Erdungsleitung angeschlossen werden. |

b) Die Schutzerdungen sind an solchen Orten und in solcher Art anzuordnen, daß durch Ort und Art ihrer Anordnung in allen betriebsmäßig vorkommenden Fällen keine unzulässige Herabsetzung des beabsichtigten Schutzwertes hervorgerufen wird, anderenfalls sind Maßnahmen besonderer Art hiergegen zu treffen.



§ 5.

Schutz durch Isolation.

a) Jede Hochspannungsanlage muß insgesamt und in allen ihren Teilen eine angemessene Spannungsfestigkeit haben. Der elektrische Sicherheitsgrad der einzelnen Teile muß in entsprechender Übereinstimmung stehen.

b) Die Spannungsfestigkeit der Anlage darf durch die Anordnung und Formgebung der einzelnen Hochspannungsteile nicht unzulässig beeinträchtigt werden.

1. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Isolation den „Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen V.E.S." entsprechend bemessen ist.

2. Jede neue Hochspannungschaltanlage von 10 kV Betriebspannung aufwärts ist vor dauernder Inbetriebnahme mindestens mit dem 1,3-fachen ihrer Betriebspannung 5 min lang zu prüfen.

C. Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren.

§ 6.

Elektrische Maschinen.

a) Elektrische Maschinen (Motoren, Generatoren und Umformer) müssen sowohl für ihre Nennbelastung als auch für die zulässigen Überlastungen bei Eintritt der zulässigen Überdrehzahl und bei Kurzschluß eine von den sonstigen Betriebsbedingungen unabhängige, ausreichende mechanische und elektrische Festigkeit insgesamt und in allen ihren Teilen aufweisen. Diese Festigkeit muß unabhängig von der Belastungsweise der Maschine (aussetzender oder kurzzeitiger Betrieb, schwankender oder gleichmäßiger Dauerbetrieb u. dgl.) sowie unabhängig von dem Erwärmungzustand der Maschine, soweit dieser in den zulässigen Grenzen bleibt, gewährleistet sein.

1. Für die Durchführung der Spannungsproben im einzelnen sowie für die zulässigen Grenzwerte von Temperatur und Erwärmung und für die Begriffsbestimmung des Kurzschlusses sind die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M." maßgebend.

b) Elektrische Maschinen müssen so gebaut und mit solchen Regeleinrichtungen versehen werden, daß sie innerhalb der beabsichtigten Grenzen für Leistung, Spannung und Frequenz ihre Anforderungen gefahrlos für die Maschine und deren Umgebung erfüllen. Ebenso müssen sie einen sowohl für den Betrieb wie für die Umgebung gefahrlosen Parallellauf mit den dafür vorgesehenen Maschinen zulassen.

2. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Maschinen den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M." entsprechen.

3. Maschinen dürfen mit dem Netz nur in einer solchen Schaltung verbunden werden, die ohne Gefahr für Betrieb, Bedienung und Umgebung ist.

c) Generatoren und Umformer müssen eine solche Spannungskurve aufweisen, daß zusätzliche Gefahren im Netzbetrieb vermieden werden.

4. Für die Kurvenform im einzelnen sind die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M." maßgebend.

d) Jede Maschine muß ein Leistungschild tragen, auf dem die notwendigen Angaben deutlich lesbar sind.

5. Das Leistungschild soll so angebracht sein, daß es möglichst auch im Betriebe bequem abgelesen werden kann.

e) Für Generatoren und Umformer sind Anzeige- und Meßeinrichtungen vorzusehen, die den Betriebzustand der Maschine erkennen lassen. Außerdem sind diese elektrischen Maschinen mit Schutzeinrichtungen auszurüsten, um eine Gefährdung bei außergewöhnlichen mechanischen, elektrischen oder thermischen Beanspruchungen zu verhindern, bei deren Auftreten den Gefahrzustand schnell zu beseitigen und im Falle von Maschinenschäden deren Ausbreitung zu beschränken.

6. Jedes Maschinenfeld soll mindestens folgende Anzeigeeinrichtungen aufweisen:

A. bei Maschinengrößen bis 5000 kVA zum Anzeigen der Ölschalterstellung und des Synchronismus;

B. bei Maschinengrößen von 5000 bis 30 000 kVA wie unter A;

C. bei Maschinengrößen von mehr als 30 000 kVA außer den unter A genannten noch zum Anzeigen der Stellung der Trennschalter und des Feuerlöschschutzes.

Jedes Maschinenfeld soll mindestens folgende Meßeinrichtungen aufweisen:

A. bei Maschinengrößen bis 5000 kVA zum Messen des Maschinenstromes in einer Phase, des Erregerstromes bei gleichstromerregten Synchronmaschinen, der Maschinenklemmenspannung zwischen zwei Phasen, der Wirkleistung, der Frequenz und der Maschinendrehzahl (diese nur bei Asynchrongeneratoren);

B. bei Maschinengrößen von 5000 bis 30 000 kVA wie unter A, jedoch zum Messen des Maschinenstromes in jeder Phase und der Maschinenklemmenspannung zwischen allen Phasen;

C. bei Maschinengrößen von mehr als 30 000 kVA außer den unter A und B genannten noch zum Messen der Klemmenspannung am Induktor bei gleichstromerregten Synchronmaschinen, der Blindleistung, der Temperatur der Kühlluft am Eintritt und der Spannung der Stromquelle für die Betätigung.

Sind mehrere Maschinen vorhanden, so genügen für Anzeige und Messung gleichartiger Spannungen und Frequenzen umschaltbare Einrichtungen.

Die Meßinstrumente sollen mindestens der Klasse F entsprechen.

Der ablesbare Meßbereich soll den Nennwert der zu messenden Größe um mindestens 20 % überschreiten.

7. Jeder Maschinensatz soll mindestens mit folgenden Schutzeinrichtungen ausgerüstet sein:

I. Mit Handbetätigung:

für allpolige und allseitige Abschaltbarkeit der Hauptmaschine, falls diese nicht mit dem zugehörenden Transformator fest verbunden ist, ferner Feuerlöscher und Schnellschluß-Unterbrechung des Antriebes bei Dampfturbinen.

II. Selbsttätig wirkend:

A. bei Maschinengrößen bis 5000 kVA Überstromschutz und zwar bei nicht unmittelbarer Erdung des Nullpunktes mindestens in zwei Phasen und bei unmittelbarer Erdung des Nullpunktes in allen Phasen, ferner Schnellschluß-Unterbrechung des Antriebes bei Dampfturbinen;

B. bei Maschinengrößen von 5000 bis 30 000 kVA Überstromschutz in allen Phasen, Schnellschluß-Unterbrechung des Antriebes bei Dampfturbinen, Differentialschutz, Erdschlußschutz und Feldschwächung;

C. bei Maschinengrößen von mehr als 30 000 kVA außer den unter B genannten noch Einrichtung zur Verhinderung falschen Synchronisierens, Luftrückkühlung und Feuerlöscher.

f) Elektrische Maschinen sind so aufzustellen, daß etwa im Betrieb der elektrischen Einrichtung auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung von brennbaren Stoffen der Umgebung hervorrufen können.

8. Generatoren und Umformer sollen an solchen Orten und in solcher Art aufgestellt werden, daß durch Ort und Art ihrer Aufstellung eine unzulässige Herabsetzung ihrer mechanischen oder elektrischen Festigkeit oder ihrer sonstigen, für den gefahrlosen Betrieb maßgebenden Eigenschaften möglichst vermieden wird. Falls dieses nach Ort und Art der Aufstellung nicht angängig sein sollte, sollen Maßnahmen besonderer Art getroffen werden. Im übrigen soll die Aufstellung der Generatoren und Umformer so erfolgen, daß eine Gefährdung der Umgebung bei Betrieb möglichst vermieden wird.

g) Abweichend von § 3 a brauchen sowohl die blanken als auch die mit Isolierstoff bedeckten spannungsführenden Teile der Maschine und die zugehörenden Verbindungsleitungen nur gegen zufällige Berührung geschützt sein. Soweit dieses nicht schon durch die Bauart der Maschine selbst erzielt wird, muß es bei der Aufstellung durch Lage, Anordnung oder besondere Schutzvorkehrungen erreicht werden. Dabei müssen etwaige Verschläge für luftgekühlte Motoren so beschaffen und bemessen sein, daß ihre Entzündung ausgeschlossen und die Kühlung der Motoren nicht behindert ist.

h) Die äußeren spannungsführenden Teile der Maschinen müssen auf feuersicheren Unterlagen befestigt sein, sofern sie nicht durch die Wicklung der Maschine sicher getragen werden.

§ 7.

Transformatoren.

a) Transformatoren jeder Art (Leistungs-, Absatz-, Zusatz-, Isolations-, Regel- oder Spartransformatoren) müssen sowohl für ihre Nennbelastung als auch für die zulässigen Überlastungen und bei Kurzschluß eine von den sonstigen Betriebsbedingungen unabhängige, ausreichende mechanische und elektrische Festigkeit insgesamt und in



allen ihren Teilen aufweisen. Diese Festigkeit muß unabhängig von der Belastungsweise des Transformators (aussetzender oder kurzzeitiger Betrieb, schwankender oder gleichmäßiger Dauerbetrieb u. dgl.) sowie unabhängig von dem Erwärmungzustand des Transformators, soweit dieser in den zulässigen Grenzen bleibt, gewährleistet sein.

1. Für die Durchführung der Spannungsproben im einzelnen sowie für die zulässigen Grenzwerte von Temperatur und Erwärmung sind die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R. E. T." maßgebend.

b) Transformatoren müssen so gebaut sein, daß sie innerhalb der beabsichtigten Grenzen für Leistung, Spannung und Frequenz ihre Anforderungen gefahrlos für den Transformator und seine Umgebung erfüllen. Ebenso müssen sie einen sowohl für den Betrieb wie für die Umgebung gefahrlosen Parallellauf mit den dafür vorgesehenen anderen Transformatoren zulassen.

2. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Transformatoren den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R. E. T." entsprechen.

3. Transformatoren dürfen mit dem Netz nur in einer solchen Schaltgruppe und Schaltung verbunden werden, daß Gefahren für Betrieb, Bedienung und Umgebung möglichst vermieden werden.

c) Am Transformator muß der Ölstand im Kessel erkennbar und ferner muß an diesem ein Ölablaß angebracht sein. Auch muß die Möglichkeit bestehen, Ölproben aus dem Transformator zu entnehmen.

d) Auf allen Transformatoren müssen Leistungschilder befestigt sein, auf denen die notwendigen Angaben deutlich lesbar und in haltbarer Weise angebracht sind.

4. Das Leistungschild soll so auf der Unterspannungseite angebracht sein, daß es möglichst auch im Betriebe bequem abgelesen werden kann.

e) Für Transformatoren von 5000 kVA Leistung aufwärts sind Anzeige- und Meßeinrichtungen vorzusehen, die den Betriebzustand des Transformators erkennen lassen. Außerdem sind Transformatoren dieser Art mit Schutzeinrichtungen auszurüsten, um eine Gefährdung bei außergewöhnlichen mechanischen, elektrischen oder thermischen Beanspruchungen zu verhindern, bei deren Auftreten den Gefahrzustand schnell zu beseitigen und im Falle von Transformatorenschäden deren Ausbreitung zu beschränken.

5. Jeder Transformator soll mindestens folgende Anzeigeeinrichtungen aufweisen:

A. bei Transformatorgrößen von 5000 bis 30 000 kVA zum Anzeigen der Überschreitung der zulässigen Erwärmung und des Betriebzustandes (nur bei Transformatoren mit künstlicher Kühlung);

B. bei Transformatorgrößen von mehr als 30 000 kVA außerdem noch zum Anzeigen der Stellung der Trennschalter.

Jeder Transformator soll mindestens folgende Meßeinrichtungen aufweisen:

A. bei Transformatorgrößen von 5000 bis 30 000 kVA zum Messen des Stromes in einer Phase.

B. bei Transformatorgrößen von mehr als 30 000 kVA zum Messen des Stromes in jeder Phase und der Erwärmung des Transformators.

Sind Transformatoren und Generatoren derart angeschlossen, daß sie nicht getrennt betrieben werden können und ein gemeinsames Schaltfeld haben, so entfallen von den vorstehend aufgezählten Einrichtungen die mit den in § 6[6] aufgezählten übereinstimmenden Einrichtungen.

Die Meßinstrumente sollen mindestens der Klasse F entsprechen.

Der ablesbare Meßbereich soll den Nennwert der zu messenden Größe um mindestens 20 % überschreiten.

6. Jeder Transformator soll mindestens mit folgenden Schutzeinrichtungen ausgerüstet sein:

I. Mit Handbetätigung:

für allpolige und allseitige Abschaltbarkeit, ferner Feuerlöscher.

II. Selbsttätig wirkend:

Überstromschutz und zwar bei nicht unmittelbarer Erdung des Nullpunktes mindestens in zwei Phasen und bei unmittelbarer Erdung des Nullpunktes in allen Phasen, ferner bei Transformatorgrößen von mehr als 30 000 kVA Erwärmungschutz.

f) Transformatoren müssen mit Einrichtungen versehen werden, die eine gefährliche Erwärmung bei den zulässigen Belastungen verhüten.

7. Transformatoren sollen an solchen Orten und in solcher Art aufgestellt werden, daß durch Ort und Art ihrer Aufstellung eine unzulässige Herabsetzung ihrer mechanischen und elektrischen Festigkeit oder ihrer sonstigen, für den gefahrlosen Betrieb maßgebenden Eigenschaften möglichst vermieden wird. Falls dieses nach Ort und Art der Aufstellung nicht angängig sein sollte, sollen Maßnahmen besonderer Art getroffen werden.

8. Transformatoren sollen so aufgestellt werden, daß sie möglichst keine Gefährdung öffentlicher Verkehrsräume hervorrufen können.

9. Im übrigen soll die Aufstellung der Transformatoren tunlichst so erfolgen, daß die Gefahren von Bränden und deren Folgen möglichst herabgesetzt werden.

g) Transformatoren müssen entweder in geerdete Metallgehäuse eingeschlossen oder in besonderen Schutzverschlägen untergebracht sein. Ausgenommen von dieser Vorschrift sind Transformatoren in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen (siehe § 21) und solche, die nur mit besonderen Hilfsmitteln zugänglich sind.

Verschläge für selbstgekühlte Transformatoren müssen so beschaffen und bemessen sein, daß ihre Entzündung ausgeschlossen und die Kühlung der Transformatoren nicht behindert ist.

⚒ h) Öltransformatoren über 20 kVA müssen in B. u. T. in feuersicheren Räumen aufgestellt werden. Bei Öltransformatoren unter 50 kVA können jedoch Erleichterungen zugelassen werden.

i) Die Transformatorenräume sind in B. u. T. mit Ölfanggruben oder gleichwertigen Vorrichtungen zur Aufnahme des auslaufenden Öles auszustatten.

k) An Transformatoren, deren Körper nicht betriebsmäßig geerdet ist, müssen Vorrichtungen angebracht sein, die gestatten, die Erdung des Körpers gefahrlos vorzunehmen oder die Transformatoren allseitig abzuschalten.

l) Die spannungsführenden Teile der Transformatoren und die zugehörenden Verbindungsleitungen sind nur im Handbereich gegen zufällige Berührung zu schützen.

m) Die äußeren spannungsführenden Teile der Transformatoren müssen auf feuersicheren Unterlagen befestigt sein, sofern sie nicht durch die Wicklung des Transformators sicher getragen werden.

§ 8.

Akkumulatoren.

a) Die einzelnen Zellen sind gegen das Gestell, dieses ist gegen Erde durch feuchtigkeitsichere Unterlagen zu isolieren.

b) Batterien für Hochspannung müssen mit einem isolierenden Bedienungsgang umgeben sein.

1. Dieser gilt als ausreichender Schutz bei zufälliger Berührung unter Spannung stehender Teile.

2. Bei Batterien, die 1000 V oder mehr gegen Erde aufweisen, empfiehlt es sich, abschaltbare Gruppen von nicht mehr als 500 V zu bilden.

c) Zur Beleuchtung der Akkumulatorenräume dürfen nur elektrische Lampen verwendet werden, deren Leuchtkörper luftdicht abgeschlossen sind.

d) Die Akkumulatorenräume müssen mit geeigneten Lüftungseinrichtungen versehen werden.

D. Schaltanlagen.

§ 9.

Schaltung.

a) Die Schaltung von Hochspannungsanlagen muß so ausgelegt werden, daß die an der Stromversorgung unmittelbar beteiligten Teile einzeln oder gruppenweise in dieser selbst und zwar sowohl bei betriebsmäßiger Last wie bei Kurzschluß ein- und ausgeschaltet werden können, oder es müssen sichere Maßnahmen dafür getroffen werden, daß die Ein- und Ausschaltung an anderer Stelle schnell möglich ist.

b) Jede Hochspannungsanlage muß als Ganzes und in ihren wesentlichen Teilen wenigstens im Leerlauf an Ort und Stelle spannungslos gemacht werden können, oder es müssen sichere Maßnahmen dafür getroffen werden, daß die Ein- und Ausschaltung an anderer Stelle schnell möglich ist. Derartig abgetrennte Teile müssen in gefahrloser und sicherer Weise geerdet und kurzgeschlossen werden können.

1. Das Ausmaß der Schaltbarkeit und Auftrennbarkeit einer Schaltanlage soll sich nach der Wichtigkeit und Gefahrenwahrscheinlichkeit für die Anlage, deren angeschlossene Teile und die Umgebung richten.

c) Die Schaltung von Schaltanlagen mit Sammelschienen hat so zu erfolgen, daß jeder Teil der Schaltanlage für sich oder gruppenweise von den Sammelschienen ab-



trennbar ist, oder es müssen einzelne Sammelschienenteile auftrennbar eingerichtet sein.

d) Die Schaltung von Hochspannungschaltanlagen muß so erfolgen, daß keine unzulässige Kurzschlußbeanspruchungen in der Anlage auftreten können, oder es müssen besondere Maßnahmen hiergegen getroffen werden.

Im übrigen muß die Schaltung so erfolgen, daß durch die ordnungsgemäße Zu- oder Abschaltung von Apparaten oder Schaltanlagenteilen keine Gefährdung der Anlage, der Bedienung oder der Umgebung entstehen kann.

§ 10.

Schaltgerüste und Schaltkasten.

a) Schaltgerüste und Schaltkasten müssen aus feuersicherem Baustoff oder aus Metall bestehen. Holz ist nur als Schutzgeländer zulässig.

b) In Schalträumen sowie bei Schaltgerüsten, die betriebsmäßig auf der Rückseite zugänglich sind, müssen die Gänge und Zugangsräume hinreichend breit und hoch sein und von Gegenständen freigehalten werden, die die freie Bewegung stören.

1. Die Weite der Gänge von Innenanlagen und der Zugangsräume (z. B. bei Ortsnetzstationen), gemessen zwischen der Schutzverkleidung und dem gegenüberliegenden Teil des Raumabschlusses, oder bei doppelseitiger Anordnung der Schaltanlage, gemessen zwischen zwei einander gegenüberliegenden Schutzverkleidungen, soll mindestens betragen:

Verwendungzweck des Zugangsraumes	Schaltanlage liegt vom Zugangsraum einseitig Weite mm	doppelseitig Weite mm
Beaufsichtigung	800	1200
Beaufsichtigung und Bedienung .	1000	1500

Oberhalb der Gänge von Innenanlagen oder der Zugangsräume angebrachte spannungsführende Teile sollen einen senkrechten Randabstand bis zum Boden haben von mindestens mm:

2500 bei Anlagen bis 30 kV Betriebspannung,
2200 + 10 U bei Anlagen von mehr als 30 kV Betriebspannung,

wobei U = Betriebspannung in kV ist.

⚒ In B. u. T. genügt für Schaltgänge, in denen die spannungsführenden Teile der einzelnen Schaltzellen durch Schutztüren besonders abgeschlossen sind, eine freie Breite, die den dort auszuführenden Arbeiten entspricht, doch soll sie nicht geringer als 1 m sein. In Gängen, die nur Kabelendverschlüsse, Sammelschienen und Leitungsverbindungen unter Schutz gegen zufällige Berührung enthalten, die also nicht betriebsmäßig, sondern nur zur Nachprüfung betreten werden, kann die freie Breite bis auf 0,6 m verringert werden.

c) Schaltgerüste und Schaltkasten mit unzugänglicher Rückseite müssen so beschaffen sein, daß nach ihrer betriebsmäßigen Befestigung an der Wand die Leitungen derart angelegt und angeschlossen werden können, daß die Zuverlässigkeit der Leitungsanschlußstellen von vorn geprüft werden kann.

d) In jeder Schaltanlage sind für die einzelnen Stromkreise Bezeichnungen anzubringen.

§ 11.

Schalter.

a) Die Ölschalter müssen insgesamt und in allen ihren Einzelheiten eine ausreichende elektrische und mechanische Festigkeit und zwar sowohl für die Betriebströme wie für die Kurzschlußströme aufweisen. Hierzu wird besonders auf § 2 a der Betriebsvorschriften hingewiesen. Sollte dieses im Einzelfall nicht angängig sein, so müssen besondere Maßnahmen getroffen werden, die ein Ein- oder Ausschalten solcher Schalter bei auftretenden Kurzschlüssen möglichst verhüten. Die Berechnung der Kurzschlußströme hat auf Grund der in den „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen R.E.H." enthaltenen Rechnungsgrundlagen zu erfolgen.

1. Die Ölschalter sollen so gebaut sein, daß die beim Schalten entstehenden Gase und Dämpfe möglichst gefahrlos abziehen können.

b) Die Ein- und Ausschaltstellung der Kontakte muß außerhalb des Schalters erkennbar sein. Diese Anzeigevorrichtung muß so gebaut sein, daß sie nicht die Stellung des Antriebes, sondern die des Schalters selbst angibt.

c) Ölschalter müssen so ausgeführt sein, daß Schaltquerträger und Kontakte nicht in einer Zwischenstellung stehen bleiben können; die Endstellungen der Ölschalter müssen durch die Konstruktion des Antriebes und des Schalters festliegen.

d) Am Antrieb des Ölschalters muß die Schaltrichtung des Ölschalters zweifelsfrei erkennbar sein.

e) Ölschalter müssen so gebaut und angetrieben sein, daß Ein- und Ausschaltung aller Phasen praktisch gleichzeitig erfolgt.

2. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Schalter den „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen R.E.H." entsprechen.

3. Im gleichen Betriebe soll der Betätigungsinn des Ölschalterantriebes und seiner Steuerorgane überall der gleiche sein.

4. Jeder Ölschalter soll ein Schild mit der Nennstromstärke in A, der Prüfspannung in V, den Nennspannungen in V und den zugehörenden Kurzschlußströmen in A getragen.

⚒ f) in B. u. T. sind Ölschalter mit Vorkontakten (Schutzschalter) verboten.

g) Vor gekapselten Schaltern, die nicht ausschließlich als Trennschalter dienen, müssen bei Spannungen über 1500 V erkennbare Trennstellen vorgesehen sein.

⚒ In B. u. T. gilt diese Vorschrift bereits von 500 V ab.

5. Unter Umständen kann eine gemeinsame Trennstelle für mehrere eingekapselte Schalter genügen. Bei parallel geschalteten Kabeln und Ringleitungen sollen nicht nur vor, sondern auch hinter eingekapselten Schaltern erkennbare Trennstellen vorgesehen werden.

h) Ölschalter sind an solchen Orten und in solcher Art aufzustellen, daß durch Ort und Art ihrer Aufstellung nicht eine unzulässige Herabsetzung ihrer mechanischen oder elektrischen Festigkeit oder ihrer sonstigen, für den gefahrlosen Betrieb maßgebenden Eigenschaften hervorgerufen wird, oder es müssen Maßnahmen besonderer Art hiergegen getroffen werden.

i) Die Öffnungen von Ölschalterzellen dürfen nicht in gefahrdrohender Weise nach öffentlichen Verkehrsräumen zu liegen.

k) Ölschalter großer Leistung sind so aufzustellen, daß etwa austretendes Öl möglichst gefahrlos ablaufen kann.

6. Auspuff- oder Abgasrohre sowie Ölabläufe von Ölschaltern sollen so angeordnet werden, daß Vorbeikommende von austretendem Öl oder Gas möglichst nicht getroffen werden.

l) Für Trennschalter und Erdungschalter hat das vorstehend für den Ölschalter Gesagte sinngemäß Gültigkeit. Hierbei ist auf die Kurzschlußfestigkeit der Erdungschalter besonders zu achten. Trennung und Erdung kann einphasig erfolgen. Die Fernbetätigung von Trenn- und Erdungschaltern muß allpolig geschehen.

m) Ölschalter, Trennschalter und Erdungschalter sind so anzuordnen oder zu bezeichnen, daß Verwechslungen durch das Personal möglichst vermieden werden.

n) Trenn- und Erdungschalter sind so anzubringen, daß sie nicht durch das Gewicht der Schaltmesser oder eines etwaigen Antriebes von selbst einschalten können.

o) Schalt- und Meßstangen müssen aus mechanisch widerstandsfähigem Isolierstoff bestehen und gegen 3-fache Betriebspannung fest genug sein. Schalt- und Meßstangen mit Schaft aus Holz müssen zwischen Schaft und Bedienungshaken ein besonderes Zwischenstück aus Isolierstoff der gleichen Festigkeit haben.

Schaltstangen und Schaltzangen dürfen nicht geerdet sein.

§ 12.

Meßeinrichtungen.

a) Strom- und Spannungswandler müssen hinsichtlich ihrer Eigenschaften und der Erfordernisse von Art und Ort der Aufstellung den in § 7 für Transformatoren allgemein festgelegten Bestimmungen genügen.

1. Die Anforderungen an die Wandler selbst gelten dabei als erfüllt, wenn sie den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Meßwandlern" entsprechen.

2. In Schaltanlagen sollen nur Meßgeräte Verwendung finden, die den „Regeln für Meßgeräte" entsprechen.

b) In planmäßig mit Betriebspersonal besetzten Hochspannungschaltanlagen, in denen regelmäßig betriebsmäßige Schaltungen vorgenommen werden, muß eine Spannungsmeßeinrichtung und zwar sowohl für Phasen- wie für Erdspannung vorhanden sein.

c) Wenn Spannungswandler, z. B. durch abschaltbare Sammelschienenteile, im Betriebe spannungslos gemacht werden können, so sind Maßnahmen zu treffen, daß hieraus möglichst keine Bedienungsfehler entstehen können.

3. Empfohlen wird, Überwachungseinrichtungen für den ordnungsgemäßen Zustand von Sicherungen besonders wichtiger Spannungswandler vorzusehen.

Im übrigen ist darauf hinzuweisen, daß Meßinstrumentangaben nicht als Anzeige zur Vornahme von Arbeiten in der Nähe von Hochspannung führenden Teilen oder von Arbeiten unter Spannung herangezogen werden dürfen.

d) Meßinstrumente, die den Betriebzustand der Hochspannungsanlage oder eines ihrer Teile anzeigen sollen, müssen eigene Meßzuleitungen haben, die mit anderen Niederspannungsstromkreisen, wie Signal-, Betätigungsleitungen u. dgl., nicht zusammengeschaltet sein dürfen.

4. Solche Meßleitungen sollen nicht schaltbar sein, anderenfalls sind Maßnahmen zu treffen, daß die Schaltung zwangläufig unter Ausscheidung von Fehlanzeigemöglichkeiten erfolgt. Selbst- oder Sicherungschalter fallen nicht hierunter. Diese Bestimmung gilt nicht für Synchronisiereinrichtungen. Meßleitungen dieser Art sollen ferner übersichtlich angeordnet und bezeichnet sowie leicht nachprüfbar eingerichtet werden.

e) Spannungsmesser für die verkettete Spannung, die den Betriebzustand der Hochspannungsanlage anzuzeigen haben, müssen den vollen Meßbereich von Null bis zum betrieblich vorkommenden Höchstwert sicher anzeigen.

f) Strommesser im Anschluß an Stromwandler, ferner Strommesser ohne Wandler bei Maschinen und Transformatoren müssen die zulässige Grenze der Dauerbelastung des Wandlers bzw. der Maschine oder des Transformators an der Skala leicht erkennen lassen.

g) Bei Meßinstrumenten mit verschiedenen Meßbereichen muß der jeweilig gültige Schaltzustand von Wandler und Meßinstrument am Instrument erkennbar sein.

5. Die zur Anzeige des Betriebzustandes dienenden Meßinstrumente sollen so groß, so angeordnet und so bezeichnet sein, daß Bedienungsfehler möglichst vermieden werden.

6. Meßinstrumente sollen an solchen Stellen und in solcher Art angebracht sein, daß durch Ort und Art ihrer Anbringung nicht eine unzulässige Herabsetzung ihrer für den gefahrlosen Betrieb maßgebenden Eigenschaften hervorgerufen wird, anderenfalls sind Maßnahmen besonderer Art hiergegen zu treffen.

§ 13.

Signaleinrichtungen.

a) Die Signaleinrichtungen müssen so eingerichtet und angeordnet sein, daß sie im beschädigten Zustand entweder die Gefahrstellung signalisieren oder die Tatsache der Beschädigung selbst anzeigen; anderenfalls müssen Maßnahmen getroffen werden, die Gefährdung oder gefahrdrohende Handlungen des Bedienungspersonals infolge der beschädigten Signalanlagen möglichst verhüten. Das Gleiche gilt sinngemäß für den Ausfall der Stromquelle der Signalanlage.

1. Signaleinrichtungen von Schaltanlagen sollen innerhalb des gleichen Betriebes nach einheitlichen Grundsätzen hinsichtlich der Signalisierung eingerichtet sein; anderenfalls sind Maßnahmen zu treffen, daß Bedienungsfehler möglichst vermieden werden. Signaleinrichtungen von Schaltanlagen sollen so eingerichtet und angeordnet sein, daß in allen betriebsmäßig vorkommenden Schaltzuständen der Anlage Fehlsignale verhütet werden.

2. Signalgeber in Hochspannungschaltanlagen sollen möglichst unmittelbar durch den Teil der Anlage, dessen Stellung oder Zustand sie signalisieren sollen, betätigt werden. Geschieht dieses nicht, so muß die Anordnung des Signalgebers derart erfolgen, daß seine Stellung vom Bedienenden ohne Gefährdung seiner Person an Ort und Stelle nachgeprüft werden kann.

b) Signaleinrichtungen, die den Betriebzustand der Hochspannungsanlage signalisieren sollen, müssen eigene Signalleitungen haben, die mit anderen Niederspannungsstromkreisen, wie Meß-, Betätigungsleitungen u. dgl., nicht zusammengeschaltet sein dürfen.

3. Die zur Anzeige des Betriebzustandes der Anlage dienenden Signaleinrichtungen sollen so groß, so angeordnet und so bezeichnet sein, daß Bedienungsfehler möglichst vermieden werden.

4. Der Signalempfänger soll die Endstellung des Signalgebers erst nach praktischer Erreichung der Endstellung des Schalters anzeigen. Bei Signaleinrichtungen anderer Art ist sinngemäß zu verfahren.

E. Apparate.

§ 14.

Anlasser, Steuer- und Widerstandsgeräte.

a) Anlasser, Steuer- und Widerstandsgeräte müssen insgesamt und in allen ihren Teilen eine ausreichende elektrische und mechanische Festigkeit und zwar für die Betriebsströme aufweisen. Wenn im Einzelfall eine ausreichende Kurzschlußfestigkeit und eine ausreichende Festigkeit gegen Kurzschlußströme nicht angängig ist, so müssen besondere Maßnahmen getroffen werden, die eine Betätigung solcher Einrichtungen bei auftretenden Kurzschlüssen möglichst verhüten.

b) Als Betätigungsinn eines Gerätes gilt der Drehsinn, der eine Erhöhung der Drehzahl oder Spannung hervorruft; er wird auf die Bedienungseite bezogen.

c) Auf jedem Gerät ist die Stellung, in der das Gerät eingeschaltet, und die, in der es ausgeschaltet ist, sowie der Schaltweg deutlich zu kennzeichnen.

d) Anlasser, Anlaßschalter, Anlaßtransformatorenschalter, Regler, Schütze und elektromagnetisch betätigte Wächter müssen ein Leistungschild mit den notwendigen Angaben tragen.

1. Das Leistungschild soll so angebracht sein, daß es möglichst auch im Betriebe bequem abgelesen werden kann.

2. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Geräte den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R. E. A." sowie den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Steuergeräten, Widerstandsgeräten und Bremslüftern für aussetzenden Betrieb R. A. B." entsprechen.

3. Anlasser, Steuergeräte und Widerstandsgeräte sollen an solchen Orten und in solcher Art aufgestellt werden, daß durch Ort und Art ihrer Aufstellung eine unzulässige Herabsetzung ihrer mechanischen und elektrischen Festigkeit oder ihrer sonstigen, für den gefahrlosen Betrieb maßgebenden Eigenschaften möglichst vermieden wird. Falls dieses nach Ort und Art nicht angängig sein sollte, sollen Maßnahmen besonderer Art getroffen werden. Im übrigen soll die Aufstellung von Anlassern, Steuer- und Widerstandsgeräten so erfolgen, daß eine Gefährdung der Umgebung bei Betrieb möglichst vermieden wird.

§ 15.

Schmelzsicherungen.

a) Schmelzsicherungen sind so zu bemessen und einzustellen, daß die von ihnen geschützten Leitungen keine gefährliche Erwärmung annehmen können; sie müssen so eingerichtet oder angeordnet sein, daß durch etwa auftretende Lichtbogen oder eine etwaige Zerstörung der Sicherung beim Ansprechen eine Gefährdung der Umgebung möglichst vermieden wird.

b) Nennstromstärke und Nennspannung müssen sichtbar und haltbar auf dem Hauptteil der Sicherung angegeben sein.

F. Überspannung- und Überstromschutz.

§ 16.

Überspannungschutz.

a) Bei der Errichtung von Hochspannungsanlagen ist möglichst der Schutz der Anlage, der Bedienung, der Umgebung und insbesondere der Öffentlichkeit gegen Überspannung zu berücksichtigen und zwar um so mehr, je größer die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Überspannungen, je größer das Schutzbedürfnis der betreffenden Anlage nach ihrer Bemessung und schließlich je größer im Einzelfall der Gefährdungsgrad für Anlage, Bedienung und Umgebung und insbesondere für die Öffentlichkeit ist.

1. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Überspannungschutzeinrichtungen den „Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen" entsprechen.

2. Überspannungschutzeinrichtungen sollen an solchen Orten und in solcher Art aufgestellt werden, daß durch Ort und Art ihrer Aufstellung nicht eine unzulässige Herabsetzung ihres Schutzwertes oder gar eine Gefährdung des Betriebes, der Bedienung und Umgebung hervorgerufen wird; anderenfalls sind Maßnahmen besonderer Art hiergegen zu treffen.



§ 17.

Überstromschutz.

a) In Hochspannungsanlagen müssen Maßnahmen zum Schutz der Anlage, der Bedienung, der Umgebung und insbesondere der Öffentlichkeit gegen die Gefahren von Überströmen vorgesehen werden.

1. Art und Umfang dieser Maßnahmen sollen sich nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Überströmen, nach dem Schutzbedürfnis der in Frage kommenden Anlagen und nach der Gefährdungsmöglichkeit des Personals, der Umgebung und insbesondere der Öffentlichkeit richten.

2. Überstromschutzeinrichtungen sollen die Gefährdung und Beschädigung von Anlageteilen durch Stromvorgänge verhindern, indem sie das Auftreten von unzulässigen Betrieb- oder Ableitungströmen rechtzeitig anzeigen oder die Ausgangstelle eines derartigen Vorkommens möglichst allein, allseitig und schnell vom Netz abschalten. Dieses soll möglichst unabhängig von äußeren Einflüssen, vom Belastung- und Schaltzustand der Anlage, von der herrschenden Spannung, von der augenblicklichen Stellung der Ansprechorgane der Überstromschutzeinrichtungen und von der Häufigkeit ihres Ansprechens sein.

3. Dabei sollen nur Überstromschutzeinrichtungen Verwendung finden, die den „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen R. E. H." sowie den „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R. E. S." entsprechen.

4. Die Überstromschutzeinrichtungen sollen an solchem Ort und in solcher Art eingebaut werden, daß durch Ort und Art ihres Einbaues nicht eine unzulässige Herabsetzung ihrer mechanischen und elektrischen Festigkeit oder ihrer sonstigen, für den gefahrlosen Betrieb maßgebenden Eigenschaften hervorgerufen wird; anderenfalls sind Maßnahmen besonderer Art hiergegen zu treffen.

b) Für die Zuleitungen von Überstromschutzeinrichtungen gilt das Gleiche wie für Meßleitungen (siehe § 12[a]).

G. Leitungen.

§ 18.

Blanke und isolierte Leitungen einschließlich Kabel.

a) Blanke und isolierte Leitungen einschließlich Kabel und deren Verbindungs- und Abzweigarmaturen müssen eine für alle im Betriebe praktisch vorkommenden Verhältnisse ausreichende mechanische und elektrische Festigkeit haben und dürfen keine unzulässigen Erwärmungen annehmen können.

1. Die vorstehenden Anforderungen an isolierte Leitungen einschließlich Kabel gelten als erfüllt, wenn die isolierten Leitungen den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L.", die umhüllten Leitungen den „Normen für umhüllte Leitungen" und die Kabel den „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V. S. K." entsprechen.

Bei Dauerbetrieb dürfen isolierte Leitungen und Kabel mit den in den Belastungstafeln der vorgenannten Vorschriften aufgeführten Stromstärken belastet werden. Für Dauerbelastung bestimmte blanke Kupferleitungen bis 50 mm² unterliegen gleichfalls den Werten der Belastungstafeln für gummiisolierte Leitungen. Auf blanke Kupferleitungen über 50 mm² sowie auf Fahr- und Freileitungen finden die Werte der Belastungstafeln keine Anwendung. Solche Leitungen sind in jedem Falle so zu bemessen, daß sie durch den praktisch im Betriebe vorkommenden stärksten Strom keine für den Betrieb oder die Umgebung gefährliche Temperatur annehmen.

Bei aussetzendem Betrieb ist eine zeitweilige Erhöhung der Belastung über die Werte der Belastungstafeln zulässig, sofern dadurch keine größere Erwärmung als bei der der Belastungstafel entsprechenden Dauerbelastung entsteht. Bedingt die häufige Beschleunigung größerer Massen bei Bemessung des Motors einen Zuschlag zur Beharrungsleistung, so ist dementsprechend auch der Leitungsquerschnitt reichlicher als für Vollaststrom im Beharrungzustand zu bemessen.

Bei Verwendung von Leitern aus Kupfer von geringerer Leitfähigkeit oder anderen Metallen sollen die Querschnitte so gewählt werden, daß sowohl die Festigkeit als die Erwärmung durch den Strom den für Leitungskupfer erforderlichen Querschnitten entsprechen.

b) Durch Ort und Art der Verlegung in der Anlage, die dadurch bedingte Formgebung und Oberflächenbeschaffenheit darf keine unzulässige Herabsetzung dieser Festigkeitseigenschaften eintreten; anderenfalls sind Maßnahmen besonderer Art hiergegen zu treffen.

c) Blanke Leitungen dürfen nur auf zuverlässigen Isolierkörpern verlegt werden.

⚒ In B. u. T. sind sie nur in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen zulässig.

d) Bei blanken Leitungen müssen bei fester Verlegung als Abstände der Leitungen und der mit ihnen unmittelbar zusammenhängenden Metallteile gegen andere Leitungen, gegen die Wand, gegen Gebäudeteile und gegen die eigenen Schutzverkleidungen folgende Mindestmaße eingehalten werden, die an keiner Stelle unterschritten werden dürfen (Ausnahmen sind gestattet bei elektrochemischen und elektrothermischen Betriebsapparaten, Elektrofiltern u. dgl.):

Betriebspannung	Mindestabstand		Betriebspannung	Mindestabstand	
	bei Innenanlagen	bei Außenanlagen		bei Innenanlagen	bei Außenanlagen
V	mm	mm	V	mm	mm
1 000	40	—	30 000	260	360
3 000	75	—	45 000	360	580
6 000	100	—	60 000	470	800
10 000	125	180	80 000	580	1200
15 000	180	260	100 000	720	1500
20 000	180	260	—	—	—

2. Diese Mindestmaße setzen voraus, daß die Abstandshaltung durch fabrikationsmäßig hergestellte Isolatoren an allen Stellen gesichert ist. Ist dieses nicht der Fall, ist also der Abstand durch Baumaße oder Maße der Einrichtungsgegenstände bedingt, so wird empfohlen, den Abstand wenigstens auf das 1,2-fache zu vergrößern.

Können die Leitungen unter der Wirkung von Kurzschlußströmen oder bei Freiluftanlagen unter der Wirkung von atmosphärischen Einflüssen (Wind oder Eislast) wahrnehmbare Bewegungen ausführen, so ist die derart ermöglichte Näherung durch entsprechende Zuschläge auf die für den festen Einbau gültigen Randentfernungen auszugleichen.

Hinsichtlich der atmosphärischen Einflüsse wird auf die Grundsätze des Freileitungsbaues verwiesen.

3. Bei Schutzgeländern sollen die vorstehenden Abstände um wenigstens 500 mm vergrößert werden.

4. Leitungen sind längs der Außenseite von Gebäuden möglichst zu vermeiden. Ist dieses nicht möglich, so sollen die gleichen Abstände wie unter d) eingehalten werden, jedoch bei einem Mindestabstand von 100 mm. Hierbei sind etwaige Schwingungen der gespannten Leitungen zu berücksichtigen (siehe auch § 19 d). Ausgenommen hiervon sind bewehrte Kabel.

e) Isolierte Leitungen sind hinsichtlich der Abstände und des Schutzes wie blanke Leitungen zu behandeln; im übrigen sind sie möglichst zu vermeiden.

5. Kabel, insbesondere Übertragungskabel für höhere Leistung, sollen so angeordnet und verlegt werden, daß Gefährdungen der Umgebung, insbesondere in der Nähe feuergefährlicher Teile (z. B. Gasrohre), durch Endverschluß- oder Muffenexplosionen, durch Kabelbrände sowie durch Kurz- oder Erdschlüsse möglichst vermieden werden.

6. Beim Zusammenstoßen verschiedener Metalle soll für Schutz gegen elektrolytische Zerstörung nach Möglichkeit gesorgt werden.

7. Die Verlegung der Leitungen und Kabel soll so erfolgen, daß eine Gefährdung des Betriebes oder der Bedienung möglichst vermieden wird.

f) An geeigneten Stellen muß bei den Leitungen und Kabeln die Polarität kenntlich gemacht sein.

g) Die Bedeutung der benutzten Farben und Zeichen ist durch Aushang in der Anlage bekanntzugeben.

8. Für die Kennfarben wird das Normblatt DIN VDE 705 empfohlen.

h) Wenn bei Anlagen, die mit anderen Werken zusammengeschaltet sind, von den Kennfarben nach DIN VDE 705 abgewichen ist, sind neben den im Bereich dieser Werke verwendeten Kennfarben an geeigneten Stellen der Zusammenschlußanlagen die genormten Kennfarben in Form von Farbringen anzubringen.

i) Maßnahmen sind zu treffen, um die Gefährdung von Fernmeldeleitungen durch Hochspannungsleitungen zu verhindern.

9. Bezüglich der Sicherung vorhandener Fernsprech- und Telegraphenleitungen wird auf das Gesetz über das Telegraphenwesen des Deutschen Reiches vom 6. April 1892 und auf das Telegraphenwegegesetz vom 18. Dezember 1899 verwiesen.

§ 19.

Freileitungen.

a) Die Stützpunkte, Träger und Schutzeinrichtungen von Freileitungen müssen eine den vorliegenden Betriebs- und Witterungsverhältnissen genügende mechanische und elektrische Festigkeit haben. Ferner müssen sie an ihren Stützpunkten so angeordnet und befestigt sein, daß eine unzulässige Näherung oder gar eine Berührung der spannungsführenden Leitungen bei gewöhnlichen Witterungsverhältnissen möglichst vermieden wird.

b) Die Baustoffe der einzelnen Teile einer Freileitung müssen so gewählt und angeordnet sein, daß Korrosion unter normalen Witterungsverhältnissen vermieden wird. Bei Vorhandensein besonderer örtlicher Verhältnisse sind geeignete Maßnahmen gegen Gefahren durch Korrosion zu treffen.

c) Die Maste von Freileitungen müssen durch einen roten Blitzpfeil gekennzeichnet sein.

1. Freileitungen sollen im allgemeinen möglichst so geführt werden, daß keine unnötigen zusätzlichen Beanspruchungen der Leitungen, Stützpunkte und Träger eintreten.

d) Freileitungen sind so anzubringen, daß sie ohne besondere Hilfsmittel weder vom Erdboden noch von Dächern, Ausbauten, Fenstern und anderen von Menschen betretenen Stätten aus zugänglich sind.

e) Ungeschützte Leitungen müssen — außer in unwegsamem Gelände — bei größtem Durchhang mit ihrem tiefsten Punkt mindestens 6 m vom Erdboden entfernt sein. Geringe Unebenheiten des Geländes können hierbei unberücksichtigt bleiben.

Bei Überkreuzung befahrbarer Wege müssen ungeschützte Leitungen bei größtem Durchhang mindestens 7 m von der Fahrbahn entfernt sein.

Ist die Freileitung für eine größere als die normale Zusatzlast berechnet, so muß auch in diesem Falle der Mindestabstand von 7 m von der Fahrbahn bei größtem Durchhang gewahrt sein.

f) Die Führung von Freileitungen über Gebäude ist im eigentlichen Stadtgebiet tunlichst zu vermeiden; dieses gilt besonders für Industriebauten, in denen feuergefährliche Stoffe verarbeitet oder gelagert werden. Über Gebäude mit weicher Bedachung dürfen Hochspannung-Freileitungen nicht hinweggeführt werden.

Im übrigen ist die Überquerung von bebautem Gelände unter Anwendung „erhöhter Sicherheit" gestattet, wenn folgende Forderungen erfüllt werden:

α) Der senkrechte Abstand zwischen den nicht ausgeschwungenen Leitungen und darunter liegenden Gebäudeteilen (Dachfirst, Oberkante der Schornsteine u. dgl.) muß betragen:
  mindestens 5 m bei unbeschädigter Freileitung und bei größtem Leitungsdurchhang,
  mindestens 3 m, wenn die unterste Leitung in einem benachbarten Feld bei größtem Durchhang reißt oder, wenn sie bei normaler Eisbelastung den Eisbehang in beiden Nachbarfeldern abgeworfen, im Kreuzungsfeld dagegen noch festgehalten hat.

β) Bei der Führung seitlich von Gebäuden oder Gebäudeteilen dürfen sich die Leitungen im ungünstigsten Fall bei unbeschädigter Freileitung festen Gebäudeteilen nicht auf weniger als 5 m nähern können. Hierbei ist das Ausschwingen der Leitungen zu berücksichtigen.

Die unter α) und β) angegebenen Abstände sind zu vergrößern, wenn dieses nach den örtlichen Verhältnissen, besonders mit Rücksicht auf die unbehinderte Durchführung von Feuerlöscharbeiten, notwendig erscheint. Bei Bauwerken, die zur gleichen Betriebsanlage wie die in Betracht kommenden Freileitungen gehören, sind auch kleinere als die unter α) und β) angegebenen Abstände zulässig.

g) Die unter e) und f) genannten Abstände sind bei Freileitungen mit Nennspannungen über 100 kV entsprechend zu vergrößern.

h) Bei parallel verlaufenden oder sich kreuzenden Freileitungen, die an getrenntem oder gemeinsamem Gestänge verlaufen, sind die Leitungen so zu führen oder es sind solche Vorkehrungen zu treffen, daß eine Berührung der beiden Arten von Leitungen miteinander verhütet oder ungefährlich gemacht wird.

i) Fernmelde-Freileitungen, die am Hochspannungsgestänge geführt sind, müssen so eingerichtet sein, daß gefährliche Spannungen in ihnen nicht auftreten können, oder sie sind wie Hochspannung-Freileitungen zu behandeln. Fernsprechstellen müssen dabei so eingerichtet sein, daß auch bei Berührung zwischen den beiderseitigen Leitungen eine Gefahr für die Sprechenden ausgeschlossen ist.

Fernmelde-Freileitungen dürfen am gleichen Gestänge nur unterhalb von Hochspannung-Freileitungen geführt werden.

k) Wenn eine Freileitung über Ortschaften, bewohnte Grundstücke und gewerbliche Anlagen geführt wird oder, wenn sie sich einem verkehrsreichen Fahrweg so weit nähert, daß die Vorbeikommenden durch Drahtbrüche gefährdet werden können, so müssen Vorrichtungen angebracht werden, die das Herabfallen der Leitungen verhindern oder herabgefallene Teile selbst spannungslos machen, oder die Freileitung muß innerhalb der Strecke mit entsprechend erhöhter Sicherheit ausgeführt werden.

2. Die vorstehenden Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Freileitungen den „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungslinien V. F. L." entsprechen.

l) Bei Freileitungen müssen Eisen- und Eisenbetonmaste mit Stützenisolatoren geerdet werden. Werden dagegen ein- oder mehrgliedrige Vollkern- oder Kettenisolatoren verwendet, so wird unter der Voraussetzung die Erdung der Maste nicht gefordert, daß Vorkehrungen getroffen sind, die das Auftreten von Dauererdschlüssen an den Masten unmöglich oder unwahrscheinlich machen, z. B. selbsttätige Erdschlußabschaltung, umgekehrte Tannenform des Mastkopfes oder dgl.

m) Alle Maßnahmen, die den Widerstand der Holzmaste herabsetzen, sollen vermieden werden. Stützen, Gestänge, Lyren oder sonstige Metallteile, die die Isolatoren tragen, sollen nicht geerdet werden.

Stehen jedoch die Holzmaste an verkehrsreichen Wegen, so müssen entweder die Isolatorenträger bei Verwendung von Stützenisolatoren geerdet oder die elektrische Festigkeit muß erhöht werden.

n) Drahtzäune und metallene Gitter dürfen nicht mit Masten und anderen Trägern von Freileitungen in Berührung gebracht werden.

o) In die Betätigungsgestänge von Schaltern an Holzmasten sind Isolatoren einzuschalten, wenn eine zuverlässige Erdung des Schalters nicht gewährleistet werden kann. In diesem Fall ist nicht das Gestell selbst, sondern das Betätigungsgestänge unterhalb der Isolatoren zu erden.

p) Ankerdrähte an Holzmasten sind, wenn irgend angängig, zu vermeiden. Kann von ihrer Verwendung nicht abgesehen werden, so dürfen sie nicht unmittelbar am Eisen der Querträger oder Stützen, sondern am Holz in möglichst großer Entfernung von den Eisenteilen angreifen. Sie sind außerdem über Reichhöhe mit Abspannisolatoren für die volle Betriebsspannung zu versehen und unterhalb dieser Isolatoren zu erden.

q) Schutznetze sind möglichst zu vermeiden. Ist dieses nicht möglich, so müssen sie so gestaltet oder angebracht sein, daß sie auch bei allen normalen Witterungsverhältnissen mit Sicherheit mit den Leitungen nicht in Berührung kommen können und eine gerissene Leitung mit Sicherheit abfangen. Die Schutznetze müssen, wenn sie nicht geerdet werden können, der höchsten vorkommenden Spannung entsprechend isoliert sein. Sind sie geerdet, so müssen sie für den höchsten vorkommenden Erdschlußstrom ausreichend bemessen sein.

r) Maßnahmen sind zu treffen, um die Gefährdung von Fernmeldeleitungen durch Hochspannungsleitungen zu verhindern.

3. Bezüglich der Sicherung vorhandener Fernsprech- und Telegraphenleitungen wird auf das Gesetz über das Telegraphenwesen des Deutschen Reiches vom 6. April 1892 und auf das Telegraphenwegegesetz vom 18. Dezember 1899 verwiesen.

4. Die vorstehenden Anforderungen hinsichtlich Erdung und Näherung an Fernmelde-Freileitungen gelten als erfüllt, wenn die Hochspannung-Freileitungen den „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen" sowie den „Leitsätze für Maßnahmen an Fernmelde- und an Drehstromanlagen im Hinblick auf gegenseitige Näherungen" entsprechen.

s) Freileitungen müssen so angeordnet werden, daß sie von geeigneten Punkten aus während des Betriebes spannungslos gemacht werden können.

H. Behandlung verschiedener Räume.

Für die in §§ 20 bis 27 behandelten Räume treten die allgemeinen Vorschriften insoweit außer Kraft, als die folgenden Sonderbestimmungen Abweichungen enthalten.



§ 20.

Elektrische Betriebsräume.

a) Entgegen § 3a kann die Schutzvorrichtung insoweit auf einen Schutz gegen zufällige Berührung beschränkt werden, als ein erhöhter Schutz nach den örtlichen Verhältnissen entbehrlich oder der Bedienung und Beaufsichtigung hinderlich ist.

§ 21.

Abgeschlossene elektrische Betriebsräume.

a) In solchen Räumen gelten die Bestimmungen für elektrische Betriebsräume mit der Maßgabe, daß ein Schutz der unter Spannung stehenden Teile nur gegen zufällige Berührung durchgeführt werden muß.

1. Als Hilfsmittel gegen zufälliges Berühren spannungsführender Teile kommen in Betracht: Trennwände zwischen den Feldern der Schaltanlage, Trennwände zwischen den einzelnen Phasen, Schutzgitter, feste und zuverlässig befestigte Geländer, selbsttätige Ausschalt- oder Verriegelungsvorrichtungen.

2. Der Verschluß der Räume soll so eingerichtet sein, daß der Zutritt nur berufenen Personen möglich ist.

b) Entgegen § 7g dürfen Transformatoren ohne geerdetes Metallgehäuse und ohne besonderen Schutzverschlag aufgestellt werden, wenn ihr Körper geerdet ist.

§ 22.

Betriebstätten.

a) Ausgedehnte Verteilungsanlagen müssen während des Betriebes für Notfälle ganz oder streckenweise spannungslos gemacht werden können.

§ 23.

Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume.

a) In solchen Räumen sind weder blanke noch isolierte Leitungen, sondern nur Kabel zulässig.

§ 24.

Betriebstätten und Lagerräume mit ätzenden Dünsten.

a) Licht- und Motorenanlagen mit Betriebspannungen von 1000 V aufwärts sind in solchen Räumen unzulässig.

§ 25.

Feuergefährliche Betriebstätten und Lagerräume.

a) Die Umgebung von elektrischen Maschinen, Transformatoren, Widerstandsgeräten usw. muß von entzündlichen Stoffen freigehalten werden können.

b) Sicherungen, Schalter und ähnliche Apparate, in denen betriebsmäßig Stromunterbrechung stattfindet, sind in feuersicher abschließenden Schutzverkleidungen unterzubringen.

c) Blanke und isolierte Leitungen sind nicht zulässig.

1. Auf Schutz gegen mechanische Beschädigung ist besonders zu achten.

§ 26.

Explosionsgefährliche Betriebstätten und Lagerräume.

a) Elektrische Maschinen, Transformatoren und Widerstandsgeräte, dgl. Ausschalter, Sicherungen und ähnliche Apparate, in denen betriebsmäßig Stromunterbrechung stattfindet, dürfen nur insoweit verwendet werden, als für die besonderen Verhältnisse explosionssichere Bauarten bestehen.

b) Festverlegte Leitungen sind nur als Kabel zulässig.

c) Zur Beleuchtung sind nur Glühlampen zulässig, deren Leuchtkörper luftdicht abgeschlossen ist. Sie müssen mit starken Überglocken, die auch die Fassung dicht einschließen, versehen sein.

d) Behördliche Vorschriften über explosionsgefährliche Betriebe bleiben durch vorstehende Bestimmungen unberührt.

§ 27.

Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume, wenn darin leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind.

a) Die Verwendung von Stromverbrauchern für Hochspannung ist in Räumen, in denen leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind, nicht zulässig.

I. Provisorische Einrichtungen, Prüffelder und Laboratorien.

§ 28.

a) Provisorische Einrichtungen sind durch Warnungstafeln zu kennzeichnen und durch Schutzgeländer, Schutzverschläge oder dgl. gegen den Zutritt Unberufener abzugrenzen, nötigenfalls unter Verschluß zu halten. Den örtlichen Verhältnissen ist dabei Rechnung zu tragen.

b) Ständige Prüffelder und Laboratorien sind mit festen Abgrenzungen und entsprechenden Warnungstafeln zu versehen. Fliegende Prüfstände sind durch eine auffallende Absperrung (Schranken, Seile oder dgl.) kenntlich zu machen. Unbefugten ist das Betreten der Prüffelder und Prüfstände streng zu verbieten.

1. In ständigen Prüffeldern und Laboratorien für Hochspannung von 1000 V aufwärts sollen die Stände, in denen unter Spannung gearbeitet wird, gegen die Nachbarschaft abgegrenzt werden, wenn dort gleichzeitig Aufstellungs-, Vorbereitungsarbeiten u. dgl. vorgenommen werden.

2. Ständige Prüffelder und Laboratorien für sehr hohe Spannungen sollen in abgeschlossenen Räumen untergebracht werden, deren unbefugtes Betreten verhindert oder ungefährlich gemacht wird.

3. Wenn in Prüffeldern, Laboratorien u. dgl. an den provisorischen Leitungen, an den Apparaten usw. der Schutz gegen zufällige Berührung Hochspannung führender Teile nicht angewendet wird, sollen die Gänge hinreichend breit und der Bedienungsraum genügend groß sein.

c) Versuchschaltungen in Prüffeldern und Laboratorien, die während des Gebrauches unter sachkundiger Leitung stehen, unterliegen den allgemeinen Vorschriften nicht.

K. Theater, Lichtspielhäuser, Kleinkunstbühnen, Zirkusgebäude und diesen gleichzustellende Versammlungsräume.

§ 29.

a) Für Installationen von Theatern, Lichtspielhäusern, Kleinkunstbühnen, Zirkusgebäuden und diesen gleichzustellenden Versammlungsräumen darf Hochspannung nicht verwendet werden.

L. Weitere Vorschriften für Bergwerke unter Tage.

Außer den in §§ 2, 4, 7, 10, 11 und 18 gegebenen Zusätzen gilt für B. und T. noch folgendes:

⚒ § 30.

Verlegung in Schächten.

a) In Schächten und einfallenden Strecken von mehr als 45° Neigung dürfen nur bewehrte Kabel, bei denen die Bewehrung aus verzinkten oder verbleiten Eisen- oder Stahldrähten besteht oder die auf andere Weise von Zug entlastet sind, verwendet werden.

1. Der Abstand der Befestigungstellen der Kabel soll in der Regel nicht mehr als 6 m betragen.

2. Die Befestigung der Kabel soll mit breiten Schellen erfolgen, die so beschaffen sind, daß sie die Kabel weder mechanisch noch chemisch gefährden. ⚒

b) Ist die Leitung chemischen Einflüssen durch Tropfwasser, Grubenwetter oder dgl. ausgesetzt, so muß sie mit einem Bleimantel oder einem anderen Schutzmittel, z. B. Anstrich, versehen sein.

§ 31.

Schlagwettergefährliche Grubenräume.

a) Die nach schlagwettergefährlichen Grubenräumen führenden Leitungen müssen von schlagwetternichtgefährlichen Räumen oder von über Tage ⚒ aus allpolig abschaltbar sein.

b) In schlagwettergefährlichen Grubenräumen dürfen nur schlagwettersichere Maschinen, Transformatoren, Akkumulatorenkasten und Apparate verwendet werden. Sie gelten als schlagwettersicher, wenn sie den jeweiligen „Vorschriften für die Ausführung von Schlagwetter-Schutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten" entsprechen.

c) Blanke Leitungen sind nur als Erdungsleitungen zulässig.

⚒ d) Isolierte Leitungen dürfen nur als Kabel oder in widerstandsfähigen geerdeten Eisen- oder Stahlrohren festverlegt werden.

e) Biegsame Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher sind nur mit besonders starker Schutzhülle zulässig.



§ 32.

Abteufbetrieb.

⚒ a) Für den Abteufbetrieb sind nur Leitungen zulässig, die den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L." (Leitungstrossen) entsprechen. Die Metallbewehrung ist zu erden.

b) Beim Abteufbetrieb müssen alle nicht unter Spannung stehenden Metallteile elektrischer Maschinen und Apparate geerdet sein.

c) Vor jeder Abteufleitung und vor jedem Haspel müssen allpolig entweder Schalter und Sicherungen oder einstellbare selbsttätige Schalter eingebaut werden.

§ 33.

Ortsveränderliche Betriebseinrichtungen.

⚒ a) Ortsveränderliche Einrichtungen dürfen nur mittels geeigneter bewehrter Kabel angeschlossen werden.

b) Auf ausreichenden Schutz der ortsveränderlichen Maschinen, Geräte und Leitungen gegen Beschädigungen ist ganz besonders zu achten.

c) Die Erdung ist besonders sorgsam durchzuführen.

M. Leitsätze für Bagger mit zugehörenden Bahnanlagen im Tagebau.

§ 34.

1. Die Mindesthöhe der Fahrleitungen soll bei Baggerstrecken 2,7 m, auf freier Fahrstrecke 3,0 m betragen. Im übrigen bestimmt sich die Höhe nach den Bahnvorschriften des VDE (siehe Ziffer 6).

2. Geleise und eiserne Fahrleitungsträger sind zu erden.

3. Die Fahrleitung ist vor jeder Bagger- und Kippstrecke abschaltbar einzurichten.

4. An Rangier-, Kreuzung- und Zugangstellen sind Warnungstafeln anzubringen, die auf die mit einer Berührung der Fahrleitung verbundenen Gefahren hinweisen.

5. In Betrieben, in denen Dampflokomotiven zusammen mit elektrisch betriebenen Baggern verwendet werden, sind die Baggerschleifleitungen so weit außerhalb des Lokomotivprofiles zu legen, daß bei neben diesem liegenden Leitungen der waagerechte Abstand zwischen dem Lokomotivprofil und der zunächst liegenden Schleifleitung wenigstens 1 m und bei oberhalb liegenden Leitungen der senkrechte Abstand wenigstens 0,5 m beträgt (Ziffer 6).

6. Für weitere Verwendung vorhandener Bagger, auch an anderen Betriebsorten, sind hinsichtlich der Fahrdrahthöhe und Fahrdrahtanordnung Ausnahmen zulässig.

7. Bei der Verwendung von Schleppkabeln ist vor der Abzweigstelle des Kabels ein Selbstschalter anzuordnen.

Der Anschluß ist durch Kabelendverschluß und Verschraubung, nicht durch Stecker zu bewirken.

Für das Kabel wird Gummischlauchleitung NSH in besonders verstärkter Ausführung mit erstklassiger Hanfumklöppelung empfohlen. Metallbewehrung ist zu vermeiden.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Betrifft: Neue Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial (KPJ/1928).

Die neuen Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung (KPJ/1928), welche von der Jahresversammlung des VDE 1928 angenommen und in der ETZ 1928 S. 157, 834, 931 und 1023 veröffentlicht waren und als Sonderdruck VDE 420 von der Geschäftstelle des VDE zu beziehen sind, besagen bezüglich der Gültigkeit im § 1 folgendes:

„Die Vorschriften treten am 1. 7. 1928 in Kraft. Erzeugnisse nach den bisherigen Vorschriften bleiben bis zum 31. 12. 1930 für die Verwendung zulässig, soweit bei einzelnen Paragraphen nicht ein anderer Termin angegeben ist."

Die VDE-Kommission für Installationsmaterial hat zu diesem Paragraphen folgende Erläuterung aufgestellt:

„Soweit kein anderer Termin angegeben, treten die KPJ am 1. 7. 1928 in Kraft. Prüfzeichen-Genehmigungen auf Grund der bisherigen Bestimmungen werden noch erteilt bis zum 31. 12. 1928. Diese Prüfzeichen-Genehmigungen behalten für die Herstellung Gültigkeit bis zum 31. 12. 1929.

Die Fabrikate mit diesem Prüfzeichen sind für die Verwendung zulässig bis 31. 12. 1930. Die Ausnahmebestimmung § 35 b bleibt bestehen.

Soweit bei einzelnen Paragraphen als Endtermin für die Verwendung der 1. 7. 1932 festgelegt ist, erlöschen die bisher erteilten Prüfzeichen-Genehmigungen für die Herstellung am 30. 6. 1931. Die Prüfstelle hat die Hersteller spätestens am 31. 12. 1930 davon in Kenntnis zu setzen.

Der Termin bezüglich der Verwendung soll auch dann als eingehalten gelten, wenn der Beginn der Installation innerhalb der angegebenen Frist liegt, die Abnahme aber später erfolgt ist."

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Verein deutscher Gießereifachleute, Berlin. 22. bis 24. IX. 1928: Deutscher Gießereitag in Wien (gemeinsam mit der österr. Gruppe). Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin NW 7, Friedrichstr. 100.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

G. v. Troeltsch †. Am 24. VIII. d. J. starb nach schwerer Krankheit in Heidenheim a. Brenz Herr Oberingenieur Frh. Georg v. Troeltsch. Der Verstorbene war auf den Grenzgebieten Elektrotechnik und Bauwesen mit besonderem Einschlag zum Wasserbau tätig, und zwar bei der Firma Havestadt & Contag, Berlin, wo er u. a. die elektrische Treidelei auf dem Teltowkanal bearbeitete, und hernach viele Jahre lang als Oberingenieur bei der Firma Voith in Heidenheim a. Brenz. Herr v. Troeltsch erledigte seine Arbeiten mit großer wissenschaftlicher Sauberkeit. Die ETZ verliert in ihm einen zuverlässigen und fleißigen Mitarbeiter.

O. v. Miller. — Der Vorstand des Deutschen Nationalen Komitees der Weltkraftkonferenz hat beschlossen, das Ehrenpräsidium für die vom 16. bis 25. VI. 1930 in Berlin tagende Zweite Weltkraftkonferenz Exzellenz Dr.-Ing. Oskar v. Miller zu übertragen, der durch seine außerordentlichen Verdienste auf dem Gebiet der Wasserkraft-Elektrizitätsversorgung Deutschlands gerade für diese Stelle in hervorragendem Maße berufen erscheint und als Schöpfer des Deutschen Museums sich und seinem Werk einen Namen von internationaler Bedeutung sichern konnte. Es wird in den Kreisen der deutschen Wissenschaft und Technik mit Genugtuung begrüßt werden, daß Exzellenz v. Miller die Wahl angenommen hat.

Auszeichnungen. — Von der T. H. Braunschweig wurde die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen dem Generaldir. G. Wolf der C. Lorenz A. G., Berlin, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Entwicklung der Fernmeldetechnik, sowie dem Dir. M. Hülsenbeck der Bergmann-Elektricitäts-Werke A. G., Berlin, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Organisation elektrischer Fabrikbetriebe.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Gleichstrommaschine. Ihre Theorie, Untersuchung, Konstruktion, Berechnung u. Arbeitsweise. Von Arnold-la Cour. 2. Bd. Konstruktion, Berechnung und Arbeitsweise. Von Dr.-Ing. E. h. J. L. la Cour. 3. vollst. umgearb. Aufl. mit 550 Textfig., 18 Taf., XI u. 714 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 30 RM.

Gegenüber der 2. Auflage ist der Umfang um etwa 100 Seiten vergrößert worden, der Stoff ist in 28 Kapitel gegliedert. Die Bau- und Isolierteile sind vollkommen neu bearbeitet worden. Der glatte Anker hätte ganz wegbleiben können. Die Festigkeitsberechnung der Anker ist ausführlicher gebracht als in der 2. Auflage. Im Kapitel über Wicklungen werden Handwicklungen und maschinelle Wicklungen ausführlicher beschrieben. Es wäre zweckmäßiger gewesen, die Vorteile der getrennten Isolation von Ober- und Unterstäben etwa nach Fig. 94 mehr hervorzuheben. Festigkeitsberechnung und Bau der Kommutatoren werden in ganz neuer Form behandelt unter besonderer Berücksichtigung der Schrumpfringkommutatoren und ihrer konstruktiven und fabrikatorischen Tücken. Im Kapitel über Feldwicklungen sind mehrere neuzeitliche Konstruktionen erwähnt. Verschiedene neue Bürstenbrücken- und Bürstenstiftkonstruktionen werden beschrieben. Nicht erwähnt sind vierkantige Bürstenstifte. Ausführlich behandelt sind graphische Berechnungsmethoden für Wellen unter Berücksichtigung des magnetischen Zuges. Etwas mager sind die Lager weggekommen, Zahlenangaben fehlen ganz. Die Auswahl der Beispiele ist gut getroffen, fast ausschließlich sind ganz neue Maschinen beschrieben. Zu den allgemeinen Gesichtspunkten über die Abmessung von Gleichstrommaschinen ist zu bemerken, daß wohl richtiger nicht die Anker-, sondern die Kommutatorumfanggeschwindigkeit normaler Maschinen mit 30 m/s begrenzt werden sollte. Für die magnetische Induktion in den Magnetsystemen sind berechtigterweise höhere Zahlen angegeben worden als in der 2. Auflage. Die Berechnungsbeispiele sind dieselben wie in der 2. Auflage, nur sind die Abmessungen der beiden Maschinen gegenüber denen in der 2. Auflage wesentlich kleiner geworden. Am Arnoldschen Berechnungsformulare wurde nichts geändert.

Die Berechnung der Anlasser und Regler ist wesentlich anders dargestellt als in der 2. Auflage. Auch Anordnung und Entwurf von Widerständen werden ausführlicher besprochen. In den folgenden Kapiteln werden Maschinen für konstante Spannung, für konstanten Strom und verschiedene Arten von Kraftübertragungssystemen beschrieben. In weiterer Folge werden Lade- und Puffereinrichtungen mit Akkumulatoren und etwas ausführlicher die Schwungradpufferung beschrieben. In beiden Kapiteln über Anlassen und Regeln von Motoren werden auch das Anlassen mit Anlaßmaschine und die Leonard-Schaltung besprochen. Zum Schluß werden noch Fernsteuerungseinrichtungen beschrieben.

Zusammenfassend kann das Buch nur wärmstens empfohlen werden. Es ist auf durchaus neuzeitliche Grundlagen gestellt und viel übersichtlicher geworden als die 2. Auflage. Fr. Unger.

Analysis von Grundproblemen der theoretischen Wechselstromtechnik. Von Prof. Dr. O. Breitfeld. Mit 105 Abb., 1 Tafel, VII u. 347 S. in gr. 8°. Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn Akt.-Ges., Braunschweig 1927. Preis geh. 28 RM; geb. 31 RM.

Nach einer Einleitung, die der Darstellung von Wechselstromgrößen gewidmet ist, behandelt der Verfasser in den beiden ersten Abschnitten die Analyse verzerrter Kurvenformen und die Mittelwertsbildung. Im III. Abschnitt werden der Einschaltvorgang und der Beharrungszustand eines Wechselstromkreises mit konstantem Wirk- und Blindwiderstand untersucht, dem eine Wechselspannung aufgedrückt wird. Es wird dabei auch der praktisch sehr wichtige Fall berücksichtigt, daß die aufgedrückte Klemmenspannung eine verzerrte Kurvenform besitzt. Im IV. Abschnitt wird auf den Einfluß des Eisens im Wechselstromkreis hingewiesen. Der V. Abschnitt behandelt den Wechselstromkreis mit Wirkwiderstand, Selbstinduktion und Kapazität. Nach der Besprechung der Selbsterregung durch Entladung des geladenen Kondensators wird die Fremderregung durch Anschluß einer Stromquelle untersucht, wobei wieder auf verzerrte Spannungskurven Rücksicht genommen wird. Im VI. Abschnitt werden die Wirkleistung und der Leistungsfaktor für den allgemeinen Fall verzerrter Kurvenformen für Spannung und Strom untersucht. Der VII. Abschnitt behandelt die Resonanzerscheinungen bei der Reihen- und Parallelschaltung von Selbstinduktion und Kapazität. Bei der Reihenschaltung wird auf den in der Literatur oft vernachlässigten Umstand hingewiesen, daß die Maxima der Teilspannungen an der Selbstinduktion und Kapazität gegeneinander verschoben sind. Auch in diesem Abschnitt wird der Einfluß verzerrter Kurvenformen berücksichtigt, die partielle Resonanzen hervorrufen können. Eine sehr ausführliche Behandlung finden im VIII. Abschnitt die Einschaltvorgänge auf Leitungen mit verteilter Kapazität und Selbstinduktion, auf welchem Gebiet der Verfasser bekanntlich grundlegende Arbeiten veröffentlicht hat. Es wird zunächst die Ladung einer offenen Leitung mit Gleichstrom besprochen, wobei besonders auf den großen Einfluß der Ableitung hingewiesen ist. Sehr lehrreich ist die eingehende, durch graphische Darstellungen unterstützte Beschreibung der Spannungs- und Stromverhältnisse während einer Schwingungsdauer. Mit der gleichen Gründlichkeit wird die Entladung der geladenen Leitung durch Kurzschluß dargestellt. Der IX. Abschnitt behandelt die elektrischen Schwingungen in magnetisch gekoppelten Stromkreisen bei Fremderregung und Selbsterregung. Als praktisches Beispiel wird der Einschaltvorgang des Starkstromtransformators untersucht. Der X. Abschnitt ist der Stromverdrängung gewidmet. Der Verfasser geht dabei über die üblichen Darstellungen hinaus, indem er auch den Einfluß des Verschiebungsstromes berücksichtigt. Die Anwendungen der Theorie werden an dem Leiter mit Kreisquerschnitt, mit rechteckigem Querschnitt und dem Leiter in der Nut gezeigt. Im XI. Abschnitt sind die Flußverdrängung und der Wirbelstromverlust bei der Wechselstrommagnetisierung des Eisens dargestellt. Das letzte Kapitel ist dem Kreisdiagramm der mehrphasigen Induktionsmaschine gewidmet, wobei der Verfasser einen besonderen Wert auf eine möglichst genaue Berücksichtigung der Eisenverluste legt. Sehr interessant ist die Ermittlung der Bestimmungstücke für die Ellipse, durch die die Hystereseschleife ersetzt wird. Bei der rechnerischen Behandlung weist der Verfasser dem Streufluß die gleiche magnetische Verzögerung zu wie dem gemeinsamen Fluß im Eisen, während es sonst üblich ist, die Streuflüsse in Phase mit den Strömen anzunehmen. Diese Annahme scheint dem Berichter zweckmäßiger zu sein.

Der überaus gründlichen und sorgfältigen Darstellung des Verfassers muß volle Anerkennung gezollt werden. Bei der Auswahl der behandelten Probleme wurde den Bedürfnissen der Praxis besonders Rechnung getragen. Sehr zu begrüßen sind auch die zahlreichen durchgerechneten Beispiele, an denen der Verfasser die Anwendung der entwickelten allgemeinen Beziehungen zeigt. Das Buch kann daher allen Ingenieuren und Studierenden, die sich mit den wissenschaftlichen Grundlagen der aktuellen elektrotechnischen Probleme vollkommen vertraut machen wollen, auf das wärmste empfohlen wrden. Kafka.

Länderkarten des Europäischen Fernsprechnetzes. Sonderheft „Europäischer Fernsprechdienst" Mai 1928. Herausgeg. von Dr.-Ing. E. h. P. Craemer u. Dr.-Ing. E. h. A. Franke. Mit 32 Kartenblättern, in 4°. Verlag Europäischer Fernsprechdienst G. m. b. H., Berlin. Preis kart. 5 RM.

Der Verlag „Europäischer Fernsprechdienst" hat sich die Aufgabe gestellt, die Fernsprechverwaltungen der europäischen Länder, Presse, Handel und Industrie, überhaupt die gesamte Wirtschaft fortlaufend über die besonders in den letzten Jahren sprunghafte Entwicklung des europäischen Fernsprechverkehrs zu unterrichten. Seine bekannte Zeitschrift „Europäischer Fernsprechdienst" bespricht in sachkundiger Weise alle Neuerungen auf diesem Gebiete. Er hat zwei Druckhefte „Fernsprechverkehr in Deutschland" und „Fernsprechverkehr mit dem Auslande" herausgegeben, die mit ihren Angaben über die wichtigsten Bestimmungen des Fernsprechverkehrs und über die Fernsprechgebühren zwischen 200 deutschen Orten sowie zwischen den wichtigsten deutschen und ausländischen Plätzen sich in erster Linie an die Geschäftswelt richten. Sein Werk „Länderkarten des Europäischen Fernsprechnetzes" wendet sich mehr an die Fernsprechverwaltungen. Es umfaßt 247 Seiten und bringt neben zwei Karten von Europa, die das europäische Fernkabelnetz und die europäischen Fernsprechbeziehungen darstellen, und neben einer Karte der Funkfernsprechverbindung Europa—Amerika 29 Länderkarten. Aus diesen sind für jedes einzelne europäische Land einschließlich der Türkei die vorhandenen, die im Bau befindlichen sowie die schon fest geplanten Fernsprech-Land- und Seekabellinien nebst ihren Verstärkerämtern, bei den Ländern, die über Fernkabel nur in ge-



ringem Maße oder noch gar nicht verfügen, auch die oberirdischen Fernsprechlinien zu ersehen. Die in den Karten eingezeichneten Orte sind in einem jeder Karte beigefügten Verzeichnis nach der Buchstabenfolge zunächst in der Schreibweise der Karte und außerdem in der des amtlichen Verzeichnisses des Welttelegraphenvereins aufgeführt, eine Zusammenstellung, die recht nützlich ist in Anbetracht der Umbenennung zahlreicher europäischer Orte im letzten Jahrzehnt. Über das deutsche Fernkabelnetz gibt das Werk besonders eingehenden Aufschluß. Eine Zusammenstellung der deutschen Fernkabellinien bringt Angaben über die Länge der einzelnen Kabelstrecken, über das Jahr ihrer Inbetriebnahme, die Zahl und den Durchmesser ihrer Adernpaare usw. Schaublätter über die Entwicklung des Netzes und über die in den einzelnen Jahren in Betrieb genommenen Längen an Land- und Seekabeln zeigen augenfällig, wie das jetzt vorhandene, schon recht umfangreiche und engmaschige deutsche Netz in der Hauptsache vom Jahre 1921 an trotz aller Schwierigkeiten der Nachkriegs-, der Inflations- und der Deflationszeit aufgebaut worden ist dank der Tatkraft und dem weitschauenden Blick seines Schöpfers, des vor kurzem in den Ruhestand getretenen Ministerialdirektors Dr. Craemer. Wiehl.

Fließarbeit. Von Dr.-Ing. e. h. C. Köttgen nebst Beiträgen v. O. Streine u. Dr. W. v. Bonin. Beihefte zum Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung, Nr. 12. Mit 29 Textabb. V u. 39 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin, 1928. Preis geh. 2,60 RM.

Der Zweck des Heftes ist, die durch die Fließarbeit im engeren Sinne geschaffene neue Situation in bezug auf Arbeitshygiene und Unfallverhütung zu klären. Der einleitende Beitrag von Köttgen gibt eine sehr gute allgemein verständliche Einleitung über das Wesen und die Grundlagen der Fließarbeit. Der Text ist durch zahlreiche gut gewählte bildliche Darstellungen ergänzt. Es wird nachgewiesen, daß die rhythmische Fließarbeit mit zwangläufigen Arbeitstakten in der deutschen Industrie bisher nur wenig Eingang gefunden hat, und daß die Fließarbeit mit freiwilligem Arbeitstempo bei weitem überwiegt, so daß kaum ein Grund zu der häufig geäußerten Ansicht vorliegt, daß der deutsche Arbeiter durch Fließarbeit bisher sonst nicht beobachteten Folgen gesundheitlicher Art ausgesetzt ist. Der Beitrag von Streine behandelt ausführlich die Anforderungen, die an die Fließfertigung gestellt werden müssen, um die Arbeiterschaft vor Schäden an der Gesundheit in körperlicher und psychologischer Hinsicht zu bewahren. Es ist nicht zu bezweifeln, daß durch die Fließarbeit eine Reihe gänzlich neuer Fragen in dieser Hinsicht aufgetaucht sind. v. Bonin erklärt in seinem Beitrag vor allem die Frage der Unfallverhütung und zeigt an einer Anzahl recht anschaulicher Beispiele verschiedene Möglichkeiten, wie durch zweckmäßige Anlage und Ausgestaltung der Förderbänder und richtige Schutzvorrichtungen an den Maschinen Unfälle des Personals vermieden werden können.

Das Heft ist eine wertvolle Vorarbeit für die vom Ausschuß für gesundheitsgemäße Arbeitsgestaltung in der Fließarbeit, der von der Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene gebildet ist, in Gemeinschaft mit dem AWF zu erledigenden Aufgaben und Arbeiten.

Setzermann.

„Hütte" Taschenbuch für den praktischen Chemiker. Herausg. vom Akademischen Verein „Hütte" E. V. 2. Aufl. mit zahlr. Textabb., XVI u. 898 S. in 8°. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1927. Preis in Lein. geb. 28 RM, in Leder geb. 31 RM.

Trotz der fast 900 Seiten ist wegen des dünnen Papiers, das freilich keine Tinte verträgt, das Buch handlich geblieben. Der Riesenstoff ist in 6 Hauptteile gegliedert: Wirtschaft, Anlagen und Betrieb im allgemeinen; Grund-, Hilfs- und Fertigstoffe; Aggregatzustände; Mechanik, Physik und physikalische Chemie; chemische Technik. Die Bearbeiter der vielen Unterteile haben zumeist mit Fleiß und Geschick ihre Aufgabe erfüllt, auf knappem Raum den Chemiker zu belehren z. B. über Wasserreinigung, Schmiermittel, Kondensieren und Kühlen, Kristallisieren, Schrauben und Niete, Feuerungen, Dynamos, katalytische Verfahren usw. Viele Zahlentafeln und Skizzen sind eingefügt.

Im einzelnen ist zu bemerken, daß beim Laden der Akkumulatoren die Klemmenspannung nicht 2,8 ... 2,85 V erreicht, sondern nur 2,6 ... 2,7 V; unter ihren Verwendungen fehlen die Starterbatterien, von denen jetzt die V. S. Amerika jährlich für rd. 1 Md. Mark erzeugen. Bei den Angaben über Aluminiumherstellung, welche über drei Abschnitte zerstreut sind, ist unrichtig, daß die Badschmelze 10 ... 20 % Tonerde enthalten muß, was freilich in anderen Büchern auch steht. Daß im Karbidofen die Elektroden aus Kohlestäben von 25 × 25 mm Querschnitt gebündelt werden, gilt für jene längst vergangene Zeit, als dickere Elektroden noch nicht geliefert werden konnten. Der allererste Abschnitt „Chemie in Industrie und Handel der Welt" ist großenteils aus altem Material zusammengesetzt. Z. B. ist der deutsche Verbrauch an Nichteisenmetallen außer für 1913 nur für das böseste Inflationsjahr 1923 angegeben, obwohl die viel wichtigeren Zahlen für 1926 leicht zugänglich waren.

Im übrigen empfehle ich das nützliche Buch.

K. Arndt.

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. Herausg. v. d. Schriftleitung der „Naturwissenschaften". 6. Bd. Mit 85 Abb., III u. 378 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 24 RM, geb. 25,50 RM.

Die „Ergebnisse", die nun schon im sechsten Jahrgang erscheinen, bringen wiederum eine Reihe von Referaten über Gebiete der exakten Wissenschaften, die in der letzten Zeit einen gewissen Abschluß erreicht haben. Die Astronomie ist durch zwei Arbeiten vertreten (Vogt: Der innere Aufbau und die Entwicklung der Sterne, Freundlich: Die Energiequellen der Sterne), die physikalische Chemie bzw. die sich neu entwickelnde Atomchemie durch die Beiträge von Sponer (Optische Bestimmung der Dissoziationswärme von Gasen), in dem über neue Arbeiten vornehmlich der Franckschen Schule berichtet wird, von Cassel (Zur Kenntnis des adsorbierten Aggregatzustandes), Bonhoeffer (Aktiver Wasserstoff), Braunbeck (Theorie des festen Körpers), sowie Noddack und Walter (Entdeckung des Elements Rhenium).

Für die Leser der ETZ sind zunächst zwei Arbeiten von besonderem Interesse, von denen die eine die Entwicklung der Photometrie behandelt (Brodhun), die andere, als Fortsetzung einer früheren, die photographischen Meßverfahren erläutert. Bei dem immer weiter in der Praxis sich verbreitenden Gebrauch derartiger Methoden wird es vielen erwünscht sein, auf dem laufenden zu bleiben. Ferner sind zwei Referate zu nennen, über ferromagnetische Erscheinungen und magnetische Eigenschaften (Steinhaus) bzw. über die elektrostatische Theorie der starken Elektrolyte (Orthmann), die als zusammenfassende Besprechung jüngster wissenschaftlicher Ergebnisse besonders nützlich sein dürften. Wir begrüßen auch die Beigabe von Namen- und Sachverzeichnis der früheren Bände, die die Benutzung auch älterer Referate erleichtern und so dazu beitragen, die „Ergebnisse" immer mehr zu einem unentbehrlichen Hilfsbuch zur schnellen Orientierung auf benachbarten Gebieten auszubauen.

R. Samuel.

Im Dienste des Kapitals. Erinnerungen eines russ. Ingenieurs. Von N. A. Stankoff. Nach d. Russ. übersetzt v. E. Hentzelt. Mit 371 S. in 8°. Verlag Ernst Reinhardt, München 1928. Preis geh. 7 RM.

Wie die Übersetzerin im Vorwort sagt, ist dies ein Buch, das in hohem Maße geeignet ist, der Erkenntnis Rußlands zu dienen. In der Ichform wird der Werdegang des aus dem Arbeiterstande hervorgegangenen Ingenieurs Stankoff geschildert, der es durch Begabung und großen Fleiß zum Professor, Industriedirektor und beratenden Ingenieur bringt. Besonders interessant und aufschlußreich sind die Erlebnisse des Verfassers während des Krieges und der Revolution, die ihn schließlich zum Verlassen seiner Arbeitstätte und zur Auswanderung nach Amerika zwingt. Das Buch ist also keineswegs, wie man vielleicht aus dem Titel vermuten möchte, eine Propagandaschrift für den Kommunismus. Der bittere Unterton, den man aus dem Titel heraushört, bezieht sich vielmehr auf die wirtschaftliche Verständnislosigkeit der russischen Unternehmer, besonders auch des zaristischen Staates, in deren Diensten Stankoff gestanden hat. — Es bleibt noch zu sagen, daß der Verfasser ein recht guter Schriftsteller ist, der äußerst spannend zu schildern versteht. An dem Buch wird nicht nur jeder Ingenieur und Wirtschaftler, sondern ebenso gut jeder andere Leser Freude haben. Die Übersetzung ist ausgezeichnet.

G. H. Winkler.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Die Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile ist im April 1928 dem Wert nach auf 8 606 909 $ zurückgegangen, d. s. 1 061 370 $ oder 11 % weniger als im Vormonat (9 668 279 $) und 238 800 $ bzw. 3 % weniger als im Parallelmonat des Vorjahres (8 845 709 $). Im Vergleich zu diesem zeigt u. a. der Export von stationären Motoren bis 200 PS, elektrischen Eisenbahnlokomotiven, Ventilatoren, Scheinwerfern, Schalttafeln und anderen Ausrüstungsteilen der Fernsprechtechnik, ferner von nicht näher bezeichneten Apparaten und isoliertem Leitungsmaterial aus Kupfer eine nennenswerte Wertverringerung. Dagegen ist die Ausfuhr von Gleichrichtern, Motorgeneratoren usw., Starkstromschalttafeln, Zählern sowie von Ofenelektroden und Kühlvorrichtungen bis zu 1 ton Leistungsfähigkeit gestiegen. Die Lieferungen betrugen im Berichtsmonat nach Europa 1 712 005 $ (England: 543 251 $, Spanien 277 999 $), nach der westlichen Halbkugel 5 112 068 $ (Kanada: 2 427 200 $, Argentinien: 679 102 $) und nach Asien, Afrika und Ozeanien 1 782 836 $ (Australien: 522 112 $, Japan: 237 078 $).

Englands elektrotechnischer Außenhandel[2]. — Wie die Übersicht zeigt, ist im Juni 1928 die Einfuhr gegen den Vormonat (468 013 £) um 6591 £ und gegen den gleichen Monat des Vorjahres um 22 686 £, d. h. 5 %, gestiegen, letzterem gegenüber u. a. bei isoliertem Leitungsmaterial für Starkstrom, Schwachstrominstrumenten, Glüh- und Bogenlampen, Starkstromschalttafeln und nicht näher bezeichneten Waren. Der Import von Maschinen, Telegraphen- und Fernsprechleitungen, Akkumulatoren und Batterien sowie von Meßinstrumenten hat indessen wertlich abgenommen. Die Ausfuhr ergibt gegen den Mai (1 599 250 £) eine Verringerung um 24 299 £ und gegen den Juni 1927 um 10 557 £. Diese betraf hauptsächlich Leitungsmaterial und Apparate für Schwachstrom, elektrotechnische Kohlen, Glühlampen und Starkstromschalttafeln, während der Export von Maschinen, nicht mit Gummi isoliertem Leitungsmaterial für Starkstrom, Bogenlampen und nicht näher spezifizierten Erzeugnissen gewachsen ist. Im ersten Halbjahr 1928 hat der Wert der Einfuhr um 312 289 £ oder 12 %, der der Ausfuhr um 35 169 £ zugenommen. Ihr Überschuß über den Import betrug 6 412 105 Pfund (6 689 225 £ i. V.).

Im Juli 1928 ist die Einfuhr im Vergleich zum Vormonat (474 604 £) um 11 001 £ bzw. 2 % und gegen den Juli des Vorjahres um 39 305 £, d. h. 9%, gestiegen. Diese Zunahme betraf besonders isoliertes Leitungsmaterial für Starkstrom, Schwachstromapparate und Meßinstrumente; der Import von Leitungsmaterial für Schwachstrom, künstlichen Kohlen, Glüh- und Bogenlampen sowie von Akkumulatoren und Batterien zeigt kleinere Werte. Bei der Ausfuhr ergibt sich eine Abnahme gegen den Juni (1 574 951 £) um 163 971 £ oder rd. 10 % und im Vergleich zum Juli 1927 um 10 533 £; hier betraf diese u. a. Schwachstromleitungen und -apparate, Unterseekabel, künstliche Kohlen, indessen der Export von Bogenlampenteilen, Starkstromschalttafeln und nicht weiter bezeichneten Waren sich gehoben hat. Während der abgelaufenen sieben Monate ist im Vergleich mit der entsprechenden Periode des Vorjahres die Einfuhr um 351 594 £ bzw. 11 %, die Ausfuhr um 24 636 £ größer gewesen. Der Überschuß letzterer stellte sich auf 7 337 480 £ (7 664 438 £ i. V.).

Erzeugnisse	Einfuhr in £		Ausfuhr in £	
	. 1928	1927	1928	1927
		Juni		
Maschinen	134 794	139 823	613 263	535 608
Waren u. Apparate .	339 810	312 095	961 688	1 049 900
	474 604	451 918	1 574 951	1 585 508
		Januar/Juni		
Maschinen	876 491	820 930	3 456 791	3 387 341
Waren u. Apparate .	2 088 913	1 832 185	5 920 718	5 954 999
	2 965 404	2 653 115	9 377 509	9 342 340
		Juli		
Maschinen	150 251	134 738	546 617	543 412
Waren u. Apparate .	335 354	311 562	864 363	878 101
	485 605	446 300	1 410 980	1 421 513
		Januar/Juli		
Maschinen	1 026 742	955 668	4 003 408	3 930 753
Waren u. Apparate .	2 424 267	2 143 747	6 785 081	6 833 100
	3 451 009	3 099 415	10 788 489	10 763 853

[1] Nach El. World Bd. 92. 1928, S. 43. Vgl. ETZ 1928, S. 1100.
[2] Nach The Electrician Bd. 101, 1928, S. 73, 181. Vgl. ETZ 1928, S. 1140.

Vorgänge im Ausland. — Die Frankf. Zg. berichtet, daß die Osram G. m. b. H., Berlin, die Aktienmehrheit der Elektraverken, Stockholm, erworben habe. Das Aktienkapital dieser dem Interessenkreis der Stockholm Enskilda Bank (Wallenberg-Konzern) angehörenden, seit Jahren nicht prosperierenden Gesellschaft sei erst kürzlich von 5 auf 2,5 Mill. Kr herabgesetzt worden. — Beide Häuser des englischen Parlaments haben einen unter dem Merchandise Marks Act, 1926, vorgelegten Regierungserlaß gebilligt, nach dem isolierte elektrische Drähte und Kabel sowie Glühlampen in das Vereinigte Königreich nur noch eingeführt werden dürfen, wenn sie einen Ursprungsvermerk tragen. Das bezieht sich indessen nicht auf Fälle, in denen die genannten Erzeugnisse beim Import Teile oder Zubehör anderer Gegenstände bilden, mit denen sie eingeführt werden, und nicht auf Quecksilberdampf- sowie Röhrenlampen. Für das Leitungsmaterial tritt diese Verfügung nach El. Review am 13. X. und für die Lampen am 13. I. 1929 in Kraft.

Metallpreise im 2. Vierteljahr 1928[1]. — Das wiederum dem Engg.[2] entnommene Kurvenbild (Abb. 1) zeigt, daß

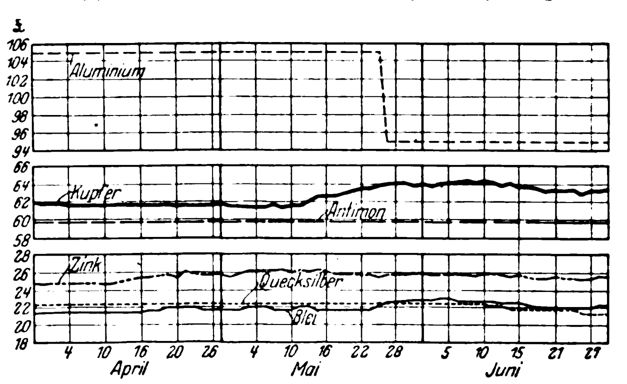


Abb. 1. Londoner Metallpreise 1928.

der Londoner Kassepreis von Aluminium am 24. V. um 10 £/ton gefallen, der von Kupfer (standard) seit Mitte Mai zunächst auf etwas über 64 £ gestiegen, dann aber wieder unter 63 £ gesunken ist. Auch die Notierung von Zink (gediegen) hat sich nach der ersten Aprilwoche gehoben. Blei (englisch) schwankte um die 22 £-Linie. Quecksilber (£/Flasche) verlor im Juni rd. 1 £. Der in dem Diagramm nicht verzeichnete Preis des Zinns (fein, ausländisch) war während der Berichtszeit stark rückläufig bis nahe an 207 £/ton.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 702.
[2] Bd. 125, 1928, S. 550; Bd. 126, 1928, S. 146.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 243: Wer baut die stromsparenden Tageslichtreflektoren „Capri"?

Frage 244: Wer baut Belastungswiderstände aus Kohle von 0,02 ... 1 Ω, für 2 ... 300 A?

Frage 245: Wer stellt fertig gestanzte Rotor- und Statorbleche her?

Frage 246: Wer fertigt Eier-Sterilisierapparate an, die mit elektrisch geheiztem Ölbad arbeiten und eine Leistung von 360 000 Eiern im Tag aufweisen?

Frage 247: Wer baut elektrische Schafschermaschinen?

Frage 248: Wer stellt Abstimmscheiben aus Stahlblech von 0,05, 0,1 und 0,2 mm Stärke her?

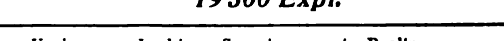
Frage 249: Welche Firma baut elektrische Milch-Sterilisierapparate?

Frage 250: Wer baut selbsttätige Maschinen zum Formieren von Akkumulatorenplatten?

Frage 251: Welche Firma stellt Metalldrahtlampen mit der Bezeichnung „Fulgura" her?

Frage 252: Wer baut Säuremesser für Akkumulatoren?

Abschluß des Heftes: 1. September 1928.


Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



. HEFT ⁄ 49. JAHRG. ⁄ VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN ⁄ 13. SEPTEMBER 1928
(...57—1388)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 13. September 1928 | Heft 37

Das induktive Zugbeeinflussungsystem mit Gleichstromerregung.

Von **O. Schirm**, Berlin.

Übersicht. Es werden zunächst die theoretischen und praktischen Bedingungen, die für selbsttätige Zugbeeinflussungssysteme in Frage kommen, erörtert, sodann wird auf Wirkungsweise und charakteristische Eigenschaften eines induktiven Gleichstromsystems näher eingegangen.

Bei den elektroinduktiven Zugbeeinflussungsystemen wird bekanntlich die Aufgabe, ein Signal von der Strecke her auf den fahrenden Zug zu übertragen bzw. eine selbsttätige Bremsung desselben zu bewirken, dadurch erfüllt, daß ohne mechanische Berührung lediglich durch die Einwirkung magnetischer Felder der Stromkreis eines Relais beeinflußt wird[1]. Die Übertragungsorgane sowohl am Gleis wie am Fahrzeug ragen dabei nicht über das vorgeschriebene Raumprofil hinaus, und es sind damit Kollisionen bei der Zugbewegung unmöglich. Darin liegt ein besonderer Vorzug derartiger Einrichtungen gegenüber den rein mechanischen Zugbeeinflussungsystemen, deren Übertragungsglieder stets die Profilgrenze überschreiten müssen.

Die theoretisch beste Lösung der gestellten Aufgabe würde von einer Einrichtung erzielt werden, die

1. unabhängig von der Geschwindigkeit mit gleicher Sicherheit ansprechen würde, und zwar
2. nur auf eine Eigentümlichkeit, die dem Übertragungsteil am Gleis bei auf „Halt" liegendem Signal zukommt. Dagegen müßte diese Einrichtung bei „Fahrt"-Lage des Signals und ebenso bei der Vorüberfahrt an irgendwelchen sonst neben der Fahrbahn befindlichen Eisenmassen vollkommen unbeeinflußt bleiben.

Die erste Bedingung ist streng genommen nur durch Verwendung eines trägheitslos arbeitenden Relais (Kathoden- oder Glimmrohr) zu erfüllen; die zweite beispielsweise durch Anwendung eines Resonanzkreises am Gleis bei Wechselstromsystemen. Es ist nun die Frage, wie weit die praktischen Forderungen mit den theoretischen übereinstimmen, und ob im praktischen Betriebe etwa noch weitere Momente hinzukommen, die besondere Beachtung verdienen.

Was die erste Bedingung anbelangt, so hat es offenbar praktisch ebensowenig Sinn, einen mit unendlich großer Geschwindigkeit fahrenden Zug wie einen solchen mit der Geschwindigkeit 0 zum Halten zu bringen bzw. zu beeinflussen. Vielmehr lautet die Forderung, daß die selbsttätige Einrichtung bei allen Geschwindigkeiten sicher ansprechen muß, bei denen betriebsmäßig eine Notwendigkeit dazu vorliegt. Dabei kann es unter Umständen zweckmäßig erscheinen, unterhalb einer gewissen Geschwindigkeitsgrenze keine selbsttätige Einwirkung mehr auf den fahrenden Zug zu bekommen, sofern nämlich, wie bei Bahnen, die mit selbsttätigen Blockeinrichtungen ausgerüstet sind, das „bedingte" Blocksystem zur Anwendung kommt.

Die zweite Bedingung ließe sich praktisch etwa so formulieren, daß bei auf „Halt" liegendem Signal ein sicheres Ansprechen gewährleistet werden muß, daß dagegen weder bei Fahrtsignal noch bei der Vorüberfahrt an Eisenmassen, die sich betriebsmäßig in der Nähe der Gleise befinden, eine Betätigung der Einrichtung erfolgen darf. Derartige Eisenmassen stellen zum Beispiel Teile der Gleisanlagen selbst dar, wie Weichen, Kreuzungen und dergleichen, ferner eiserne Brückenträger und sonstige Baulichkeiten. Inwieweit der induktive Einfluß ortsveränderlicher Eisenteile ausgeschaltet werden muß, ist eine Frage, die den Bahnunterhaltungsdienst berührt. Bei baulichen Arbeiten am Gleis ist ein selbstverständliches Erfordernis, daß Baumaterialien nicht in betriebsgefährliche Nähe des Fahrzeugprofils kommen dürfen. Es werden also auch zur Auswechselung bestimmte Schienen und sonstige Eisen stets außerhalb der Raumprofilgrenze gelagert werden müssen. Bei Beachtung der diesbezüglichen Vorschriften dürfte ein Ansprechen der Übertragungseinrichtung auf derartige Eisenteile nicht erfolgen. Es wäre dagegen denkbar, daß unvorschriftsmäßig gelagerte Materialien eine Anzeige auf dem Fahrzeug bzw. eine Bremsung desselben hervorrufen würden und daß damit eine gewisse Kontrolle der Streckenprofilfreiheit erfolgte.

In der Praxis spielt nun drittens außer den beiden genannten Gesichtspunkten für die Betriebsicherheit des Systems die mehr oder minder große Unempfindlichkeit gegen Störungen, die in der Apparatur selbst begründet sind, eine hervorragende Rolle. Es kann nämlich eine den beiden vorgenannten theoretischen Bedingungen voll genügende Einrichtung andere Mängel haben, die sie dennoch als praktisch unzureichend erscheinen läßt.

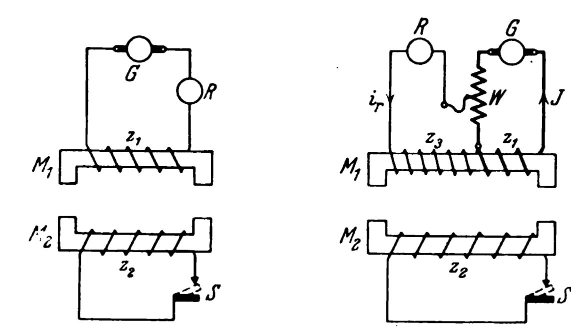


Abb. 1. Prinzipschaltung mit einem Stromkreis auf dem Fahrzeug.

Abb. 2. Prinzipschaltung mit zwei Stromkreisen auf dem Fahrzeug.

In den Rahmen dieser Betrachtung fällt zunächst die im Signalwesen allgemein bekannte Forderung nach Einhaltung des Ruhestromprinzips, welches besagt, daß der höchste Sicherheitsgrad für den Eintritt einer gewünschten Wirkung dann erreicht wird, wenn diese Wirkung durch Beeinflussung eines im Ruhezustande stromdurchflossenen Kreises erfolgt und sämtliche an der Beeinflussung sonst etwa teilnehmenden Stromkreise gleichfalls durch Ruhestrom überwacht werden. Die Betriebsbereitschaft der Anlage muß also einer dauernden Selbstkontrolle unterliegen. Ein weiteres Mittel zur Erhöhung der Betriebsicherheit bildet die bei Sicherungsanlagen stets angestrebte Forderung nach Einfachheit und Übersichtlichkeit sowie möglichster Ausschaltung aller Elemente, die zu Störungen Anlaß geben können. Im allgemeinen liegt der Fall nun so, daß mit der Annäherung an das theoretische Ideal die Komplikation eines Systems wächst und damit auch die Störungsempfindlichkeit. Es ist darum Sache der betrieblichen Erprobung, den richtigen Mittelweg zu finden, der eben den praktischen Forderungen am besten Genüge leistet.

Ein Übertragungsystem, das sich durch besondere Einfachheit auszeichnet, ist das mit Gleichstrom betriebene. Im Ausland seit längerer Zeit erprobt, wird es neuerdings auch auf einigen Strecken der deutschen Reichsbahn sowie auf Stadtschnellbahnen in einer von Siemens & Halske entwickelten Bauart[2] ausprobiert. Es soll im folgenden näher betrachtet und in bezug auf Erfüllung der praktischen Forderungen beleuchtet werden. Zunächst sei die Wirkungsweise kurz erörtert und dann auf die elektri-

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1005. D. S.

[2] Vgl. Siemens-Z. Bd. 8, S. 19 u. 81.

schen Vorgänge bei der induktiven Übertragung etwas näher eingegangen.

Die prinzipielle Schaltung zeigt Abb. 1. Der Gleichstromgenerator G speist das Relais R über die Wicklung z_1 des am Fahrzeug befindlichen, aus lamellierten Blechen zusammengesetzten Eisenkerns M_1. An der Strecke befindet sich der gleichfalls lamellierte Eisenkern M_2, dessen Wicklung z_2 über einen Signalkontakt S bei auf „Fahrt" stehendem Signal kurzgeschlossen wird. Die Kraftflußänderung in M_1 bei der Vorüberfahrt an M_2 erzeugt im Relaisstromkreis einen induktiven Stromimpuls, der, dem Ruhestrom überlagert, das Relais R zum Abfallen bringt. Das Relais R steuert seinerseits über Kontakte einen zweiten in der Abbildung fortgelassenen Stromkreis zur Betätigung einer Signaleinrichtung oder der selbsttätigen Bremse. Bei Fahrtlage des Signals wird infolge des Kurzschlußkreises über Z_2 und S der Impuls so gedämpft, daß kein Abfallen des Relaisankers eintritt. Um den Stromimpuls bei Haltsignal relativ zum Ruhestrom kräftiger zu gestalten und damit eine größere Sicherheit gegen den Einfluß von Erschütterungen auf das Relais zu erreichen, erfolgt die Schaltung zweckmäßiger nach Abb. 2. Dort ist außer der Erregerwicklung z_1 eine besondere Impulswicklung z_3 vorhanden, über die hinweg das Relais R eine Spannung an dem Widerstand W abgreift. Durch diese Anordnung ist es möglich, das Verhältnis des Relaisimpulsstromes zum Ruhestrom i_r beliebig zu vergrößern, denn der Erregerstrom J und damit der induzierende Kraftfluß ist hier unabhängig von i_r.

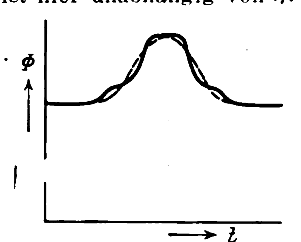


Abb. 3. Magnetfeldänderung während der Beeinflussung.

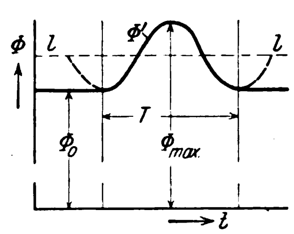


Abb. 4. Grundwelle der Feldkurve Abb. 3.

Da der Impulsstrom durch die Feldänderung während der Bewegung erzeugt wird, so ist klar, daß bei Stillstand des Fahrzeuges über dem Magnetkern M_2 keine Einwirkung erfolgen kann, die aber auch, wie früher erwähnt, gar nicht betriebsnotwendig ist. Wie sich nun der Impulswert im Relaisstromkreis mit der Geschwindigkeit ändert, soll in folgendem näher betrachtet werden. Es ist dabei nicht beabsichtigt, eine streng mathematische Ableitung aller Vorgänge zu geben, sondern es soll unter vereinfachten Annahmen lediglich das Charakteristische der Impulsgebung beim Gleichstromsystem erläutert werden.

Impulsvorganges ist also gleich einer vollen Periode T des aufgelagerten Wechselfeldes Φ'. Dieses erzeugt nun in der Wicklung z_3 (Abb. 2) eine Wechselspannung e (in Abb. 5), die periodisch fortgesetzt im Relaiskreis bei unveränderlich angenommenem Scheinwiderstand den Dauerwechselstrom i_d mit dem Phasenwinkel φ zur Folge haben würde. Den Vorgang im Relaiskreis können wir dann in einfachster Form als einen Einschaltvorgang für einen Stromkreis mit Induktivität und Ohmschem Widerstand in Reihe auffassen, wobei der Einschaltmoment mit dem Nulldurchgang der Spannungswelle zusammenfällt.

Der tatsächlich auftretende Relaisimpulsstrom ist bekanntlich in jedem Moment die Summe aus dem Dauerstrom i_d und dem sogenannten freien Strom i_f, also $i = i_d + i_f$.

Es ist:

$$i_d = -\, i_{d\max} \sin(\omega t - \varphi),$$

$$i_f = -\, K \varepsilon^{-\frac{R}{L} t},$$

$$i = -\left[i_{d\max} \sin(\omega t - \varphi) + K \varepsilon^{-\frac{R}{L} t}\right],$$

worin R den Gesamtwiderstand und L die Gesamtinduktivität des Relaiskreises bedeutet.

K ergibt sich für den Wert $t = 0$, $i = 0$ zu

$$K = i_{d\max} \sin\varphi;$$

also lautet die Gleichung für den tatsächlichen Strom:

$$i = -\, i_{d\max}\left[\sin(\omega t - \varphi) + \sin\varphi\, \varepsilon^{-\frac{R}{L} t}\right] \quad . \ . \ . \ (1)$$

Diese Gleichung ist natürlich hier nur gültig in dem Bereich $t = 0$ bis $t = T$. Darüber hinaus ist die Spannung $e = 0$, und die Stromkurve klingt nunmehr ab nach der Beziehung:

$$i = -\, i_T\, \varepsilon^{-\frac{R}{L} t} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (2)$$

Da nun

$$i_{d\max} = \frac{e_{\max}}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$$

oder

$$i_{d\max} = \frac{\Phi'_{\max}\, z_3\, \omega \,.\, 10^{-8}}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}},$$

worin z_3 die Windungszahl der Impulsspule auf dem Fahrzeugmagneten bedeutet, so geht (1) über in die Form:

$$i = -\frac{\Phi'_{\max}\, z_3\, \omega \,.\, 10^{-8}}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}\left[\sin(\omega t - \varphi) + \sin\varphi\, \varepsilon^{-\frac{R}{L} t}\right]. \ (3)$$

Voraussetzung der soeben entwickelten Formeln ist, daß der Impulsstrom i keine Rückwirkung auf das Feld Φ

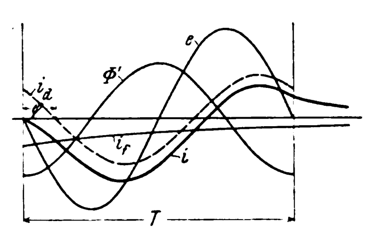


Abb. 5. Impulsvorgang bei gedämpftem Relaiskreis oder kleiner Fahrgeschwindigkeit.

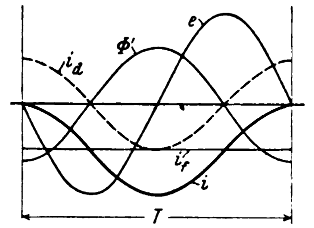


Abb. 6. Impulsvorgang bei ungedämpftem Relaiskreis oder großer Fahrgeschwindigkeit.

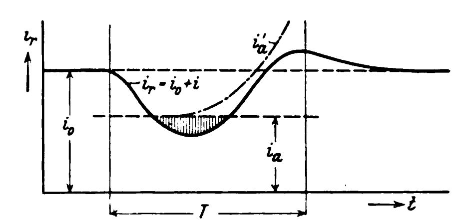


Abb. 7. Überlagerung des Impulsstromes i über den Relaisruhestrom i_0.

Die magnetischen und elektrischen Vorgänge bei der Vorbeibewegung des Eisenkerns M_1 an M_2 sind dadurch etwas kompliziert, daß es sich in der Praxis um nicht sinusförmig verlaufende Prozesse handelt. Die Kurve der Kraftflußänderung im Fahrzeugmagneten hat beispielsweise in Wirklichkeit (nach einer Aufnahme an der Probeausführung von Siemens & Halske) etwa die in Abb. 3 gezeichnete Form und enthält außer einer in der Figur punktiert dargestellten Grundwelle noch mehrere Oberwellen, deren Einfluß jedoch bei der folgenden Betrachtung vernachlässigt werden soll.

Es sei also ein sinusförmiger Verlauf der Feldkurve nach Abb. 4 angenommen. Darin ist Φ_0 der Kraftfluß im Magnetkern des „Fahrzeugmagneten", der sich auf freier Strecke über den ihn umgebenden Luftraum ausbildet. Diesem aufgelagert ist bei Annäherung an den „Gleismagneten" ein sinusförmig verlaufender Fluß Φ' mit der Amplitude $\frac{\Phi_{\max} - \Phi_0}{2}$, dessen Nullinie ll ist. Die Zeit eines

ausübt und der Erregerstrom J konstant bleibt, was in Wirklichkeit nur angenähert der Fall sein wird. Auch die Induktivität L ist hier als konstant angenommen, während sie sich in Wirklichkeit bei der Vorbeibewegung des Fahrzeugmagneten innerhalb gewisser Grenzen ändern muß, um überhaupt die wirksame Feldänderung Φ' zu ermöglichen. Die Abweichungen von der mittleren Gesamtinduktivität L (Fahrzeugmagnet + Relais) betragen jedoch tatsächlich nur wenige Prozent und können gegenüber der durch die unabhängige Erregung Jz_1 gegebenen Feldänderung vernachlässigt werden.

Der Relaisstrom i_r ist nun jeweils die algebraische Summe aus dem Ruhestrom i_0 und dem überlagerten Impulswert i. Er verläuft, wie in Abb. 7 dargestellt, und bringt das Relais zum Abfallen, wenn er unter einen Grenzwert i_a sinkt. Der Wert i_a sei dabei als stationärer Abfallwert bezeichnet. Die Größe des Impulsstromes i zu einer Zeit t ist bei konstanten Windungsverhältnissen der Spulen auf dem Fahrzeugmagneten und auf dem Relais

und bei konstanter Erregung des Systems nach Gl. (3) einmal abhängig von dem Verhältnis R zu L im gesamten Stromkreis und anderseits von der Winkelgeschwindigkeit ω, wobei letztere der Zuggeschwindigkeit proportional ist. Wird R verschwindend klein gegenüber L, dann wird in Gl. (1):

$$\varphi = 90^\circ, \quad \varepsilon^{-\frac{R}{L}t} = 1 \quad \text{und} \quad i = -i_{d\max}(-\cos\omega t + 1),$$

oder nach Gl. (3):

$$i = -\frac{\Phi'_{\max} z_3 \cdot 10^{-8}}{L}(-\cos\omega t + 1).$$

Da der Dämpfungsfaktor $\frac{R}{L} = 0$ wird, so ist der freie Strom konstant $i_f = -i_{d\max}$ und $i_{\max} = -2\,i_{d\max}$:

$$i_{\max} = -\frac{2\,\Phi'_{\max} z_3 \cdot 10^{-8}}{L}.$$

Der Impulsstrom verläuft in diesem Falle theoretisch nach der Kurve i in Abb. 6, bleibt also stets negativ. In Wirklichkeit ist natürlich immer eine gewisse Dämpfung vorhanden, d. h. der Impulsstrom durchläuft, wie aus dem Oszillogramm Abb. 8 bzw. 9 ersichtlich, negative und positive Werte. Es wird aber anzustreben sein, die Dämpfung möglichst gering zu machen.

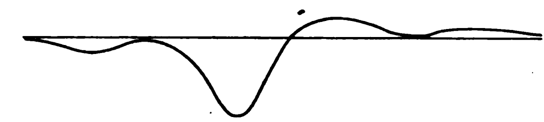


Abb. 8. Oszillogramm des Impulsstromes bei kleiner Fahrgeschwindigkeit.

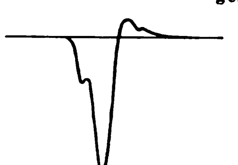


Abb. 9. Oszillogramm des Impulsstromes bei großer Fahrgeschwindigkeit.

Betrachten wir nun den Einfluß der Fahrgeschwindigkeit auf den Impulsstrom, so folgt aus der Beziehung $\operatorname{tg}\varphi = \frac{\omega L}{R}$, daß mit steigendem ω auch φ wächst und damit K und der freie Strom i_f. Bei sehr großen Geschwindigkeiten wird wieder $\varphi \approx 90^\circ$. Es verschwindet R gegenüber ωL und Gl. (3) geht über in die Form:

$$i = -\frac{\Phi'_{\max} z_3 \cdot 10^{-8}}{L}\left(-\cos\omega t + \varepsilon^{-\frac{R}{L}t}\right). \quad (4)$$

Da für einen beliebigen Punkt der i-Kurve ωt konstant ist, nähert sich mit wachsendem ω der Ausdruck $\varepsilon^{-\frac{R}{L}t}$ dem Werte 1, d. h. es wird wieder $i_f = -i_{d\max}$ und für $t = \frac{\pi}{\omega}$:

$$i_{\max} = -\frac{2\,\Phi'_{\max} z_3 \cdot 10^{-8}}{L},$$

also der gleiche Wert wie bei der Dämpfung $\frac{R}{L} = 0$.

Die Änderung der Form des Stromverlaufes zeigt eine Gegenüberstellung der oszillographischen Aufnahmen Abb. 8 für kleine (15 km/h) und Abb. 9 für große (70 km/h) Fahrgeschwindigkeit. Würde es sich nun um ein trägheitsloses Relais handeln, so müßte es möglich sein, bei steigender Fahrgeschwindigkeit den Relaisruhestrom ständig zu steigern, wenn der Impuls das Relais gerade zum Abfall bringen soll. Der Scheitel der i-Kurve müßte dabei in jedem Falle die Abfall-Grenzlinie i_a in Abb. 7 tangieren, d. h. es müßte

$$i_0 + i_{\max} = i_a$$

sein. Zeichnet man die so gewonnenen theoretischen Grenzwerte für den Relais-Ruhestrom i_0 als Funktion der Fahrgeschwindigkeit v auf, so ergibt sich eine Kurve i_{01} in Abb. 10, die sich asymptotisch einem idealen Wert i_0' nähert.

Bei der Geschwindigkeit $v = 0$ fällt der Ruhestrom-Grenzwert i_{01} mit dem stationären Abfallwert i_a zusammen.

Wird nun ein gewöhnliches magnetisches Relais mit Massenträgheit verwendet, so muß dem Relaisanker unter Einwirkung einer Abzugskraft (Schwerkraft, Feder oder dergleichen) eine Beschleunigung erteilt werden derart, daß er sicher in die abgefallene Lage übergeht, auch wenn nach Ablauf des Impulsvorganges inzwischen der Relaisstrom wieder auf den Wert des Ruhestromes gestiegen ist.

Entsprechend der zu leistenden Beschleunigungsarbeit muß der Impulswert um einen gewissen Betrag unter die stationäre Abfallgrenze sinken, wie in Abb. 7 durch den schraffierten Teil dargestellt ist. Da der Relaisanker während des Impulsvorganges eine Bewegung ausführt, so verläuft die Gleichgewichtslinie für diesen Fall in Wirklichkeit nicht parallel der Abszissenachse, sondern etwa nach einer Linie i_a'. Ohne hier weiter auf die ziemlich komplizierten elektro-mechanischen Vorgänge im Relais einzugehen, kann zusammenfassend das Folgende gesagt werden: Da es sich darum handelt, auf den Relaisanker stets die zum sicheren Abfallen nötige Arbeit zu übertragen, so ist hierfür bei steigender Fahrgeschwindigkeit, die gleichbedeutend mit einer Verkürzung der Impulszeit ist, ein erhöhter Leistungsaufwand nötig. Demnach muß auch mit zunehmender Geschwindigkeit die Senkung der i_r-Kurve unter die Abfallgrenze i_a bzw. i_a' vergrößert werden. Die Grenzwerte für die Ruhestromeinstellung i_{02} in Abb. 10 liegen daher tiefer als die theoretischen Werte i_{01}, und zwar um so mehr, je höher die Fahrgeschwindigkeit ist. Die Folge ist, daß die Kurve i_{02} nach anfänglich steigender Tendenz einen Höhepunkt erreicht und dann wieder abfällt, um sich in ihrem weiteren Verlauf der Grenzlinie i_a asymptotisch zu nähern.

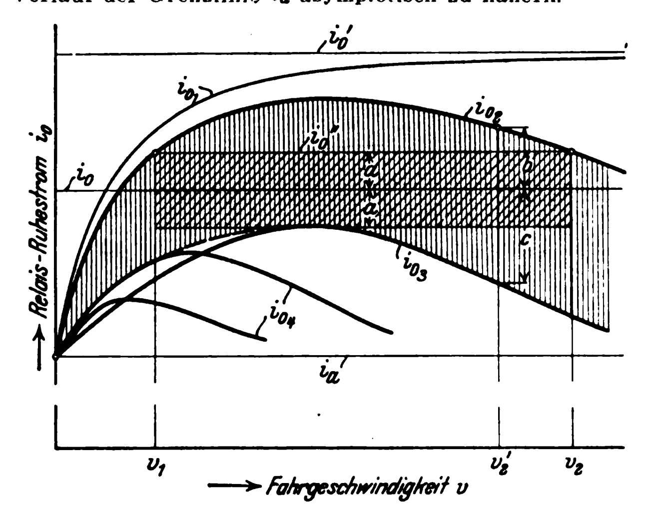


Abb. 10. Grenzkurven für den Relaisruhestrom.

Wie Abb. 10 zeigt, kann bei einer bestimmten konstanten Ruhestromerregung i_0'' die Einrichtung nur zwischen den Geschwindigkeitsgrenzen v_1 und v_2 ansprechen. Eine obere Grenze v_2 ergibt sich in ähnlicher Weise für alle mit Wechselstrom gespeisten Systeme, bei denen zwar die Impulsgröße nahezu unabhängig von der Geschwindigkeit ist, jedoch der Zeitfaktor die gleiche Rolle spielt, sofern nämlich auch hier mit Trägheit arbeitende Relais verwendet werden. Die untere Geschwindigkeitsgrenze v_1 ist allein dem Gleichstromsystem eigentümlich. Wie tief dieselbe betrieblich liegen muß, darüber können die Meinungen geteilt sein, jedenfalls wird sie immer unterhalb eines Wertes liegen müssen, der bei unachtsamem Überfahren des „Halt"-Signals als gefahrdrohend zu bezeichnen ist.

Ist bei „Fahrt"-Lage des Signals die auf dem Gleismagneten befindliche Spule z_2 (Abb. 2) kurzgeschlossen, so wird die Feldänderung Φ' in Abb. 5 und 6 stark gedämpft, also auch der überlagerte Impulsstrom i verringert. Die Grenzkurve der Ruhestromerregung, bei der noch ein (unerwünschtes) Ansprechen des Relais erfolgen kann, wird demnach für diesen Fall wesentlich tiefer liegen als die Kurve i_{02} in Abb. 10. Sie ist durch die Linie i_{03} dargestellt. Um nun bei Fahrtsignal sicher keine Beeinflussung zu bekommen, muß der Maximalwert von i_{03} genügend tief unter der gewählten Dauererregung i_0 liegen. Das gleiche muß verlangt werden für die Störbeeinflussungen durch Eisenteile in der Nähe der Gleisanlagen. Da es sich hier im Gegensatz zu dem lamellierten Kern des „Gleismagneten" um massive Eisenteile handelt, tritt auch hier eine dämpfende Wirkung durch Wirbelströme ähnlich der des Gleismagneten in „Fahrt"-Signalschaltung ein, daher werden auch die entsprechenden Grenzkurven i_{04} ähnlich wie i_{03} herabgedrückt.

Bei widerstandslosem Kurzschluß der auf dem Gleismagneten befindlichen Spule über den Signalflügelkontakt würde der Kurzschlußstrom in der Spule z_2 einen Verlauf analog der i-Kurve in Abb. 6 nehmen und in seiner Rück-

wirkung auf den Fahrzeugmagneten das Feld Φ' kompensieren. Da in diesem Falle kein Relaisimpulsstrom zustande käme, müßte die Grenzkurve i_{03} in Abb. 10 mit der Linie i_a zusammenfallen. Es wäre dann für die „Fahrtsignal"-Schaltung der Idealfall erreicht. Da jedoch sowieso mit störenden Einflüssen durch Eisenteile in der Nähe der Fahrbahn zu rechnen ist, hat dieser Idealfall keine praktische Bedeutung.

Die Einhüllende der aus „Fahrtsignal"- und „Störkurven" gebildeten Kurvenscharen bildet die untere, die „Haltsignalkurve" die obere Grenze für das System. Zwischen beiden muß die tatsächlich einzustellende Relaiserregung liegen, d. h. in dem in Abb. 10 senkrecht schraffiert gezeichneten Gebiet. Der Sicherheitsgrad der gewählten Relaiseinstellung ist im dargestellten Falle bedingt durch die untere Geschwindigkeitsgrenze v_1 (oberer Wert) und den Maximalwert der unteren Grenzkurve (unterer Wert). Er beträgt $\pm a$ % des Ruhestromes. v_2 ist dabei die äußerst mögliche, v_2' beispielsweise die tatsächlich vorkommende Höchstgeschwindigkeit; bei dieser ist der Sicherheitsgrad, wie man sieht, ein weit größerer, nämlich $+ b$ % und $- c$ %. Die Breite des in der Abbildung schräg schraffierten Sicherheitsbandes ist offenbar stark abhängig vom Verlauf der unteren Grenzkurve, der möglichst niedrig gehalten werden muß.

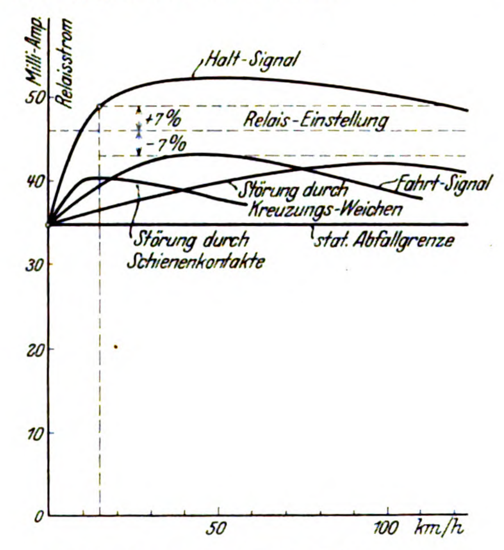


Abb. 11. Grenzkurven für den Relaisruhestrom.

Berücksichtigt man von störenden Eisenteilen nur die zur Gleisanlage gehörigen, so ist zunächst die relativ stärkste Einwirkung auf das System von kreuzenden Schienensträngen, besonders von doppelten Kreuzungsweichen mit ihrer Anhäufung von Eisenmassen in den Herz- und Kreuzungsstücken zu erwarten. Um die zugehörigen Störkurven möglichst tief zu legen, muß das Verhältnis der Luftabstände zwischen dem Fahrzeugmagneten und den überfahrenen Gleisteilen einerseits und zwischen dem Fahrzeugmagneten und dem Gleismagneten andererseits groß gemacht werden. Man wird also den Gleismagneten sowohl als auch den Fahrzeugmagneten möglichst dicht an die Grenze des jeweils vorgeschriebenen Profils heranbringen. Um den hieraus sich ergebenden Mindestabstand sicher einhalten zu können, wird der Fahrzeugmagnet zweckmäßig an einem mit den Achslagern fest verbundenen Konstruktionsteil befestigt. Abb. 12 zeigt eine derartige Befestigung an dem Drehgestellrahmen eines Lokomotivtenders und Abb. 13 an einem die Achslager verbindenden Balken bei einem elektrischen Triebwagen. In Abb. 13 ist auch der zugehörige „Gleismagnet" sichtbar.

Über die Einwirkung ortsveränderlicher Eisenteile bei Bauarbeiten am Gleis war eingangs das Nötige gesagt. Es ist nur an Hand der Kurven in Abb. 10 darauf hinzuweisen, daß beim Gleichstromsystem für derartige Eisenmassen gewisse Grenzen der Annäherung an das Lichtraumprofil gesetzt werden müssen, um störende Einflüsse auszuschalten. Was hierbei noch zulässig ist, hängt ganz von der Wahl der Breite der Sicherheitszone $\pm a$ ab. Als wesentlich käme hier vor allem in Frage die Lagerung von zur Auswechselung bestimmten Schienen neben dem Gleis. Diese entspricht in ihrer Einwirkung auf die Zugbeeinflussungseinrichtung etwa der von einfachen oder Kreuzungsweichen, kann demnach störungsfrei gehalten werden. Abb. 11 zeigt einige Grenzkurven, die gelegentlich von Versuchsfahrten mit der Probeausführung von Siemens & Halske aufgenommen wurden. Bemerkenswert ist die verschiedene Lage der Maxima der unteren Grenzkurven je nach Ausdehnung der störenden Objekte und ihrem Abstand vom Gleis.

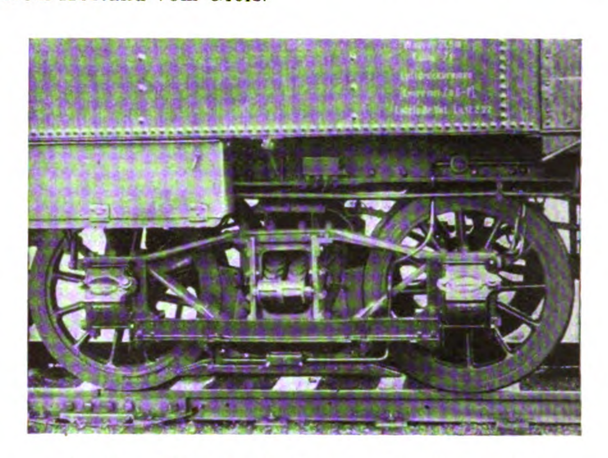


Abb. 12. Anbringung des Fahrzeugmagneten an einem Lokomotivtender.

Es bleibt nun noch die Frage der Betriebsicherheit des Systems unter dem Gesichtspunkt der in der Anlage selbst begründeten Störungsursachen zu behandeln. Das Ruhestromprinzip ist für die Stromkreise auf dem Fahrzeug erfüllt; denn Relais- wie Erregerkreis sind im Ruhezustande stromdurchflossen und gestatten dadurch eine Überwachung ihrer Betriebsbereitschaft. Für die am Gleis angebrachten Übertragungsglieder ist beim Gleichstromsystem keine Ruhestromüberwachung erforderlich; denn hier tritt die bei Haltsignal gewünschte Beeinflussung gerade dann ein, wenn der Kurzschlußkreis des Gleismagneten geöffnet ist. Lediglich das Vorhandensein des lamellierten Eisenkerns genügt, um die Wirkung auszulösen. Tritt dagegen bei Fahrtsignal eine fehlerhafte Unterbrechung des über den Signalkontakt geschlossenen Kurzschlußkreises ein, so wird in diesem Falle zwar eine Zugbeeinflussung zur Unzeit zustande kommen, jedoch anderseits gerade damit eine ständige Überwachung der Streckenstromkreise erreicht.

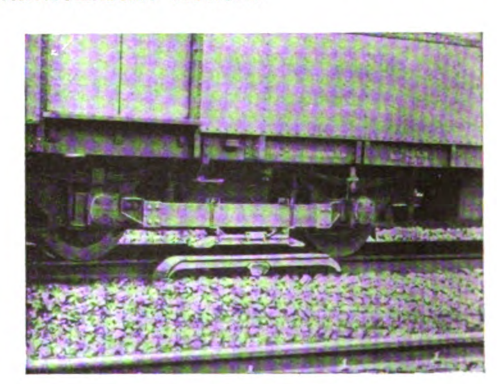


Abb. 13. Anbringung des Fahrzeugmagneten an einem Triebwagen.

Was endlich den letzten Gesichtspunkt: Einfachheit des Systems und möglichste Ausschaltung zu Störungen neigender Elemente in der Apparatur betrifft, so kann diesem beim Gleichstromsystem weitgehend Rechnung getragen werden. Die Einfachheit der ganzen Anordnung erhellt wohl ohne weiteres aus der gegebenen Beschreibung. Eine Veränderung der elektrischen Verhältnisse durch Temperatur- und Witterungseinflüsse in dem Maße, daß hierdurch Störungen auftreten könnten, ist kaum zu erwarten. Infolge der geringen Impulsperiodenzahl, die sich für die höchste Fahrgeschwindigkeit von 120 km/h aus der Zeit T zu etwa 30 ... 40 Hz berechnet, spielen kapazitive Einwirkungen keine Rolle. Es können allenfalls durch Temperaturschwankungen, z. B. auf Dampflokomotiven, Veränderungen der Ohmschen Widerstände eintreten, die sich jedoch in kleinen Grenzen bewegen und in der Wahl der Breite der Sicherheitszone für die Relaiseinstellung ohne weiteres berücksichtigt werden können.

Unbeschadet der Einfachheit der Anordnung ist ferner eine Unempfindlichkeit gegen Spannungsänderungen der Stromquelle erreichbar, und zwar durch eine Differentialwirkung im Relais. Dies ist insofern von Wichtigkeit, als die auf Lokomotiven Verwendung findenden Stromquellen, in der Regel Dampf-Turbogeneratoren, bei dem naturgemäß rauhen Betriebe nicht leicht auf genau konstante Spannung zu regeln sind und dadurch zu Störungen Anlaß geben können. Auch im Zusammenarbeiten mit Batterien muß mit gewissen Spannungsänderungen entsprechend dem jeweiligen Ladezustand gerechnet werden. Die Kompensation dieser Schwankungen im Relais erfolgt nun dadurch, daß an Stelle einer Abzugsfeder für den Relaisanker ein zweiter Magnet verwendet wird, dessen Wicklung im Erregerstromkreis liegt. Abb. 14 zeigt eine schematische Darstellung der Gesamtanordnung und Abb. 15 eine äußere Ansicht des Relais. Im Impulskreis liegt der Festhaltemagnet mit der Wicklung z_{r_3}, im Erregerkreis der Abzugsmagnet mit der Wicklung z_{r_1}. Bei Spannungsänderungen des Generators würden sich die auf den Relaisanker wirkenden Kräfte proportional ändern, wenn es sich um ungesättigte magnetische Kreise handelte und der Anker genau ausbalanciert wäre. In Abb. 7 änderte sich demnach lediglich der Ordinatenmaßstab. Da nun, wie früher erwähnt, die aus Impulsstrom und Abfallgrenzstrom gebildete Fläche ein Maß für die auf den Relaisanker übertragene und in Massenbeschleunigung umgesetzte Energie gibt, so darf, da letztere annähernd konstant bleiben soll, die dem Relaisstrom i_a entsprechende Abzugskraft bei Schwankungen der Stromquelle nicht in gleichem Maße geändert werden wie der Ruhestrom i_0. Durch verschiedene Sättigung der beiden Magnetkerne im Relais oder durch eine zusätzliche Federkraft auf der Abzugseite des Relaisankers ist es nun möglich, dieser Forderung praktisch Rechnung zu tragen und innerhalb der vorkommenden Grenzen die Spannungschwankungen zu kompensieren. Die Anordnung eines „Abzugsmagneten" hat noch den weiteren Vorteil, daß während der Ankerbewegung die Abzugskraft infolge Verringerung des Luftspaltes zunimmt und daher die beschleunigende Wirkung auf den Anker vergrößert wird. Die Kurve i_a' in Abb. 7 nimmt also dann einen noch steileren Verlauf. Es kann demnach umgekehrt bei gleicher Ankerbeschleunigung das Trägheitsmoment desselben relativ erhöht werden, was eine robustere Ausbildung des Relais ermöglicht. Dies bedeutet zweifellos einen Vorteil im Hinblick auf den rauhen Betrieb, dem die Apparatur ausgesetzt ist.

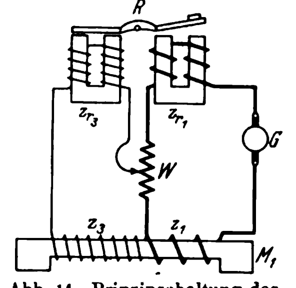
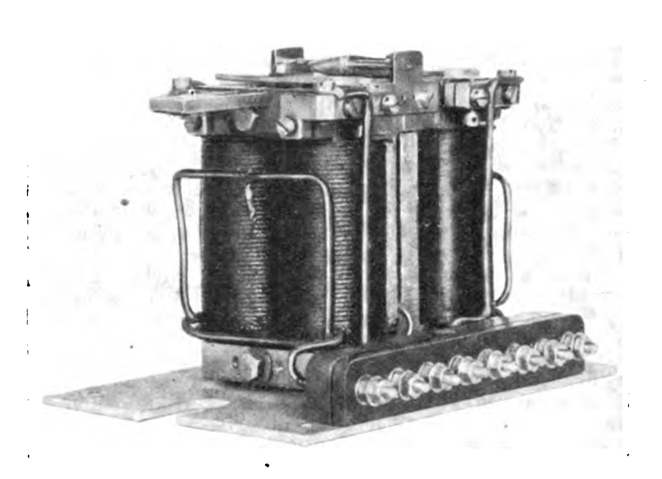


Abb. 14. Prinzipschaltung des Relais mit Abzugsmagnet.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß Varianten des beschriebenen Systems eine weitergehende Sicherheit gegen ungewollte Beeinflussung durch Eisenteile in der Nähe der Gleise bringen können. So kann beispielsweise durch Verdoppelung der Übertragungsmagnete eine Senkung der „Störkurven" (in Abb. 10 und 11) erreicht werden. Das gleiche ist bis zu einem gewissen Grade durch Anwendung permanenter Magnete am Gleis möglich. Immerhin ist die Einfügung zusätzlicher Einrichtungen meist gleichbedeutend mit einer Komplizierung der Anordnung, und es ist daher eine gewisse Vorsicht geboten, um nicht den auf der einen Seite erzielten Gewinn durch Vermehrung der Störmöglichkeiten der Apparatur auf der anderen Seite wieder aufzuheben. Die Entscheidung darüber, wie weit man hier gehen kann, wird letzten Endes nur auf Grund praktischer Erprobung möglich sein, auch kann nur durch eine lange Reihe von Beobachtungen im Betriebe festgestellt werden, ob die Vorteile des Gleichstromsystems, Einfachheit und Stabilität der elektrischen Einstellung, überwiegend sind gegenüber den Eigenschaften, die unter Umständen als Nachteile angesprochen werden können, nämlich Ansprechen auf massive Eisenteile, Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit und verhältnismäßig geringer Luftabstand der Übertragungsorgane.


Abb. 15. Relais mit Abzugsmagnet.

In Erkenntnis der Tatsache, daß gerade bei dem schwierigen Problem der Zugbeeinflussung durch die praktische Erprobung allein ein sicheres Urteil über die Brauchbarkeit einer Einrichtung gebildet werden kann, stellt die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft auf ihren dampfbetriebenen Strecken mit verschiedenen Systemen gleichzeitig Dauerversuche an, so daß hier auf breiter Basis Erfahrungen gesammelt werden. Auf elektrisch betriebenen Stadtschnellbahnen sind gleichfalls Versuche im Gange. Hier scheint im besonderen wegen der bequemen Stromversorgung und u. U. aus den Betriebserfordernissen heraus (bedingtes Signalsystem) die Lösung der Aufgabe mit Hilfe des Gleichstromsystems naheliegend.

Eine neue Formel für die Magnetisierungskurve.

Von A. Koepsel, Berlin-Friedenau.

Übersicht. Es wird eine einfache Umformung der Frölichschen Magnetisierungsformel bekanntgegeben, welche für den ganzen Bereich der Kurve Geltung hat, und aus der sich auch die Beziehung zwischen Permeabilität und Feldstärke mit einer für die Praxis ausreichenden Genauigkeit ergibt.

Die in der ETZ 1928, S. 108, erschienene Notiz „Das Gesetz der Magnetisierungskurve" gibt mir Veranlassung zu einer von mir schon seit Jahren beabsichtigten Bekanntgabe der Verbesserung der Frölichschen Gleichung für die Magnetisierungskurve. Die Frölichsche Magnetisierungsformel lautet

$$M = \frac{J}{a + b\,J}$$

worin M eine der Induktion B, J eine der Feldstärke H proportionale Größe bezeichnen. Man kann daher auch folgendermaßen schreiben:

$$B = \frac{H}{a + b\,H}.$$

Diese Formel hat zwar eine sehr einfache Form, aber sie gilt nur für einen kleinen Teil der Magnetisierungskurve, und wenn dieser Teil auch in das Gebiet fällt, welches in der Praxis gewöhnlich zur Anwendung kommt, so zeigt doch eine einfache Überlegung, daß diese Übereinstimmung der Beziehung zwischen Kraftliniendichte und Feldstärke, die in diesem Teil der Kurve besteht, doch nur eine zufällige ist, und daß durch diese Formel nicht das Gesetz ausgedrückt wird, dem diese Kräfte gehorchen. Wenn man nämlich aus der Frölichschen Formel die Beziehung, welche zwischen der Permeabilität $\mu = B/H$ und der Feldstärke H besteht, herzuleiten versucht, so ergibt sich

$$\mu = \frac{1}{a + b\,H}.$$

Bildet man

$$\frac{d\mu}{dH} = \frac{-b}{(a + b\,H)^2} = 0,$$

so ergibt sich $b = 0$, was der Formel und der Erfahrung widerspricht, denn danach besitzt μ überhaupt kein Mini-

mum oder Maximum, was ebenfalls der Erfahrung widerspricht.

Nicht so einfache Beziehungen zwischen Induktion und magnetisierender Kraft zeigen andere Magnetisierungsformeln, wie die von Waltenhofen, von Müller und von Kapp. Auch sie gelten nur für einen kleinen Bereich der Magnetisierungskurve, und auch aus ihnen läßt sich die wahre Beziehung zwischen μ und H nicht herleiten.

Man hat auch versucht, eine Beziehung zwischen μ und B, $\mu = f(B)$, zu finden. Hierher gehört die Formel von Fleming[1]

$$\mu = 5{,}6\, B^{2/3}$$

oder

$$\mu = 5{,}3\, B^{2/3},$$

welche für Werte von B zwischen $B = 1000$ und 5000 bzw. zwischen 5000 und 10 000 mit der Erfahrung annähernd übereinstimmt.

Auch die Formel von Zickler[2] gehört hierher

$$\mu = \bar{\mu}\left\{\frac{1}{10} + \frac{31}{15}\frac{B}{B'} - \frac{21}{15}\left(\frac{B}{B'}\right)^2 + \frac{7}{30}\left(\frac{B}{B'}\right)^3\right\},$$

wo $\bar{\mu}$ das Permeabilitätsmaximum und B' die diesem entsprechende Induktion bezeichnen. Aber keiner von diesen Versuchen hat dazu geführt, eine allgemeine Beziehung zwischen B und H einerseits und zwischen μ und H anderseits zu finden, welche für den ganzen Bereich der Magnetisierungskurve auch nur näherungsweise Geltung hätte. Und doch wird man nicht bestreiten wollen, daß die Auffindung einer solchen Beziehung von allgemeinem Interesse ist, was ja auch die vielen Versuche, welche nach dieser Richtung gemacht worden sind, zur Genüge beweisen.

Einen weiteren Versuch nach dieser Richtung stellt die vorliegende Arbeit dar, welche eine Funktion behandelt, die nicht nur den Verlauf der Magnetisierungskurve wohl fast in ihrem ganzen Bereich darstellt, sondern aus der auch die Beziehung zwischen Permeabilität und Feldstärke mit einer für die Praxis genügenden Genauigkeit in ihrem ganzen Verlauf abgeleitet werden kann und die zudem so einfach ist, daß die hierbei vorkommenden Rechenoperationen auch dem praktischen Techniker keine Unbequemlichkeiten machen dürften.

Eine einfache Umgestaltung der Frölichschen Magnetisierungsformel führt zu diesem überraschenden Resultat. Setzt man nämlich

$$B = e^{\frac{H}{a + bH}}, \text{ statt } B = \frac{H}{a + bH},$$

also

$$\log B = \frac{H}{a + bH},$$

also in die Frölichsche Formel $\log B$ statt B, so ergibt sich außer einer genügenden Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung auch eine Formel für die Permeabilitätskurve, welche Maximum und Minimum für die praktisch festgesetzten Punkte aufweist, und außerdem zeigt die Formel $\log B = e^{\frac{H}{a + bH}}$ auch den stets beobachteten Wendepunkt in der sog. jungfräulichen Kurve für kleine Werte von H.

Nämlich aus

$$B = e^{\frac{H}{a + bH}}$$

ergibt sich

$$\frac{d^2 B}{d H^2} = e^{\frac{H}{a + bH}}\left\{\frac{a^2 - 2ab(a + bH)}{(a + bH)^4}\right\}.$$

Aus $\frac{d^2 B}{d H^2} = 0$ folgt

$$a^2 - 2ab(a + bH) = 0,$$

d. h. die Kurve hat einen Wendepunkt für

$$H = \frac{a}{2b^2}(1 - 2b).$$

Vor diesem Wendepunkt ist die Kurve konvex, nach demselben konkav nach unten.

Für die Permeabilitätskurve erhält man folgende Formel

$$\frac{B}{H} = \frac{e^{\frac{H}{a + bH}}}{H}.$$

Die Betrachtung des Verlaufes dieser Kurve ergibt, daß sie ein Maximum und ein Minimum besitzt. Den Wert von H, für welchen ein Maximum oder Minimum auftritt, findet man aus der Gleichung $\frac{d\mu}{dH} = 0$, d. h.

$$\frac{e^{\frac{H}{a + bH}}}{H^2}\left\{\frac{aH - a^2 - 2abH - b^2H^2}{(a + bH)^2}\right\} = 0,$$

d. h.
$$b^2H^2 + aH(2b - 1) + a^2 = 0,$$

woraus sich ergibt

$$H = \frac{a}{2b^2}(1 - 2b) \pm \sqrt{\frac{a^2(1 - 2b)^2}{4b^4} - a^2}.$$

Eine einfache Überlegung lehrt, daß der Wert von H, welcher dem positiven Vorzeichen der Wurzel entspricht, ein Maximum ergibt, während der dem negativen Vorzeichen der Wurzel entsprechende ein Minimum liefert.

Der Verlauf der Permeabilitätskurve wird durch das Diagramm Abb. 1 dargestellt, welches dem tatsächlich beobachteten Verlauf entspricht.

Abb. 1. Permeabilitätskurve.

Daß für $H = 0$ offenbar $\mu = \infty$ wird, erscheint zwar paradox, spricht indessen nicht gegen die Geltung der Formel, denn welchen Wert μ für $H = 0$ annimmt, entzieht sich der Beobachtung. Jedenfalls müßte für Felder unter 0,09 bei Schmiedeeisen die Permeabilität wieder zunehmen.

Wie genau der Verlauf der Magnetisierungskurve aus der logarithmischen Formel berechnet werden kann, selbst wenn nur zwei nahe beieinanderliegende Punkte beobachtet worden sind, dafür diene folgendes

Beispiel:

I. Gußeisen	II. Schmiedeeisen
$H = 3$, $B = 2500$	$H = 3$, $B = 3700$
$H = 5$, $B = 3700$	$H = 5$, $B = 6550$
$H = 20$, $B = 6000$	$H = 20$, $B = 13660$.

Aus $H = 3$ und $H = 5$ berechnen sich die Konstanten a und b, wenn man Briggsche Logarithmen zugrunde legt, wie folgt:

Für I: $a = 0{,}1025$, $b = 0{,}2597$.
Für II: $a = 0{,}1367$, $b = 0{,}2347$.

Für $H = 20$ ergeben sich hieraus:

Für I: $B = 5\,972$, Abweichung vom beob. Wert 0,47 %.
Für II: $B = 13\,810$, Abweichung vom beob. Wert 1,1 %.

Die gleiche Berechnung mit der Frölichschen Formel ergibt:

Für I: $a = 0{,}000\,973$, $b = 0{,}000\,075\,7$.
Für II: $a = 0{,}000\,802$, $b = 0{,}000\,023\,7$.

Für $H = 20$ ergibt sich hieraus:

Für I: $B = 8\,042$, Abweichung vom beob. Wert 34 %.
Für II: $B = 49\,100$, Abweichung vom beob. Wert 260 %.

Wenn man bedenkt, daß bei der Exponentialkurve nur zwei nahe beieinanderliegende Punkte zur Berechnung der Konstanten a und b berücksichtigt worden sind, so muß die Übereinstimmung von weit davon abliegenden mit den beobachteten Punkten als vorzüglich bezeichnet werden, so daß hieraus auch im Hinblick auf die Übereinstimmung der Permeabilitätskurve mit der Beobachtung geschlossen werden kann, daß die logarithmische Beziehung zwischen Induktion und Feldstärke ein Naturgesetz darstellt, durch welches diese Beziehung eindeutig dargestellt wird.

Vor Drucklegung dieser Arbeit ging mir eine Arbeit „Magnetic reluctivity relationship" von R. L. Sanford zu, in welcher Beobachtungen von Induktionen bei Feldstärken von 99 ... 3014 für reines weiches Eisen und von Feldstärken von 238 ... 2630 für gehärteten Stahl angegeben sind, und zwar wie folgt:

Weiches Eisen		Gehärteter Stahl	
H	B	H	B
99	18 020	232	13 000
128	18 440	318	14 080
157	18 810	430	14 890
—	—	—	—
—	—	—	—
3 014	21 570	2 630	17 810

[1] Fleming, Alternating Current Transformers, Bd. 2, S. 515.
[2] Zeitschr. f. Elektrotechn. 1895, H. 19

Berechnet man für Eisen die Konstanten a und b nach der Formel $\log B = \frac{H}{a + b\,H}$ aus den Werten $H = 99$ und $H = 258$ bzw. $H = 99$ und H 720, so erhält man im Mittel

$$a = \frac{H_1\,H_2\,(\log B_2 - \log B_1)}{(H_2 - H_1)\log B_1 \log B_2} = 0{,}42$$

$$b = \frac{H_2 \log B_1 - H_1 \log B_2}{(H_2 - H_1)\log B_1 \log B_2} = 0{,}2307\,.$$

Hieraus ergibt sich

Zahlentafel 1.

H	B beob.	B ber.	Abweichung
99	18 020	18 030	+ 0,06%
128	18 440	18 800	+ 2 %
157	18 810	19 270	+ 2,6 %
214	19 480	19 320	— 0,8 %
258	19 860	20 180	+ 1,6 %
307	20 280	20 370	+ 0,45%
412	20 890	20 700	— 0,95%
503	21 260	20 940	— 1,5 %
630	21 370	21 000	— 1,5 %
720	21 440	21 100	— 1,5 %
809	21 460	21 130	— 1,6 %
—	—	—	
—	—	—	
1411	21 570	21 400	— 0,8 %
—	—	—	
3014	21 570	21 360	+ 0,3 %

Für gehärteten Stahl erhält man aus $H = 232$ und $H = 860$

$$a = 1{,}81,\ b = 0{,}235.$$

Hieraus ergibt sich

Zahlentafel 2.

H	B beob.	B ber.	Abweichung
232	13 020	13 200	+ 1,4 %
318	14 080		
430	14 890	15 140	+ 1,7 %
—	—	—	
860	16 440	16 520	+ 0,5 %
1090	16 810	16 800	— 0,06%
—	—	—	
1710	17 390	17 250	— 0,8 %
—	—	—	
2420	17 730	17 460	— 1,5 %
2630	17 810	17 490	— 1,3 %

Für $H = \infty$ würde sich in Zahlentafel 1 ergeben $B = 21\,650$. Tatsächlich ist auch bis zu Feldern von $H = 3014$ kein höherer Wert beobachtet worden. Für $H = \infty$ in Zahlentafel 2 würde $B = 17\,900$ sein. Auch hier ist bis zu Feldern von $H = 2630$ kein höherer Wert beobachtet worden.

Wenn man bedenkt, daß die Konstanten a und b im ersteren Fall aus nur drei Punkten der Kurve, im letzteren Fall aus nur zwei Punkten gewonnen worden sind, so muß die Übereinstimmung mit der Beobachtung als vorzüglich bezeichnet werden, zumal die Beobachtungen wohl auch als nicht ganz genau zu betrachten sind.

Ich hoffe, daß es mir auch noch gelingen wird, auf diesem Wege eine Gleichung für die Hysteresisschleife aufzustellen.

Selbsttätige Stromversorgung von kleineren Telephonämtern.

Von Dr.-Ing. E. h. **Karl Schmidt,** Berlin-Lichtenrade.

Übersicht. Im vorliegenden Aufsatz wird die Stromversorgung für kleinere Telephonämter beschrieben und die Art der Schaltungen kritisch beleuchtet, vor allem die Vor- und Nachteile der Verwendung von Gleichrichtern und Motordynamos gegenübergestellt, wobei der Verfasser nachweist, daß in den meisten Fällen — aus technischen wie wirtschaftlichen Gründen — zweckentsprechenden Motordynamos der Vorzug zu geben ist.

Von der früher üblichen Art, jedes Telephonamt mit zwei Batterien auszurüsten, von denen die eine geladen, die andere entladen wird, kommt man aus wirtschaftlichen und technischen Gründen immer mehr ab. Es gibt noch genug Verteidiger dieses Doppelbatteriesystems, sie werden aber keinen Erfolg mehr haben, da die ins Auge springenden Vorteile des Einbatteriesystems eben nicht mehr wegzuleugnen sind. Die meist vorgebrachten Einwände der größeren Betriebsicherheit bei Störungen des Starkstromnetzes sind nur bedingt richtig; in der Tat wird damit nicht viel erreicht. Eine Unterbrechung der Stromlieferung aus den Starkstromzentralen gehört, insbesondere bei größeren Netzen, zu den größten Seltenheiten; aber auch die kleineren Zentralen und Überlandwerke kommen infolge der fortschreitenden Leitungstechnik zu immer größerer Betriebsicherheit, so daß auch hier länger dauernde Störungen zu Seltenheiten werden; und sollte wirklich einmal ein Telephonamt infolge Unterbrechung des Starkstromes den Betrieb auf einige Stunden aussetzen müssen, so dürfte der entstehende Schaden bei weitem nicht so groß sein wie der, der unter Umständen in Krankenhäusern, wo sogar Menschenleben in Gefahr sind, Fabriken usw. auftreten kann. Hier müßten dann erst recht durch eigene Zentralen Maßnahmen getroffen werden, daß eine Stromunterbrechung des Starkstromnetzes keinen Einfluß auf den weiteren Betrieb ausübt; aber nur wenige Betriebe können sich eine derartige Betriebsicherheit leisten.

Der weitere Vorteil bei Verwendung zweier Batterien, der häufig ins Feld geführt wird, ist der, daß man die freie Batterie immer mit dem billigen Nachtstrom laden kann, wodurch Ersparnisse erzielt werden. Dasselbe kann man aber auch beim Einbatteriesystem durchführen.

Es ist im folgenden nur die Rede von der Stromversorgung kleiner Ämter, insbesondere Selbstanschlußämter (SA-Ämter). Die Stromversorgung dieser Ämter spielt eine sehr wichtige Rolle, zumal ihre Zahl in immer stärkerem Wachstum begriffen ist. Die Selbstanschlußämter verlangen eine selbsttätige Ladung der Batterie, denn die kleinen SA-Ämter werden nur von Zeit zu Zeit kontrolliert, und es muß deshalb auch die Batterieladung ganz selbsttätig vor sich gehen. Ob es Zweck hat, von den Batterien überhaupt abzugehen und direkten Umformerbetrieb zu verwenden, mag dahingestellt sein. Der Verfasser ist der Meinung, daß bei den meisten Zentralen, insbesondere Privatzentralen, eine besondere Batterie nicht notwendig ist; er betrachtet es als kein Unglück, wenn bei einer Störung des Starkstromnetzes auch die Telephonzentrale gestört ist. Im allgemeinen werden für Privatzentralen Batterien von 12, 18 und 24 Zellen verwendet, bei den Post-SA-Ämtern ausschließlich 30 Zellen.

Die Kosten der Stromversorgungsanlage spielen in den gesamten Kosten eines kleinen SA-Amtes eine ganz wesentliche Rolle und betragen bis zu 20 % der Gesamtkosten. Aus diesem Grunde ist man bestrebt, die Anlagekosten für die Stromversorgung so gering wie möglich zu gestalten.

Daß die Ladequelle, der Gleichrichter oder die Motordynamo, zu gleicher Zeit mit der Batterie bei starkem Verbrauch Strom an das Telephonnetz abgibt, also in Pufferschaltung arbeitet, ist eine Maßnahme, die zur Verbilligung der Anlage unbedingt notwendig ist. Je nach den gestellten Bedingungen betreffs Spannungskonstanz des Telephonstromes müssen mehr oder weniger zweckentsprechende Einrichtungen verwendet werden; so z. B. verlangt die Reichspost, daß die Verbrauchspannung nur in den Grenzen von 57 ... 62 V schwanken darf. Bekanntlich schwankt die Spannung der Batterie zwischen Entladung und Volladung bis zu 50 %. Soll also die Batterie während des Telephonbetriebes voll geladen werden können, so müssen, wie in Starkstromzentralen, Zellenschalter oder abschaltbare Gegenzellen[1] verwendet werden; andernfalls muß in reiner Pufferschaltung gearbeitet werden, und zwar derart, daß Batterie-, Gleichrichter- bzw. Dynamospannung auch bei verschiedenen Belastungen gleich bleiben. Beim Gleichrichter konnte dies noch nicht eingehalten werden, bei der Dynamomaschine mit der Kompoundschaltung des Verfassers aufs genaueste.

Die Entwicklung der Gleichrichter hat in den letzten Jahren ganz erhebliche Fortschritte gemacht. Der gewöhnliche Quecksilberdampf-Gleichrichter, dessen Zündung auf mechanische Art bewerkstelligt werden muß, ist durch den Argonal-Gleichrichter, der selbsttätig zündet, ganz erheblich verbessert worden. Der Argonal-Gleichrichter zeichnet sich im Gegensatz zu den bekannten

[1] Loog, Der Pufferbetrieb. Tel. u. Fernspr. Techn. Bd. 16, S. 156

Quecksilberdampf-Gleichrichtern auch dadurch aus, daß sein Lichtbogen auch noch bei geringen Strömen brennt. Diese Eigenschaft wurde erreicht durch eine Natrium-Kalium-Quecksilberlegierung als Kathodenmaterial und Füllung der Glaskörper mit dem Edelgas Argon. Die Zündung wird eingeleitet durch Anlegen einer 500 V-Spannung, die nach Zündung mittels Relais abgeschaltet wird.

Neuerdings scheint der Kathodengleichrichter das Feld zu beherrschen, da er dem Quecksilbergleichrichter überlegen erscheint. Die Hauptvorzüge sind: Äußerst kleine Abmessungen der Röhre, sofortige Zündung, da nur ein Glühdraht zum Glühen gebracht werden muß; größte mechanische Stabilität des Gleichrichterkolbens, der Kathoden und Anoden zeichnen ihn ganz besonders aus.

Was den Wirkungsgrad der Röhrengleichrichter anlangt, so ist derselbe bei Spannungen von 70 V an ein recht guter. Bei der in SA-Ämtern verwendeten Spannung von 60 V wird beim Quecksilbergleichrichter ein Gesamtwirkungsgrad von höchstens 57 % erreicht; hier sind selbstverständlich die Verluste im Transformator und in der Gleichstromdrossel inbegriffen. Der Wirkungsgrad der Kathodengleichrichter bewegt sich in ähnlichen Grenzen. Bei der bei Privatzentralen verwendeten Spannung von nur 24 V sinkt der Wirkungsgrad ganz beträchtlich und bewegt sich in der Grenze von 30 ... 40 %. Die Röhrenwirkungsgrade, wie sie meistens von den Gleichrichter bauenden Firmen angegeben werden, liegen beträchtlich höher und erreichen bei 150 V bereits 90 %. Bei einer Ladeanlage ist aber der Gesamtwirkungsgrad von Bedeutung, bestehend aus gesamter zugeführter Wechselstromleistung und abgegebener Gleichstromleistung.

Die garantierte Lebensdauer der Gleichrichter bewegt sich in den Grenzen von 1000 ... 3000 Betriebstunden; so werden z. B. beim Quecksilbergleichrichter in der postmäßigen Ausführung 3000 Betriebstunden garantiert. Der postmäßige Gleichrichter wird zwecks Erzielung der Lebensdauer von 3000 h nur mit der halben Stromstärke beansprucht. Die Kathodengleichrichter-Firmen garantieren im allgemeinen nur eine Lebensdauer von 1000 Betriebstunden, versichern aber, daß im Durchschnitt 2 ... 3000 h erreicht werden. Bei beiden Gleichrichterarten sind die praktischen Erfahrungen noch lange nicht abgeschlossen. Jedenfalls sind die erzielten Betriebstundenzahlen nicht sehr hoch, wenn man bedenkt, daß die Kosten der Röhren, besonders beim Quecksilbergleichrichter, verhältnismäßig recht hohe sind, wodurch die Betriebskosten nicht unerheblich vergrößert werden.

Verwendet man die Gleichrichter im Parallelbetriebe mit der Batterie, so kann man, streng genommen, von einer Pufferung nicht sprechen, da der Gleichrichter infolge der vorgeschalteten Ohmschen Widerstände eine mit dem Strom stark veränderliche Spannung erzeugt. Es handelt sich hier mehr um eine Ladeschaltung. Bei ansteigender Ladespannung steigt die Spannung des Gleichrichters mit abnehmendem Strom, während man bei einer Pufferung konstante Spannungen verlangt. Hier tritt also ein gewisser Nachteil bei der Verwendung von Gleichrichtern im Parallelbetrieb mit der Telephonbatterie auf. Es wird hier die Batteriespannung, je nach dem Ladezustand, in weiten Grenzen schwanken, was für den Betrieb des Telephonamtes, besonders bei den höchsten Ladespannungen, nachteilig werden kann. Es ist wohl möglich, den Ladestrom dem praktischen Betriebe so anzupassen, daß sich der Ladezustand der Batterie im Durchschnitt nur wenig ändert, und zwar derart, daß tagsüber die Batterie zum Teil entladen wird und nachts Aufladung wiederum erfolgt, indem der Gleichrichter dauernd an die Batterie angeschlossen ist. Das hat aber gewisse Nachteile, die darin bestehen, daß es mitunter vorkommt, daß die Batterie überladen wird und so die Spannung auf ein unzulässig hohes Maß ansteigt. Bei plötzlich eintretender stärkerer Inanspruchnahme der Zentrale müßte die Ladestromstärke geändert werden, damit die Batterien nicht erschöpft werden. Überladungen können z. B. an Feiertagen stattfinden, wo bekanntlich die Gesprächsfrequenz auf ein Minimum zusammenschrumpft. Natürlich macht es keine Schwierigkeiten, wenn eine Bedienungsperson vorhanden ist und die Dauerladung der Batterie überwacht. In vielen Fällen, besonders in Privatzentralen, wird der oben geschilderte Dauerladebetrieb genügen, wenn die Batterieladung überwacht wird.

Um diese Übelstände zu vermeiden, sind auch Vorschläge gemacht worden, die Ladung bzw. den Pufferbetrieb nur so lange aufrechtzuerhalten, als Verbraucherstrom fließt. Hier liegen die Verhältnisse günstiger; es besteht weniger die Gefahr des Überladens als die der Erschöpfung der Batterien, sobald wesentliche Änderungen im Verbrauch auftreten. Eine stete Beaufsichtigung der Batterie ist auch hier unerläßlich. Hinzu kommt noch die Postbedingung, daß die Spannung sich nur in den Grenzen von 57 ... 62 V ändern darf. Das bedingt, daß eine 30-Zellenbatterie überhaupt nie bis zur zulässigen Entladungsgrenze von 1,8 V/Zelle, also insgesamt 54 V, entladen werden darf — sowie auch nie in den Ladezustand kommen dürfte, denn letzterer bedingt eine Spannung von 2,15 V je Zelle, also insgesamt 64,5 V. Die Einhaltung dieser Bedingung macht Schwierigkeiten, die gegenwärtig mit dem Gleichrichterbetrieb noch nicht eingehalten werden können, nur nach oben hin, wenn in die Verbraucherleitung regelbare Gegenzellen eingeschaltet werden.

Ein wichtiger Punkt beim Ladebetrieb mit Gleichrichtern ist die Anwendung von Drosselspulen zur Geräuschbefreiung. Da der von Gleichrichtern kommende Strom aus den Wechselstrom-Halbwellen zusammengesetzt ist, erzeugt er im Telephon starke Wechselstromtöne, die ohne Anwendung von Drosseln unerträglich sind. Verwendet man normale Drosseln, so nehmen diese große Dimensionen an; es beträgt z. B. das Gewicht der Drossel beim Quecksilbergleichrichter für 3 A Ladestrom bei 60 V 18,25 kg, der Selbstinduktionskoeffizient 4,5 H, und trotz dieser gewaltigen Dimensionen sind, besonders bei Anwendung von kleineren Batterien und höheren Ladeströmen, noch verhältnismäßig laute Brummtöne im Telephon zu hören. Bei Verwendung der Kompensationsdrossel des Verfassers läßt sich dagegen die erwähnte Drossel auf rd. $^1/_{10}$ der Dimensionen normaler Drosseln reduzieren[2].

Was die Ladung mit Maschinen anlangt, so verwendet man allgemein Motordynamos; auch ist es nicht ausgeschlossen, Einankerumformer zu verwenden, besonders bei kleineren Anlagen. Was den Anschaffungspreis betrifft, so sind bereits von 200 W an erstklassig ausgeführte Maschinen im Preise in ungefähr gleicher Höhe mit den kompletten Gleichrichtern. Wie bereits oben nachgewiesen, ist im Wirkungsgrad zwischen Maschine und Gleichrichter bei den für Telephonzentralen gebräuchlichen Spannungen kein wesentlicher Unterschied. Was die Lebensdauer angeht, so ist man heutzutage soweit, daß man Maschinen bauen kann, die ohne jegliche Wartung ein ganzes Jahr hindurch ununterbrochen laufen können. Natürlich müssen solche Maschinen auf Grund praktischer Erfahrungen besonders konstruiert sein.

Es fragt sich hier zuerst: Welche Teile einer Maschine sind der Abnutzung unterworfen? Betrachten wir einen Drehstrommotor, der mit einer Gleichstrom-Ladedynamo gekuppelt ist: Am Drehstrommotor können sich nur die Lager abnutzen. Werden richtig eingebaute Kugellager verwendet und mit entsprechendem Fett eingefettet, so können derartige Lager jahrelang laufen und erfordern jährlich nur ein einmaliges Auswaschen und Neufüllen mit Fett. Die Gleichstrommaschine wird ebenfalls mit Kugellagern ausgerüstet. Der sogenannte empfindlichste Teil bei der Gleichstrommaschine ist bekanntlich der Kommutator. Eine richtig gebaute Gleichstrommaschine kann ebenfalls Tausende von Stunden laufen, ohne daß der Kommutator nur einmal nachgeschmirgelt wird. Es sei nebenbei erwähnt, daß das Nachschmirgeln geradezu schädlich ist. Durch besondere Dauerversuche sowie an Maschinen der Praxis ist wiederholt der Beweis erbracht worden, daß eine richtig bemessene Gleichstrommaschine erst nach etwa 8 ... 10 000 Betriebstunden ein Auswechseln der Kohlen erfordert. Wenn trotzdem häufig Klagen laut werden, daß die Abnutzung der Bürsten und des Kommutators sehr stark ist, so sind entweder nicht sachgemäße Ausführung der Dynamo — hervorstehende Kollektorlamellen, vorstehender Glimmer, nicht richtiges Bürstenmaterial und besonders keine einwandfreie Kommutation — oder äußere Umstände die Ursache, so z. B. feuchte Räume und vor allem Einwirkungen des Staubes. Gerade letztere Einwirkung ist oft der Urheber ganz erheblicher Bürsten- und Kollektorabnutzung.

Will man unbedingt betriebsichere Maschinen, die jahrelang ohne jegliche Wartung laufen, so müssen die Maschinen vollkommen gekapselt sein, so daß äußere Einwirkungen völlig ausgeschaltet werden. Unter diesen Umständen ist es dann möglich, daß die Maschinen ohne jegliche Wartung Tausende von Betriebstunden aushalten. Derartige Maschinen sind für die selbsttätige Ladung von Telephonzentralen zweifellos das Gegebene. Der durch die besondere Ausführung der Maschinen erhöhte Preis amortisiert sich in kurzer Zeit. Werden derartige Maschinen für Telephonzentralen verwendet, so ist diesen gegenüber Gleichrichtern der Vorzug zu geben, insbesondere bei 24 V-Anlagen und Stromstärken über 2,5 A. Die Maschinen erfordern keine Drosselspulen, da es hier ohne weiteres möglich ist, die Maschinen elektrisch geräuschlos zu bauen.

[2] ETZ 1924, S. 708.



Ein Vorteil, den die Gleichrichter noch gegenüber Maschinen besitzen, ist die mechanische Geräuschlosigkeit. Es kommen Fälle vor, wo die Anlagen an Orten aufgestellt werden, an denen Geräusche unerwünscht sind, z. B. im Nebenraum des Schlafzimmers eines Postagenten; derartige Fälle gehören aber zu Seltenheiten und dürften nicht ausschlaggebend sein. Zudem lassen sich auch die Maschinengeräusche, besonders wenn die Maschinen, wie oben angegeben, vollkommen geschlossen sind, auf ein Minimum reduzieren. Auch stören die Wählergeräusche; das Geräusch der Relais und der Wähler in einem automatischen Amt übertönt in den meisten Fällen das Maschinengeräusch, so daß mit Rücksicht darauf der geräuschlose Gleichrichter gegenüber der Maschine auch hier nicht im Vorteil ist.

Kurz zusammengefaßt, liegen die Dinge wie folgt:

1. Die Anschaffungskosten einer vollständigen Gleichrichteranlage betragen ebensoviel wie die einer Motordynamo. Aus Preislisten erster Firmen ist zu ersehen, daß sich der Preis einer vollständigen Kathodengleichrichter-Anlage einschließlich Beruhigungsdrossel in der Größenordnung von 200 RM bewegt. Bei einer Motordynamo, bestehend aus Drehstrommotor mit auf Grundplatte gekuppelter Gleichstromdynamo, vollkommen geschlossen, liegt der Preis ungefähr in gleicher Höhe.

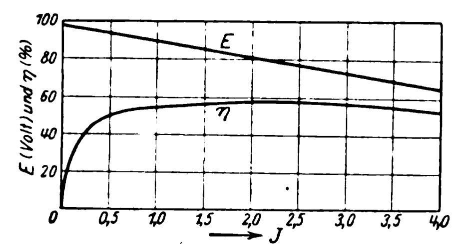


Abb. 1. Wirkungsgrad eines Kathodengleichrichters, abhängig vom Belastungsstrom (Amp.).

2. Die Wirkungsgrade sind einander praktisch gleich. Es beträgt z. B. der Wirkungsgrad eines postmäßigen Gleichrichters bei voller Leistung (3 A und 70 V) im günstigsten Falle 56 %, wie aus der Wirkungsgradkurve der Abb. 1 ersichtlich ist. Bei einer Belastung von 0,5 A, d. i. $^1/_6$ der Vollast, werden bereits 50 % erreicht. Bei einer Motordynamo gleicher Leistung werden bei $^1/_6$ der Last nur 40 % erreicht; bei Halblast jedoch steigt der Motorwirkungsgrad auf 58 % und bei Vollast auf 62 %. Bei Anlagen mit 24 V Batteriespannung bleiben die Wirkungsgrade für die Motordynamo ungefähr dieselben, während sie beim Gleichrichter ganz wesentlich schlechter werden und sich im Bereich von 35 % bewegen.

3. Die Betriebskosten sind beim Gleichrichter wesentlich höher, da Ersatzkolben nötig sind. Die Preise für Ersatzkolben für 3 A, 35 V, bewegen sich, je nach der Art des Gleichrichters, von 38 RM bis zu 100 RM. Verwendet man einen Kathodengleichrichter, so beträgt dieser Preis annähernd $^1/_5$ des Maschinenpreises, d. h. nach 6000 Betriebstunden, angenommen, es würde im ungünstigsten Falle nach je 1200 h ein Kolben unbrauchbar sein, würde der Gesamtpreis der Maschine amortisiert. 6000 Betriebstunden entsprechen ungefähr einer Betriebsdauer von 2 Jahren bei täglich 8½ h. Es gibt genug Firmen, die für ihre Maschinen eine ununterbrochene Betriebsdauer ohne jegliche Wartung von 6000 h garantieren.

4. Kleinere Vor- und Nachteile des Gleichrichters, wie Geräuschlosigkeit, eine unter Umständen leichtere Montage, die Zerbrechlichkeit des Gleichrichterkolbens sowie der Vorteil der Sperrung gegen Rückströme, spielen hier keine besondere Rolle. Es macht bei der selbsttätigen Ladeeinrichtung keine Schwierigkeiten, Rückstromrelais anzuwenden. Die Zerbrechlichkeit des Gleichrichterkolbens spielt allerdings eine Rolle, und es wird nicht zu umgehen sein, daß ab und zu Gleichrichterkolben durch Unachtsamkeit des Bedienungspersonals bzw. beim Transport Bruchschaden erleiden.

Auf Grund dieser Ergebnisse erscheint hier die Maschine dem Gleichrichter überlegen, ganz besonders dann, wenn es sich um Leistungen in der Größenordnung von mindestens 200 W und geringere Spannungen als 60 V handelt. Bei ganz kleinen Anlagen, wo man mit rd. 1,5 A Ladestromstärke auskommt, ist der Glühkathodengleichrichter infolge seiner Einfachheit der Maschine überlegen.

Besonders wichtig und vorteilhaft ist es, beim Gleichrichter immer zwei parallel geschaltete Kolben zu verwenden, so daß beim Unbrauchbarwerden eines Kolbens immer noch ein Kolben die Ladung übernimmt. Wird dagegen nur ein Kolben verwendet, so besteht bei der selbsttätigen Zentrale die Gefahr, daß die Batterie eines Tages vollkommen entladen ist. Auch sind zwei Kolben kleinerer Größe billiger als ein Kolben gleicher Leistung.

Wie einfach und vorteilhaft sich mit Maschinen die gestellte Aufgabe lösen läßt, kann aus der speziellen Beschreibung einer von der C. Lorenz A. G. hergestellten selbsttätigen Ladeeinrichtung mit Maschinen, die vom Verfasser vor einem Jahre entwickelt wurde und weite Verbreitung gefunden hat, ersehen werden. Diese Anlage unterscheidet sich prinzipiell von allen bisher auf dem Markte befindlichen insofern, als weder eine Lade- noch eine normale Pufferschaltung angewendet wird, und ihr Prinzip darin besteht, daß die Batterie nur zur Reserve dient, immer voll geladen ist und nur bei ganz schwachen Belastungen der Zentrale Strom an das Verbrauchernetz abgibt, ohne daß die Maschine in Tätigkeit tritt. Die Gesamtbelastung, auch Spitzenbelastung, kann die Maschine vollkommen übernehmen, so daß man mit sehr kleinen Batterien auskommt. Die Anlage kann derart eingestellt werden, daß, sobald die Maschine in Betrieb kommt, die Batterie einen kleinen Ladestrom erhält, so daß die Gewähr einer immer vollen Batterie gegeben ist. Das wird dadurch erreicht, daß der Verbrauchstrom eine Kompoundwicklung der Dynamo durchfließt, die so bemessen ist, daß die Maschine bei allen Verbrauchstromstärken, auch Stromspitzen, immer dieselbe Spannung gibt, so daß die Spannung der Anlage konstant bleibt. Der Motor wird jedesmal durch ein im Verbraucherkreis liegendes Relais eingeschaltet, sobald der Verbraucherstrom eine gewisse minimale Grenze überschreitet. Wenn die Dynamospannung gleich der Batteriespannung ist, schaltet ein zweites Relais die Dynamo zur Batterie parallel; dasselbe Relais ist mit einer Rückstromwicklung versehen, die den Umformer wieder abschaltet, sobald die Netzspannung ausbleiben sollte.

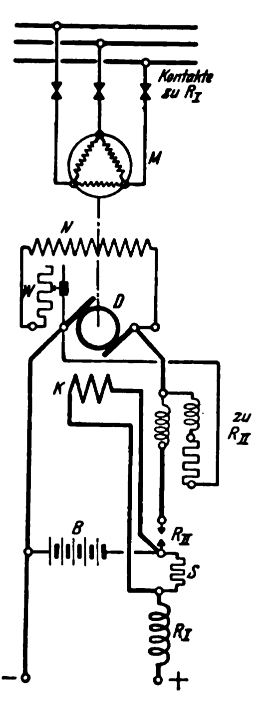


Abb. 2. Selbsttätige Ladeanlage der C. Lorenz A. G.

In Abb. 2 ist ein Prinzipschaltbild der Anlage gegeben. Es ist *M* ein Drehstrommotor, der mit der Dynamomaschine *D* gekuppelt ist. Die Dynamo besitzt eine Nebenschlußwicklung *N*, die durch den Widerstand *W* auf eine bestimmte Spannung, gleich der Batteriespannung, eingestellt werden kann. Wie ersichtlich, liegt die Kompoundwicklung *K* in der Verbraucherleitung, also hinter der parallelgeschalteten Akkumulatorenbatterie *B*. Wäre die Kompoundwicklung, wie es sonst üblich ist, vor die Batterie geschaltet, so würde die Gefahr des Umpolens der Maschine eintreten. Zur Geräuschdämpfung sowie zur Abgleichung ist ein Nebenschlußwiderstand *S* zur Kompoundwicklung geschaltet. Die Spule des Relais R_I liegt im Verbraucherkreis und schaltet den Motor ein. Die Nebenschlußspule des Relais R_{II}, die an den Klemmen der Dynamo liegt, schaltet die Dynamo parallel zur Batterie, sobald die Klemmenspannung gleich der Batteriespannung ist. Die Hauptstromwicklung dieses Relais bewirkt Abschalten der Dynamo von der Batterie, sobald ein Rückstrom fließen sollte.

Die Vorteile dieser Schaltungsart liegen, wie bereits erwähnt, darin, daß die Batterie so gut wie nicht beansprucht wird und daher immer voll geladen als Reserve dient, da im Falle einer Netzstörung eine volle Batterie zur Verfügung steht. Der Einwand, daß die Batterie infolge ihrer geringen Beanspruchung ihre Kapazität auf die Dauer nicht halten wird, ist hier nicht stichhaltig, da bekanntlich[3] kleinere Batterien auch bei reinem Lade- und Entladebetrieb in der Mehrzahl eine geringere Lebensdauer aufweisen als größere. Wie auch bereits praktisch festgestellt worden ist, erreichen Batterien beim Pufferbetrieb eine höhere Lebensdauer.

[3] Loog, Der Pufferbetrieb. Tel. u. Fernspr. Techn. Bd. 16, S. 162.

Zusätzliche Stromwärme von Gleichstrom-Nutenwicklungen mit unterteilten Leitern bei plötzlicher und gleichzeitiger Stromwendung in allen Leitern einer Nut.

Von **Hans Bechmann**, Berlin-Tegel.

Übersicht. In Verfolg der Gedankengänge von Dreyfus wird auf einfachem Wege für die zusätzliche Stromwärme von Gleichstrom-Nutenwicklungen mit unterteilten Leitern bei plötzlicher und gleichzeitiger Stromwendung in allen Leitern einer Nut eine allgemeine Gleichung entwickelt. Die Ergebnisse stimmen mit Rechnungen überein, die R. Richter in einzelnen Fällen durchgeführt hat, und werden handlich zusammengestellt.

Rudolf Richter berechnet in einem Aufsatz im Arch. El.[1] die zusätzliche Stromwärme von Gleichstrommaschinen mit unterteilten Ankerleitern, indem er im Anschluß an zwei Arbeiten von Dreyfus[2] für die Stromverteilung nach einer plötzlichen Stromwendung eine Fouriersche Reihe entwickelt. Diesen Weg beschreitet Richter, weil er seine Ausführungen an die Untersuchung der Stromverdrängung bei „Sinusstrom" anschließt. Bei plötzlicher Stromwendung ist es aber für die Berechnung der zusätzlichen Stromwärme nicht notwendig, auf die Stromverteilung nach der Stromänderung einzugehen. Vielmehr kann man sich in diesem Fall einer einfachen Schlußweise bedienen, die für massive Leiter schon Dreyfus gebracht hat. Da diese Schlußweise das Wesen der Zusammenhänge besonders deutlich hervortreten läßt, scheint es angebracht, sie auf unterteilte und verschränkte Leiter zu übertragen, trotzdem ihre Ergebnisse von denen Richters nicht abweichen.

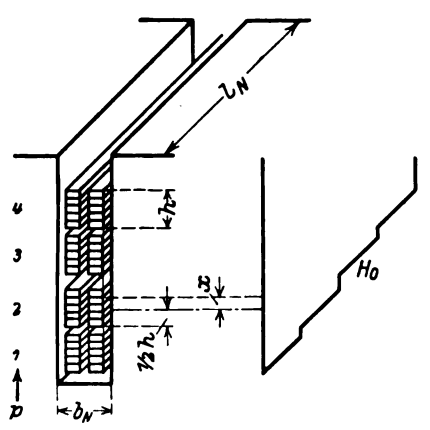


Abb. 1. Offene Nut mit unterteilten Leitern.

Ein unterteilter Leiter ist aus nebeneinander geschalteten Einzeldrähten zusammengesetzt. Bildet man über den Querschnitt eines solchen Einzeldrahtes den Strommittelwert, so ist, wenn der Einzeldraht nicht unendlich dünn ist, diesem Mittelwert nach einer Änderung des Leiterstromes eine Wirbelströmung überlagert, die sich innerhalb des Einzeldrahtes schließt. Anderseits weicht nach einer Änderung des Leiterstromes der Strommittelwert über einen Einzeldraht-Querschnitt von dem Strom, der im Beharrungszustand den Einzeldraht durchfließt, um einen Wirbelstrom ab, der seinen Kreis über einen oder mehrere andere Einzeldrähte vollendet. Die folgenden Rechnungen erstrecken sich nur auf Verluste, die von Wirbelströmen der letzten Art erzeugt werden.

Solche Berechnungen haben nur dann Wert, wenn man nachweisen kann, daß die Summe der Verluste, herrührend von den innerhalb je eines Einzeldrahtes kreisenden Wirbelströmungen, mit wachsender Unterteilung auch dann verschwindet, wenn die Summe der Einzeldrahthöhen nicht Null, sondern annähernd gleich der Leiterhöhe ist. Dieser Nachweis läßt sich für „Sinusströme" leicht führen.

Dagegen hat schon Dreyfus[3] gezeigt, daß bei unendlich schnellem und gleichzeitigem Ausschalten von allen Leitern einer Nut die Wirbelstromwärme nur von der Summe der übereinander liegenden Einzeldrahthöhen, nicht aber von ihrer Zahl abhängt. Man kann auch sagen, bei plötzlicher Stromwendung ergänzt sich die Wärme der innerhalb je eines Einzeldrahtes kreisenden Wirbelströmungen mit der Wärme, erzeugt von den über verschiedene Einzeldrähte sich schließenden Wirbelströmen, zu einem Betrage, der nur von der Summe der Einzeldrahthöhen abhängt und sich nicht durch irgendwelche Unterteilung und Verschränkung der Leiter vermindern läßt.

Daß hier trotzdem die Wärme berechnet wird, welche die über verschiedene Einzeldrähte sich schließenden Wirbelströme bei plötzlicher Stromwendung erzeugen, hat seinen Grund in der mathematischen Schwierigkeit des Ansatzes für endliche Stromwendungsdauer und rechtfertigt sich dadurch, daß im Vergleich zu dieser Wärme die Einzeldrahtwirbelstromwärme mit wachsender Stromwendungsdauer um so schneller sinkt, je feiner unterteilt wird. Der Grenzfall plötzlicher Stromwendung läßt daher erkennen, auf welchen Bruchteil man bei endlicher Stromwendungsdauer die Wirbelstromwärme durch Unterteilung und Verschränkung der Leiter herabmindern kann. In der Rechnung werden folgende Zeichen benutzt:

f	Frequenz
H_0	magnetisches Feld in der Nut vor der Stromwendung
H_W	Wirbelstromfeld unmittelbar nach der Stromwendung
I	Leiterstrom vor der Stromwendung
k	Zahl der Leiter eines Wicklungselements
l_K	Windungslänge
m	Zahl der in einer Nut übereinander liegenden Leiter
N_W	Wirbelstromleistung einer Spule
n	Zahl der in einer Nut nebeneinander liegenden Leiter
p	Nummer der Leiterreihe, vom Nutengrund gezählt
q_K	Kupferquerschnitt eines Leiters
(RI^2)	Ohmsche Leistung einer Spule bei gleichmäßiger Stromverteilung
W_W	Energie des Wirbelstromfeldes einer Spule
μ_0	Permeabilität der Luft: $\mu_0 = 1{,}256 \cdot 10^{-8} \frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{Acm}}$
ϱ	spezifischer Widerstand.

In Abb. 1 ist eine offene Nut mit m übereinander und n nebeneinander liegenden Leitern je vom Kupferquerschnitt q_K aufgezeichnet. Alle übereinander liegenden Leiter einer Spule werden in Reihe geschaltet und an je ein Stromwendersegment angeschlossen. Die Zahl k der Leiter eines solchen Wicklungselements ist

bei Einschichtwicklungen $k = 2\,m$, ... (1)

bei Zweischichtwicklungen $k = m$. . . . . . . (2)

Für die Folge und die Verschränkung der Leiter bestehen dabei, wie man in Abb. 4 sieht, verschiedene Möglichkeiten. Die Einzeldrähte sind auf ihrer ganzen Länge gegeneinander isoliert und nur durch die Stromwenderanschlüsse parallel geschaltet.

Vor der Stromwendung fließt, wenn man den Wirbelstromrest aus der vorhergehenden Stromwendung vernachlässigt[4], in jedem Leiter ein über die Einzeldrähte gleichmäßig verteilter Strom I. Diese Ströme erzeugen, quer zur Nut gerichtet, in der Höhe x der p-ten Leiterreihe, vom Nutengrund her gezählt (Abb. 1), eine magnetische Feldstärke

$$H_{0,p} = \left(p - \frac{1}{2} + \frac{x}{h}\right) \frac{n\,I}{b_N} . \quad \quad (3)$$

In Abb. 2 sind die Wicklungselemente der Schaltarten 7 und 9, Abb. 4, abgewickelt. Die Leiterseiten sind dabei in ihrer Schaltungsfolge numeriert und irgend zwei nahe beieinander liegende Einzeldrähte durch starke Striche hervorgehoben. Diese Drähte bilden im Verein mit den Stromwenderanschlüssen eine geschlossene Leitung. Als Umlaufsinn wird Rechtslauf um die magnetische Feldstärke quer zum Leiter *1* und als positive Normale zu einer von der Drahtschleife eingegrenzten Fläche die dem Umlaufsinn jeweils rechtshändig zugeordnete

[1] Arch. El. Bd. 5, S. 1.
[2] El. u. Maschinenb. Bd. 32, S. 281. Arch. El. Bd. 3, S. 273.
[3] El. u. Maschinenb. Bd. 32, S. 281.

[4] Über die Bedingungen, unter denen diese Vernachlässigung statthaft ist, vgl. Dreyfus, wie Fußnote 3.

Richtung erklärt. Man berechnet dann den Induktionsfluß durch die Drahtschleife v o r der Stromwendung wie folgt:

$$d\Phi_0 = \mu_0 (H_{0,p_1} \pm H_{0,p_2} \pm \dots \pm H_{0,p_k})\, l_N \, dx. \quad . \quad (4)$$

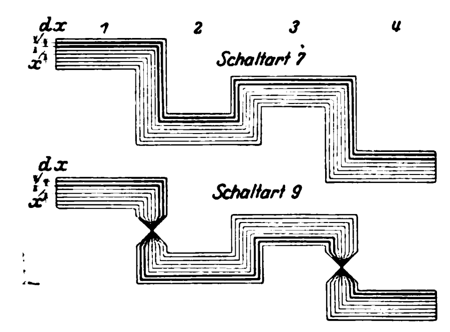


Abb. 2. Abgewickelte Wicklungselemente.

Die Fußzahlen sind die Nummern der Leiter. Die positiven Vorzeichen gelten für alle Leiter, deren Normale in der Abwicklung mit der Normalen zum Leiter *1* gleich, die negativen Vorzeichen für alle Leiter, deren Normale in der Abwicklung der Normalen *1* entgegengesetzt gerichtet ist. Jede Verschränkung bewirkt also einen Vorzeichenwechsel. Bei Einführen der Gl. (3) in (4) ist zu bedenken, daß auch x bei jeder Verschränkung das Vorzeichen wechselt. Man erhält daher

$$d\Phi_0 = \mu_0 \left[\left(p_1 - \frac{1}{2}\right) \pm \left(p_2 - \frac{1}{2}\right) \pm \dots \pm \left(p_k - \frac{1}{2}\right) + k\frac{x}{h}\right] \frac{n I}{b_N}\, l_N \, dx. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Was bei plötzlichem Ausschalten des Stromes I geschieht, macht man sich leicht an dem Fall klar, daß jeder Leiter nur aus zwei linearen Drähten besteht (Abb. 3). Da jedes Drahtpaar einen in sich geschlossenen Leitungskreis vorstellt, kann sich der hindurchtretende Induktionsfluß nicht sprungweise ändern. Die Wirbelströme müssen vielmehr unmittelbar nach dem Ausschalten einen gleichen Induktionsfluß erzeugen, wie er vor dem Ausschalten bestand,

$$d\Phi_W = d\Phi_0. \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Abb. 3. Nutenfeld unmittelbar vor und nach einem plötzlichen Ausschalten der Nutdurchflutung im Falle, daß jeder Leiter aus einem Paar nebeneinander geschalteter linearer Drähte besteht.

Das Wirbelstromfeld ist freilich anders verteilt als das Nutenfeld vor dem Ausschalten (Abb. 3). Wesentlich ist, daß jeder unterteilte Leiter quer zu allen seinen in den Nuten liegenden Längen ein gleiches, zu seiner Mittellinie symmetrisches Wirbelstromfeld H_W erzeugt. Dieser Satz gilt auch dann, wenn die Leiter aus beliebig vielen Einzeldrähten bestehen. Der Wirbelstrominduktionsfluß durch die Drahtschleife, Abb. 2, ist infolgedessen unmittelbar nach dem Ausschalten

$$d\Phi_W = \mu_0 H_W k\, l_N \, dx. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Aus den Gl. (5), (6) und (7) folgt:

$$H_W = \left(\frac{\left(p_1 - \frac{1}{2}\right) \pm \left(p_2 - \frac{1}{2}\right) \pm \dots \pm \left(p_k - \frac{1}{2}\right)}{k} + \frac{x}{h}\right) \frac{n I}{b_N}. \quad (8)$$

Dieses Feld verwandelt seine ganze Energie durch die Wirbelströme in den Leiterdrähten in Wärme. Diese Energie beträgt

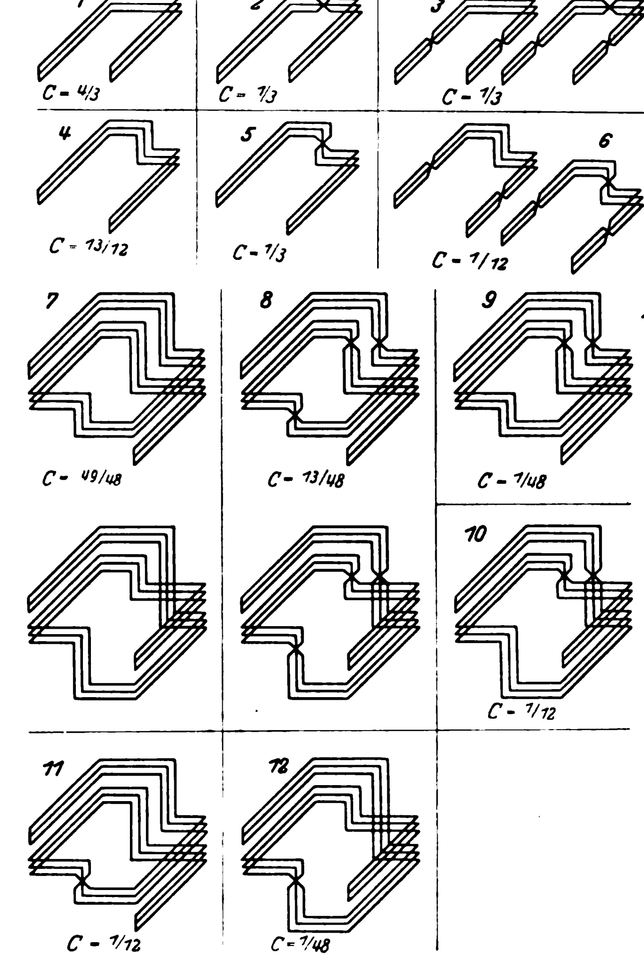
$$W_W = \frac{1}{2}\mu_0 k\, l_N b_N \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} H_W^2 \, dx. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Durch Einführen von (8) und Auswerten des Integrals berechnet man die Wirbelstromwärme einer Spule bei Ausschalten des Stromes I zu

$$W_W = \frac{1}{2}\mu_0 (n I)^2 l_N \frac{h}{b_N}\frac{k}{12} \times \left\{12\left(\frac{\left(p_1 - \frac{1}{2}\right) \pm \left(p_2 - \frac{1}{2}\right) \pm \dots \pm \left(p_k - \frac{1}{2}\right)}{k}\right)^2 + 1\right\}. \quad (10)$$

Die Stromwendung läßt sich als $2f$-maliges Ausschalten des Stromes $2I$ auffassen. Die Wirbelstromleistung einer Spule ist daher

$$N_W = \mu_0 f (N I)^2 l_N \frac{h}{b_N}\frac{k}{3} \times \left\{12\left(\frac{\left(p_1 - \frac{1}{2}\right) \pm \left(p_2 - \frac{1}{2}\right) \pm \dots \pm \left(p_k - \frac{1}{2}\right)}{k}\right)^2 + 1\right\}. \quad (11)$$



1 ... 3 unterteilte Leiter, Einschichtwicklungen
4 ... 12 „ „ Zweischichtwicklungen
Für massive Leiter $C = 4/3$.

Abb. 4. Wert C in Gl. (13) zum Berechnen der bezogenen Wirbelstromwärme von Gleichstrom-Nutenwicklungen bei plötzlicher und gleichzeitiger Stromwendung in allen Leitern einer Nut.

Die Ohmsche Leistung einer Spule bei gleichmäßiger Stromverteilung über die Einzeldrähte beträgt

$$(R I^2) = \varrho \frac{\frac{1}{2} k\, n\, l_K}{q_K} I^2, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

wo l_K die Windungslänge bedeutet. Die b e z o g e n e Wirbelstromleistung berechnet man aus den beiden letzten Gleichungen zu

$$\frac{N_W}{(R I^2)} = \frac{\mu_0}{\varrho} f \frac{2 l_N}{l_K} \frac{m h}{b_N} m\, n\, q_K C,$$

$$C = \frac{1}{3\,m^2} \times \left\{ 12 \left(\frac{\left(p_1 - \frac{1}{2}\right) \pm \left(p_2 - \frac{1}{2}\right) \pm \dots \pm \left(p_K - \frac{1}{2}\right)}{k} \right)^2 + 1 \right\}. \quad (13)$$

Für 75 ° warmes Leitungskupfer ist

$$\frac{\mu_0}{\varrho} = 5{,}82 \,.\, 10^{-3} \frac{s}{\mathrm{cm}^2} \,.\;\;\;\;\;\;\; (14)$$

Die Konstante C enthält die Abhängigkeit der Wirbelstromleistung von der Zahl und Schaltart der Leiter und ist für die wichtigsten Fälle in Abb. 4 aufgetragen[5].

Die Gl. (13) weichen nur der Form nach von den Ausdrücken ab, die R. Richter auf andere Art entwickelt, und gelten nicht nur für Verschränkung der Leiter in den Spulenköpfen, sondern auch für Verschränkung innerhalb der Nuten. Im letzten Fall wird der Bruch in der Klammer der zweiten Gl. (13) Null, und C erhält unabhängig davon, wie die Leiter sonst geschaltet sind, den Wert

$$C = \frac{1}{3\,m^2} \;\;\;\;\;\;\;\;\;\; (15)$$

(für eine Verschränkung in der Mitte jeder Nut).

Bemerkenswert ist, daß die Wirbelstromwärme sich auch bei Verschränkung der Leiter innerhalb der Nuten nicht ganz unterdrücken läßt.

[5] Beispielshalber berechnet man für die Schaltart 9:

$$C = \frac{1}{3\,.\,16} \left\{ 12 \left(\frac{3{,}5 - 1{,}5 - 2{,}5 \pm 0{,}5}{4} \right)^2 + 1 \right\} = \frac{1}{48}.$$

Das technische Programm der Zweiten Weltkraftkonferenz, Berlin 1930.

Auf Einladung des Deutschen Nationalen Komitees und unter Mitwirkung des Internationalen Hauptausschusses der Weltkraftkonferenz soll 1930 in Berlin die Zweite Weltkraftkonferenz (Vollkonferenz) stattfinden. Das unten folgende technische Programm dieser Tagung ist bereits den einzelnen Nationalen Komitees oder nationalen Vertretern unterbreitet worden. Es gibt nur die Ziele der Tagung, nicht aber die Themen der Berichte selbst an. Die Berichterstatter werden gebeten, sich in ihren Beiträgen auf die neueste Entwicklung zu beschränken und stets auch die wirtschaftlichen Gesichtspunkte des betreffenden Themas mitzubehandeln.

A. Energiequellen.

Bei den Beiträgen für diese Gruppe wird weniger an abgeschlossene Einzelberichte gedacht als an Mitteilungen, die das Büro der Zweiten Weltkraftkonferenz zu zusammenfassenden Weltübersichten verarbeitet. Sehr dankbar werden auch Angaben über wichtige Veröffentlichungen entgegengenommen, die von den Nationalen Komitees als maßgebend für ihr Land bezeichnet werden, desgleichen alle statistischen Angaben, die Unterlagen für größere Übersichten bieten können. Die Mitteilungen sollen folgende Punkte berücksichtigen:

Abteilung I. Feste Brennstoffe.
„ II. Flüssige Brennstoffe.
„ III. Gasförmige Brennstoffe.
„ IV. Wasserkräfte.
„ V. Ausnutzung der Erd- und Sonnenwärme, Windkraft usw

Gewünscht werden insbesondere: Angaben über Erschließung neuer Energiequellen und statistische Angaben hierüber, Angaben über aussichtsreiche Projekte zur Erschließung neuartiger Energiequellen, wichtige technische Fortschritte bei der Gewinnung (auch synthetische Gewinnung) und Förderung von festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen und Angaben über bereits erfolgte wichtige Veröffentlichungen.

B. Energieerzeugung, Energietransport und Energiespeicherung.

Abteilung I.

Dampfkraftanlagen und Brennstoffe.

Gruppe 1. Transport und Lagerung des stückigen Brennstoffes.
„ 2. Transport und Lagerung von Kohlenstaub.
„ 3. Transport und Lagerung von flüssigem Brennstoff.
„ 4. Transport und Speicherung von Gasen (Gasfernleitung).
„ 5. Feuerungsanlagen für feste, staubförmige, flüssige und gasförmige Brennstoffe.
„ 6. Regelung von Dampfkesselanlagen.
„ 7. Erzeugung von Hochdruckdampf mit mehr als 30 at.
„ 8. Dampfmaschinen und Dampfturbinen.
„ 9. Quecksilberdampfturbinen und Zweistoffturbinen.
Gruppe 10. Fernheizwerke (Dampf, Wasser).
„ 11. Wärmespeicher (Dampf, Wasser).
„ 12. Wärmeschutz.
„ 13. Kupplung von Kraft- und Wärmeversorgung.

Abteilung II.

Anlagen mit Verbrennungskraftmaschinen.

Gruppe 1. Die Gasmaschinen und die Gasturbinen. Hochofengasmaschinen. Dieselmaschinen. Aufladeverfahren. Abwärmeverwertung. Steigerung der Umlaufzahl. Kohlenstaubmotoren. Unschädlichmachung der Auspuffgase.
„ 2. Die Dieselmaschine für die Spitzendeckung der Elektrizitätswerke.
„ 3. Die Verbrennungskraftmaschine im Verkehrswesen.

Abteilung III.

Wasserkraftanlagen.

Gruppe 1. Übersicht über die gesetzliche Regelung der Wasserkraftnutzung.
„ 2. Bau und Betrieb großer Staudämme und Wehre: Wasserspeicher mit natürlichem Zufluß.
„ 3. Wasserkraftanlagen, gekuppelt mit Bewässerungs- und Verkehrsanlagen.
„ 4. Die experimentelle Forschung auf dem Gebiete der Wasserkraftausnutzung.
„ 5. Neues im Turbinenbau. Hochdruckleitungen Pumpspeicherwerke.

Abteilung IV.

Elektrische Anlagen.

Gruppe 1. Erzeugung und Transformierung des elektrischen Stromes; Zusammenarbeit verschiedenartiger Kraftanlagen.
„ 2. Hochspannungsleitungen (Freileitungen und Kabel, Sicherungen gegen Fehler).
„ 3. Selbsttätige und halbselbsttätige Kraft- und Nebenwerke.
„ 4. Die Rolle der Schwachstromtechnik im Kraftbetriebe.
„ 5. Speicherung der elektrischen Energie.
„ 6. Drahtlose Kraftübertragung.

Abteilung V.

Mechanische Energieleitung unter besonderer Berücksichtigung der Getriebe.

C. Energieverwendung.

Mechanische, elektrische und Wärme-Energie wird heute in irgendeiner Form auf allen Gebieten menschlichen Schaffens verwendet. Es kann sich deshalb hier nicht darum handeln, das seit Jahrzehnten Übliche nochmals zusammenfassend zu bearbeiten. Dagegen wäre es von hohem Wert, von den einzelnen Ländern zu erfahren, welche Gebiete der neuen oder verstärkten Energieverwendung heute ihre besondere Beachtung finden. Gedacht ist hierbei etwa an folgendes:



Abteilung I.

L a n d w i r t s c h a f t.

Gruppe 1. Gewinnung von Düngemitteln mittels großer Energie- und Gasmengen.

„ 2. Bewässerung und Entwässerung großer Landgebiete.

„ 3. Energieverwendung in landwirtschaftlichen Betrieben.

Abteilung II.

H a u s w i r t s c h a f t u n d G e w e r b e.

Gruppe 1. Gesteigerte Verwendung des elektrischen Stromes im Gewerbe und in der Hauswirtschaft (Antrieb von Kleinmaschinen des Haushalts, wie Staubsauger, Waschmaschinen, Plättmaschinen, Kühlanlagen usw.), ferner Benutzung der elektrischen Wärme zum Kochen und Heizen (Elektro-Dampfkessel).

„ 2. Gesteigerte Verwendung von Gas in der Hauswirtschaft, im Gewerbe und in der Industrie.

Abteilung III.

V e r k e h r s w e s e n.

Gruppe 1. Fortschritte in der Umstellung der Eisenbahnen auf elektrischen Betrieb; Betrieb von Nebenlinien.

„ 2. Verbesserung der Wärmeausnutzung in Lokomotiven: Dampfturbinenlokomotive, Diesellokomotive, Hochdrucklokomotive, Kohlenstaublokomotive.

„ 3. Kraftwagen als Zubringer oder Ersatz von Eisenbahnen.

„ 4. Energieverwendung im Schiffsbetrieb.

Abteilung IV.

E n e r g i e v e r w e n d u n g i m B e r g b a u u n d H ü t t e n w e s e n.

z. B. unmittelbare Gewinnung und Umwandlung von Eisen und Metallen mittels elektrischer Energie.

Abteilung V.

E n e r g i e v e r w e n d u n g i m B a u w e s e n u n d i n F a b r i k b e t r i e b e n.

D. Allgemeines.

Abteilung I.

V e r t r i e b v o n E n e r g i e.

Gruppe 1. Fortschritte im Ausgleich der Belastungsspitzen. Heranziehung von privaten Kraftanlagen zur Entlastung der Überlandkraftwerke.

„ 2. Kräftigung des Energiemarktes. Verstärkte und verfeinerte Werbung für die Anwendung der Energie. Finanzierung der Erzeugung und des Verbrauchs.

Abteilung II.

E n e r g i e w i r t s c h a f t u n d R e c h t.

Gruppe 1. Energieaustausch und Zwischenhandel mit Energie. Wegerecht für Energieleitung aller Arten. Durchquerung verschiedener Hoheitsgebiete.

„ 2. Energiewirtschaft und Landesplanung.

„ 3. Gesetzliche Regelung der Stromversorgung großer Gebiete.

„ 4. Staatliche und private Energieversorgung.

Abteilung III.

A u s b i l d u n g s f r a g e n.

Gruppe 1. Technische Ausbildung für den Bau und Betrieb von Kraft- und Verteilanlagen.

„ 2. Ausbildungsfragen im Zusammenhang mit der Energiewirtschaft.

Abteilung IV.

G e m e i n s c h a f t s a r b e i t.

Gruppe 1. Energiestatistik und ihre Methoden unter besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen Ergebnisse.

„ 2. Stand der Normung auf dem Gebiete der Energietechnik. Regeln für Leistungsversuche an Kraftanlagen.

„ 3. Vereinheitlichung der Terminologie.

Richtlinien.

1. Unabhängig von den einzelnen Gruppen und Untergruppen des technischen Programmes wird die Zweite Weltkraftkonferenz in drei oder vier Vorträgen vor allen Teilnehmern der Tagung zusammenfassend einige sehr wichtige große Ausblicke auf Gesamtgebiete der Energieerzeugung und Energieverwendung durch hervorragende Vertreter der internationalen Technik und Wirtschaft bringen. Die Vortragenden hierfür werden im Einvernehmen mit dem Londoner Zentralbüro gewonnen werden.

2. Die Berichte für die Zweite Weltkraftkonferenz können nur durch Vermittlung der Nationalen Komitees oder der nationalen Vertreter eingereicht werden. Aus Ländern, wo dies nicht möglich ist, können nach besonderer Vereinbarung mit dem Internationalen Hauptausschuß in London Berichte von Einzelpersonen entgegengenommen werden.

3. Die Berichte sollen nicht mehr als je 7500 Wörter umfassen. Sie sollen in Deutsch, Englisch oder Französisch abgefaßt sein und am Schluß eine Zusammenfassung von nicht mehr als 500 Wörtern in einer der beiden andern Sprachen enthalten. Der streng wissenschaftliche, objektive Charakter der Berichte muß unter allen Umständen gewahrt werden, auch dürfen sie nirgend wo anders zuvor veröffentlicht sein.

4. Um eine übersichtliche Inhaltsangabe herstellen zu können, wird empfohlen, daß die Verfasser ein gesondertes Inhaltsverzeichnis beilegen. Dieses Inhaltsverzeichnis soll nicht nur die Hauptgegenstände des Berichtes, sondern auch alle wichtigen Punkte des Berichtes erwähnen, die sich zur Aussprache eignen. Außer dem Inhaltsverzeichnis wollen die Verfasser ihrem Bericht ein Verzeichnis der Stichworte beifügen, unter denen sie wünschen, daß im Generalindex der Berichterstattung auf ihre Arbeit hingewiesen wird.

5. Die Berichte sollen mit Ausnahme der mathematischen Zeichen und Formeln, die besser mit der Hand geschrieben werden können, in Maschinenschrift abgefaßt sein, und zwar einseitig mit doppeltem Zeilenabstand geschrieben. Zwei Durchschläge von jedem Bericht müssen bis zum 1. November 1929 beim Büro der Zweiten Weltkraftkonferenz eingehen.

6. Hinweise und Fußnoten, die zum Druck im Text des Berichtes bestimmt sind, müssen in den mit der Maschine geschriebenen Exemplaren auf der gleichen Seite stehen, auf die sie Bezug haben.

7. Photographien und Zeichnungen dürfen im Druck höchstens 100 × 180 mm groß sein. Unterschriften hierzu sollen mit der Maschine auf die Rückseite der Unterlagen geschrieben oder geklebt werden. Die Anzahl der Bilder muß auf das notwendigste Maß beschränkt werden. Das Deutsche Nationale Komitee behält sich das Recht vor, für Bilder, die über das zulässige Maß hinausgehen, Bezahlung zu verlangen.

8. Photographien müssen klare, scharfe, kontrastreiche Bilder sein, auf glänzendem Karton, so daß sie auch ohne Retusche wiedergegeben werden können.

9. Zeichnungen müssen mit schwarzer Tusche auf weißem Papier hergestellt sein. Buchstaben sowie Beschriftungen sollen nur mit Bleistift ausgeführt sein, damit die Redaktion der Konferenz eine einheitliche Beschriftung durchführen kann. Da Zeichnungen durch Verkleinerung verbessert werden, so sollten sie etwa zweimal so groß sein, als sie gedruckt werden (also höchstens 200 × 360 mm). Die Linien müssen klar und scharf und wegen der Verkleinerung entsprechend dicker gehalten sein. Sofern die Zeichnungen nicht durch einen Zeichner ausgeführt sind, sollten alle Schattierungen usw. nur in Bleistiftstrichen angedeutet werden, um dem Graveur als Richtlinien zu dienen. Falls liniiertes oder mit Quadraten versehenes Papier



benutzt wird, darf es nur feine blaue Linien enthalten. Papier mit roten oder schwarzen Linien ist zu vermeiden.

10. In den Berichten dürfen, soweit dies möglich ist, nur international anerkannte Zeichen verwendet werden. Die Verfasser werden ersucht, die Einheiten in ihren Berichten eindeutig zu erläutern (z. B. die englische große oder kleine Tonne [2000 oder 2240 lbs] und die Gallone zu 8,33 oder 10 lbs usw.).
11. Die Verfasser erhalten keine Korrekturabzüge ihrer Berichte, bis die Aushängebogen für die Konferenz herausgegeben sind. Sie erhalten jedoch Gelegenheit, bis zum 15. August 1930 kleinere Korrekturen an ihren Berichten vorzunehmen, die dann in die „Berichterstattung über die Zweite Weltkraftkonferenz" aufgenommen werden.
12. Die offiziellen Delegierten der Zweiten Weltkraftkonferenz, die die Anzahl 10 für jedes Land nicht überschreiten dürfen, sind berechtigt, kostenlos von jedem Bericht, der sie interessiert, ein Exemplar zu verlangen. Die andern Mitglieder haben die Exemplare, die sie anfordern, zu bezahlen. (Der Preis wird noch bekanntgegeben.)
13. Das Komitee für die Zweite Weltkraftkonferenz wird Generalberichterstatter für jede Abteilung des Programmes bestellen. Diese Generalberichterstatter werden Auszüge aus den Berichten machen und diejenigen Punkte, die ihnen geeignet erscheinen, zur Aussprache stellen.
14. Es wird gebeten, alle Anfragen sowie jede die Zweite Weltkraftkonferenz betreffende Korrespondenz zu richten an: Weltkraft, Berlin NW 7, Ingenieurhaus. Telegrammadresse: Weltkraft Berlin.

Der Studienbau des Deutschen Museums.

Am 4. IX. d. J. erfolgte die Grundsteinlegung eines „Studienbaues" des Deutschen Museums in München. An derselben nahmen der Reichspräsident, die Präsidenten der Länder, Reichs- und Staatsminister sowie Vertreter der Wissenschaft, Technik und Gewerbe teil. Wie uns Herr Dr. Oscar v. Miller mitteilt, wird dieser Studienbau eine Bibliothek, Plansammlungen, Urkundensammlungen, Laboratorien, Werkstätten und Vortragsäle beherbergen. Während die Sammlungen des Museums, die nunmehr seit drei Jahren dem allgemeinen Besuch geöffnet sind, eine Übersicht über die geschichtliche Entwicklung der Naturwissenschaften und Technik bieten, sollen die Einrichtungen des Studienbaues die gewonnenen Eindrücke vertiefen und gründliche Studien auf den verschiedenen, vom Deutschen Museum gepflegten Gebieten ermöglichen.

Eine Bibliothek soll die wissenschaftlich-technische Literatur umfassen und nicht nur eine Spezialbibliothek für Ingenieure und Forscher, sondern auch eine ausgesprochene Volksbibliothek werden, in der der einfache Mann eine Arbeitstätte vorfindet, die ihm vertraut ist, und in der er leicht selbst wählen und das für ihn Geeignete finden kann. Mit der Bibliothek soll eine große Bücherverkaufstelle verbunden werden, in der die Besucher Bücher, die ihnen zu dauerndem Gebrauch erwünscht erscheinen, unmittelbar kaufen können. Mit der Handbibliothek und Bücherschau sind Lesesäle sowie besondere Säle für Zeitschriften und Patentschriften und für Forschungszwecke verbunden.

Eine besonders bedeutungsvolle und bisher noch nirgends geschaffene Bildungstätte ist in einer in dem Studienbau unterzubringenden Plansammlung vorgesehen, die von allen in das Arbeitsgebiet des Museums einschlagenden Maschinen, Apparaten, Einrichtungen usw. mustergültige Pläne in Sammelmappen nach Gruppen geordnet enthalten wird.

Um diese Plansammlung in vorgenanntem Sinn auszunutzen, wird der Studienbau einen Zeichensaal mit Sammelschränken für die am meisten begehrten Plangruppen und mit Tischen enthalten, an denen die Pläne nicht nur eingesehen, sondern auch kopiert werden können.

Einen besonderen Bauteil des Studienbaues bilden die Vortragsäle, die nicht nur für Kongresse und für planmäßige Vorlesungsreihen des Museums dienen, sondern auch den außerhalb des Museums stehenden Kreisen für wissenschaftliche, technische und wirtschaftliche Vorträge aller Art zur Verfügung stehen. Vor allem sollen sie den Führern der Vereinigungen und Schulen, die aus allen Teilen des Reiches und des Auslandes nach dem Museum kommen, Gelegenheit bieten, ihren Hörern die erforderlichen Erläuterungen über die Sammlungen zu geben, indem sie vor der Besichtigung der Sammlungen auf die günstigste Art des Studierens hinweisen und nachher noch Einzelerläuterungen geben. Es werden zwei kleine Vortragsäle für 100 und 200 Sitzplätze sowie ein großer Vortragsaal mit Galerien für 800 Sitzplätze an Tischen oder 1200 Sitzplätze auf Sesseln vorhanden sein.

Abb. 1 stellt eine Übersicht über die gesamten Museumsbauten nach ihrer Vollendung dar. Von der in der Mitte des Vordergrundes gelegenen Erhardtbrücke aus gelangt man durch einen Torbau in den Schmuckhof und von hier aus nach rechts zum Haupteingang des Sammlungsbaues, nach links zu dem als vorgelagerte Pfeilerhalle ausgebildeten Haupteingang des Bibliotheksbaues, welcher letztere als ein geschlossener rechteckiger Bau um einen allseitig von Bogengängen umgebenen Hof ausgeführt ist. Im Sockelgeschoß des Bibliotheksbaues liegen die Laboratorien und Werkstätten, im Erdgeschoß die Büros des Deutschen Museums, im ersten Obergeschoß die Bibliothek und Zeichensäle, im zweiten Obergeschoß der Bücherspeicher für eine Million Bücher und für die Pläne. Zwischen dem Sammlungsbau und dem Bibliotheksbau zieht sich ein Flügelbau hin, in dem umfangreiche Wirtschaftsräume für die gleichzeitige Verpflegung von rd. 500 Personen untergebracht sind und den Besuchern des Museums sehr zustatten kommen werden. Auf der anderen Seite verbindet ein Flügelbau die Bibliothek mit dem als selbständiger Bau aufgeführten Saalbau. In diesem Flügel sind die kleineren Vortragsäle, im Saalbau der große Vortragsaal untergebracht, der mit allen neuzeitlichen Einrichtungen zur Vorführung von Lichtbildern, Filmen, Versuchen usw. ausgestattet ist. Im Erdgeschoß des Saalbaues befinden sich die Garderoben.

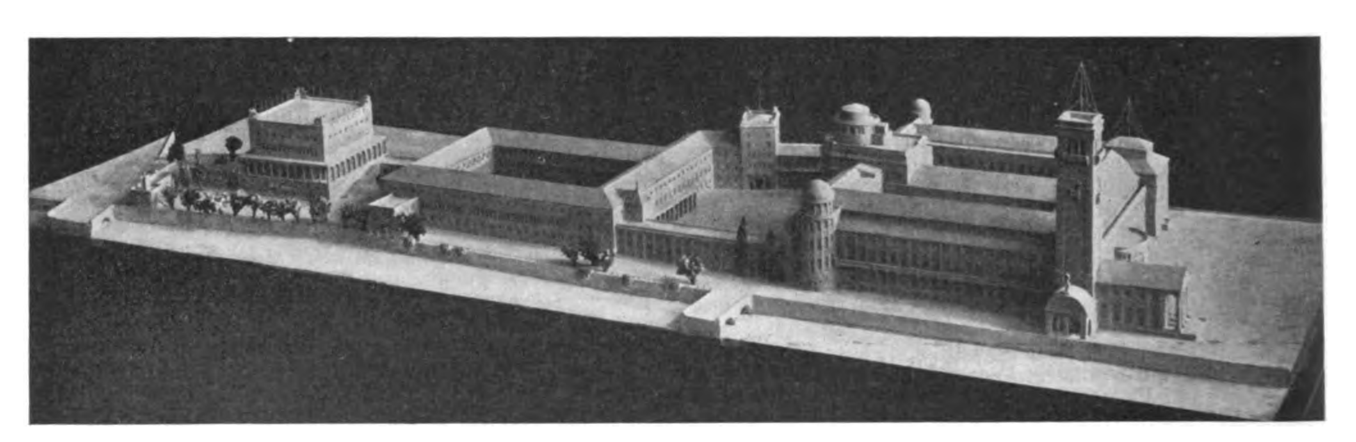


Abb. 1. Das Deutsche Museum nach seiner Vollendung.

Die Bauleitung des Studienbaues liegt in den Händen des Architekten Prof. Bestelmeyer in München. Die monumentale Wirkung des Seidlschen Sammlungsbaues wird durch den Bibliotheksbau nicht beeinträchtigt werden, da er bedeutend niedriger gehalten ist. Erst der Saalbau steigt als Abschluß der Gesamtanlage wieder zu einer Höhe von 30 m an.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Ferngesteuertes Umformerwerk der Stadtbahn in New York. — Ein Umformerwerk im Vorort Brooklyn ist bemerkenswert durch die Größe des in ihm aufgestellten Einankerumformers, der für eine Dauerleistung von 4000 kW bei 25 Hz bemessen ist und mit 214 U/min läuft. Die Gleichspannung ist 575 V. Der Umformersatz wird von dem mehrere Kilometer entfernten Unterwerk New Utrecht gesteuert. Die Fernsteuerung nach dem Relaissystem gestattet die Betätigung und Überwachung aller wichtigen Schalter von der Überwachungsstelle aus, während im Falle von gefährlichen Störungen an der Maschine oder im Netz die selbsttätige Apparatur eingreift und von sich aus die Maschine oder den kranken Anlageteil stillsetzt. Die selbsttätige Apparatur im Umformerwerk entspricht den in Amerika für diesen Zweck allgemein gebrauchten Einrichtungen. Bemerkenswert ist, daß das Anlassen des Umformers in der Weise geschieht, daß die Oberspannungswicklung seines Transformators für den Anlauf in Stern, für den Betrieb in Dreieck geschaltet wird. Das Überschalten von Stern auf Dreieck, das vorgenommen wird, wenn der Umformer synchron und mit richtiger Polarität läuft, muß dabei mit einer bestimmten Zeitverzögerung geschehen, damit der Anker des Umformers Zeit hat, um 30 elektr. Grade zurückzubleiben und seine Spannung beim Schließen der Schalter für die Dreieckschaltung sich in der richtigen Phasenlage befindet.

Die Strecken-Speiseleitungen sind, wie jetzt in Amerika in derartigen Anlagen üblich, mit einer Kurzschlußanzeigevorrichtung versehen, einem Relais, das an die Sekundärwicklung eines vom Streckenstrom durchflossenen Stromwandlers angeschlossen ist und daher nur bei plötzlichem Stromanstieg im Falle eines Kurzschlusses, nicht bei Überlastungen, anspricht und den Streckenschalter auslöst. Wenn der Kurzschluß behoben ist, erfolgt selbsttätige Wiedereinschaltung des Streckenschalters.

Die Quelle enthält eine ausführliche Beschreibung der sämtlichen für den selbsttätigen Betrieb benutzten Relais mit Abbildungen. Über die Apparate, mit deren Hilfe die Fernsteuerung und Fernüberwachung bewerkstelligt wird, sind leider keine Einzelheiten gegeben. (R. R. Longwell, The Electric Journ. Bd. 23, S. 503.) *Gthe.*

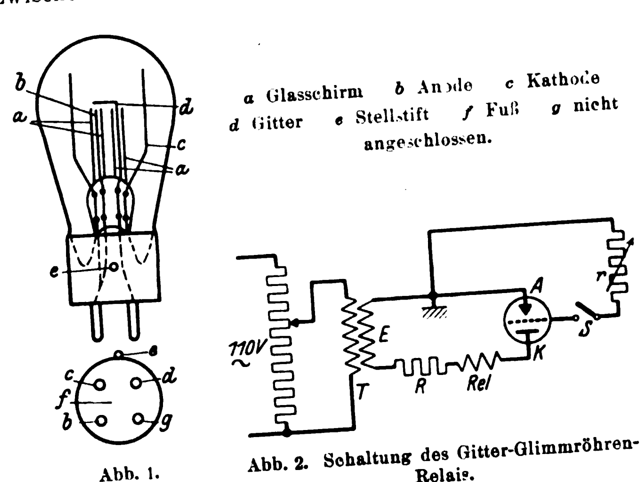
Selbsttätige Umformerwerke der Montreal and Southern Counties-Bahn. — Die Aufnahme des Güterverkehrs auf der Vorortstrecke von Montreal nach Granby mit Lokomotiven von 50 t Gewicht machte es erforderlich, die Zahl der Umformerwerke an dieser Strecke zu vermehren, da sonst der Spannungsabfall in der Fahrleitung beim Betrieb der Lokomotiven zu groß geworden wäre. Man legte zwischen je zwei der an dieser Strecke vorhandenen 4 handbedienten Umformerwerke ein selbsttätiges Werk, so daß die einzelnen Speisestrecken auf die Hälfte verkürzt wurden. Zwei der Unterwerke wurden wegen der ungünstigen Spannungsverhältnisse im Drehstromnetz mit synchronen Motorgeneratoren von 500 bzw. 400 kW bei 600 V, das dritte mit einem Einanker-Umformer von 500 kW Leistung ausgerüstet. Das Anlassen der Umformer geschieht, sobald die Fahrdrahtspannung unter 500 V sinkt, durch Zeitrelais, deren Einstellung passend gestaffelt ist, um zu erreichen, daß die selbsttätigen Werke in der richtigen Reihenfolge nacheinander anlaufen, wenn der Zug in ihre Nähe kommt. Die Abschaltung erfolgt, wenn die Belastung des betreffenden Werks während 12 min den eingestellten Wert von 175 A unterschreitet.

Die Revision der selbsttätigen Unterwerke geschieht wöchentlich einmal durch einen Inspektor, der auch in den handbedienten Werken die Instandsetzungen vornimmt. Die Revision eines selbsttätigen Unterwerks nimmt in der Regel einen Tag in Anspruch.

Die Betriebserfahrungen sind günstig. Ausfallen der selbsttätigen Unterwerke tritt nur ein, wenn die Drehstromversorgung gestört ist oder die Frequenz ansteigt und die Fliehkraftschalter ansprechen. Man hatte infolge der sehr ungünstigen Witterungsverhältnisse Störungen an den Hochspannungsschaltanlagen, die im Freien aufgestellt sind, erwartet. Bisher sind aber derartige Störungen nicht eingetreten. (R. V. Godin, The Electric Journ. Bd. 23, S. 521.) *Gthe.*

Apparate.

Das Gitter-Glimmröhren-Relais. — Gewöhnliche mechanische Relais haben einen Verstärkungsfaktor von 500, d. h. sie schalten das 500fache ihres Eigenverbrauchs. Bei den empfindlichen Relais üblicher Bauweise geht diese Ziffer auf 10 000 hinauf, bei dem Gitter-Glimmröhren-Relais kann sie aber den Wert 100 000 000 erreichen, in weiten Grenzen einstellbar. Die Glimmröhre ist einer gewöhnlichen Radioröhre ähnlich, sie enthält wie diese Kathode, Anode und ein Gitter. Die Kathode besteht aus einem Aluminiumzylinder, in dessem Innern Anode und Gitter sind, beide aus dickem Nickeldraht. Das Gitter ist so geformt, daß es die Anode völlig umschließt (Abb. 1). Die Birne ist mit einem indifferenten Gas gefüllt, mit Argon, Neon oder Helium. Der Strom fließt in Form einer Glimmentladung zwischen kalten Elektroden.



a Glasschirm *b* Anode *c* Kathode *d* Gitter *e* Stellstift *f* Fuß *g* nicht angeschlossen.

Abb. 1.

Abb. 2. Schaltung des Gitter-Glimmröhren-Relais.

Abb. 2 zeigt die Schaltung. Der Transformator T erhöht die Anschlußspannung auf rd. 440 V, die zwischen Anode A und Kathode K über den Widerstand R angelegt wird. R ist nötig, um das Übergehen der Glimmentladung in den Lichtbogen zu verhindern und beträgt, wenn der Strom auf 10 mA begrenzt werden soll, etwa 5000 Ω. Diese können auch als Kupferwiderstand der Relaisspule *Rel* vorhanden sein. Mit dem Schalter S kann das Gitter über einen variablen hohen Widerstand r mit der Anode A verbunden werden. Ist S offen, d. h. das Gitter abgeschaltet und sorgfältig von der Anode isoliert, so ist eine hohe Spannung E, bis zu 600 V, nötig, um die Entladung einzuleiten. Wird S geschlossen, $r = 100$ MΩ gemacht, so erfolgt Zündung bei 525 V, mit 50 MΩ bei 410 V, mit 20 MΩ bei 320 V, mit 10 MΩ bei 275 V. Der Strom ist etwa 1 μA. Für Werte unter 10 MΩ nimmt der Gitterstrom zu, bis er schließlich bei $r = 0$ 10 mA erreicht. Die hauptsächlichste Anwendung findet das Gitter-Glimmröhren-Relais bei Kontaktgabe mit sehr feinen Instrumenten. Man kann damit zuverlässig schalten, weil das Kleben der Kontakte völlig vermieden ist.

Es gibt noch andere, spezielle Anwendungen zur Kapazitätsmessung und als hochempfindliches Spannungsrelais. Man kann auch kurzzeitige Überspannungen registrieren, wobei der Registrierapparat dann die Spannung unterbricht und das Relais für die nächste Funktion vorbereitet. Von den vielen Anwendungsmöglichkeiten seien genannt:

1. Feststellung von Verunreinigungen in Flüssigkeiten, sofern das Leitvermögen geändert wird,
2. Niederschläge von Staub und Feuchtigkeit auf normal sauberen Isolierflächen,
3. als Relais mit einer photoelektrischen oder einer Selenzelle,
4. zur Messung hoher Widerstände usw.

Es ist sicher, daß dies Glimmröhrenrelais viele Anwendungen finden kann. Störend wirkt etwas, daß man rd. 400 V dafür benötigt, es wäre wünschenswert, die Zündspannung auf rd. 100 V herabzusetzen. (D. D. Knowles, The Electric Journ. Bd. 26, S. 176.) *Fth.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Verfahren und Vorrichtung zur Widerstandseichung mittels kalibrierbarer Eichgeräte. — Der Aufbau von Normalsätzen für Widerstände und ihre unabhängige innere Kontrolle muß prinzipiell wie bei Gewichtsätzen auf das Kalibrierungsverfahren gegründet werden. Während aber dieses Verfahren bei Gewichtsätzen infolge der individuellen Trennung der einzelnen Elemente und ihrer Zusammenfügbarkeit ohne Benutzung vermittelnder Organe einwandfrei durchführbar ist, besteht bei den Rheostatensätzen die Schwierigkeit, daß die Umgruppierung der Elemente Umlegungen von Verbindungsleitungen oder Umlegungen von Stromzuführungen erfordert, die grundsätzlich die zu vergleichenden Einheiten belasten oder die Strömungslinien verändern.

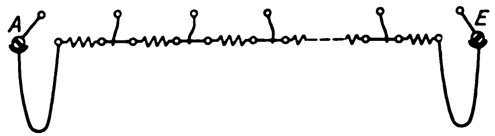


Abb. 3. Kalibrierbarer Kettenwiderstand.

In einer Abhandlung von H. Hausrath und von Freydorf ist eine einwandfreie Form des Kalibrierverfahrens von Strouhal und Barus-Guzmann für Meßdrähte angegeben worden. Von Hausrath wird nun eine nach diesem Verfahren kalibrierbare und abgleichbare Widerstandsanordnung nach Abb. 3 angegeben und ihre Anfertigungsweise beschrieben. Kennzeichnend für den konstruktiven Aufbau, der die auf Kalibrierung beruhende Abgleichung ermöglicht, ist die Zwischenschaltung kurzer, blanker Drahtelemente zwischen die vorläufig nach üblichen Verfahren abgeglichenen Widerstandsrollen, die bei allen Anwendungen stets stromlosen Abzweigungen von diesen nach Potentialklemmen und das Auslaufen der Endstufen in gepanzerte, biegbare Schnüre mit Kabelschuhen zum Anschluß an die übrigen Elemente der Meßanordnung.

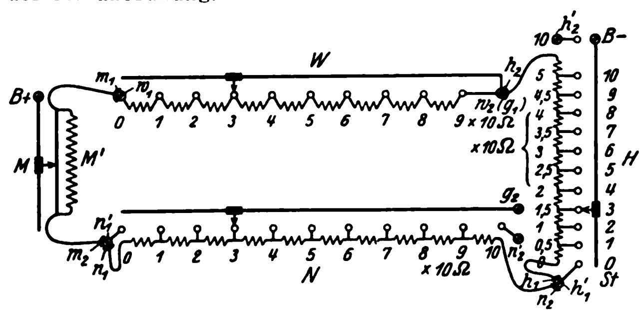


Abb. 4. Schaltbild des Gerätes zur fehlerfreien Eichung von Rheostatensätzen.

Der dekadische Aufbau dieses Kettenrheostaten macht dieses Normal besonders geeignet zur Eichung der üblichen Kurbelrheostaten. Abb. 4 zeigt das ganze Gerät, bestehend aus dem zu eichenden Widerstand *W*, dem Kettennormal *N* mit 100 Ω Gesamtwiderstand, einem gleichartigen, aber anders abgestuften Normal *H* und einem starken Meßdraht *M* mit Nebenwiderstand *M'*. Das Hilfsnormal *H* dient zur Ergänzung des zu eichenden Widerstands auf den Nennwert des Gesamtwiderstands von *N* und wird nach der über *St* angegebenen Zahlenreihe jeweils der Stellung der Bürste von *W* entsprechend eingestellt. Hierauf wird die Korrektion von *W* unmittelbar an dem durch Nebenwiderstand *M'* abgeglichenen Meßdraht abgelesen. So wird die Zehnerdekade geeicht. Zur Eichung der Einer- und Zehnteldekade wird den beiden Kettenwiderständen je ein Widerstand von $\frac{100}{9}$ Ω bzw. $\frac{100}{99}$ Ω nebengeschaltet. Zugleich wird die Meßdrahtanordnung durch Nebenwiderstände auf den zehnten bzw. hundertsten Teil ihres Widerstandes gebracht. Es läßt sich zeigen, daß die Anordnungen hierdurch gleichartig mit Brückenanordnungen werden, deren Zweigwiderstände 10 Ω bzw. 1 Ω betragen, obgleich die Nebenschlüsse innerhalb der Zweige abgezweigt sind. Die höheren Dekaden der üblichen Rheostaten können unbedenklich mit Normalrheostaten üblicher Bauart geeicht werden, jedoch wird auch hierbei das Kettennormal zweckmäßig zur unmittelbaren Ablesung der Korrektion verwendet. Es wird auch ein Eichverfahren angegeben, das ohne Dekaden- oder Kettenrheostat als Normal auskommt. Außerdem wird eine Kombination von *N* und *H* zur Eichung — nicht Kalibrierung — sowohl in zehn Abschnitten als auch beliebiger Unterteilung derselben, insbesondere zur Bestimmung der Endfehler beschrieben. Schließlich werden Verfahren angegeben, um Widerstände, die im Verhältnis 1 : 10 stehen, unter Verwendung derselben Kettennormale unter Zurückführung auf die Kalibrierung einwandfrei zu vergleichen, wodurch der Aufbau aller Widerstandsgrößen unter innerer Kontrolle auf Grund der Kalibrierung abgeschlossen wird.

Die Möglichkeit der bequemen und genauen Kalibrierung von Meßdrähten nach dem angegebenen Verfahren läßt die Anwendung solcher auch für Präzisionsmessungen nicht mehr bedenklich erscheinen. Jedoch müssen die Ablesemittel verfeinert und muß der Abnutzung des Schleifkontakts durch Entlastung beim Verstellen vorgebeugt werden. Eine diesen Forderungen entsprechende Meßdrahtkonstruktion, die auch mit Einrichtung zur Beseitigung des Endfehlers versehen ist, wird beschrieben. Der Kontaktschlitten ist in der von Rechenschiebern bekannten Art ausgebildet und mit Noniusablesung auf Glasskala versehen. (H. Hausrath, Arch. El. Bd. 19, H. 5/6, S. 567.)

Zeitmesser nach dem Prinzip des Synchronmotors. — Zur Zeitangabe werden neuerdings in Wechselstromnetzen kleine Synchronmotoren angeschlossen. Da diese bei konstanter Netzfrequenz mit konstanter Umdrehungsgeschwindigkeit laufen, sind sie zur Zeitmessung geeignet. Sie sind äußerst klein und einfach und haben den sehr großen Vorteil, daß sie keiner besonderen Leitungsanlage und keiner Wartung (Aufziehen usw.) bedürfen. Die Ganggenauigkeit solcher „Synchronuhren" hängt ab von der Konstanz der Netzfrequenz. Eine in der Zentrale aufgestellte Vergleichsuhr, bestehend aus einer Synchronuhr und einer sehr genauen Pendeluhr, ermöglicht die Regelung der Frequenz mit außerordentlich großer Genauigkeit. Besonders geeignet sind die Synchronuhren, ihrer großen Zugkraft und anderer Eigenschaften wegen, zur Steuerung von Tarifapparaten. Sie vermögen Schalthandlungen mit Sicherheit auszuführen, welche gewöhnliche Uhren nicht mehr bewältigen können.

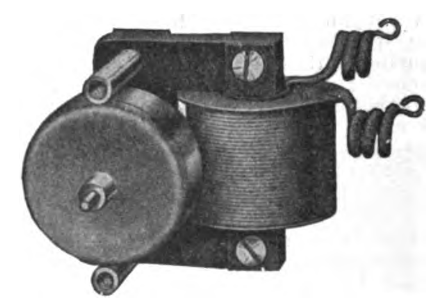
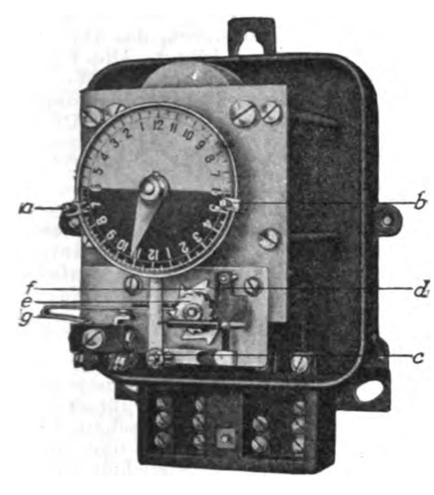


Abb. 5. AEG-Synchronmotor Form WA.

Der praktische Betrieb stellt außerordentlich schwierige Bedingungen, die bewirken, daß der heute zur Zeitmessung verwendete AEG-Synchronmotor Form WA keine Ähnlichkeit mehr mit dem Synchronmotor des Maschinenbaues hat. Derselbe ist in Abb. 5 dargestellt. Der im Triebkern von der Spannungspule erzeugte magnetische Fluß wird durch zwei Kurzschlußringe in einen belasteten und einen unbelasteten Zweig geteilt, die so angeordnet sind, daß sie ein Drehfeld erzeugen, das am Läufer angreift. Der Läufer besteht aus gehärtetem Stahl. Im Drehfeld läuft er aus dem Ruhezustand asynchron an; es bilden sich dann Pole aus, die bewirken, daß er synchron mit dem Drehfeld weiterläuft. Die Bewegung des Läufers wird auf die Stundenachse durch ein Zahnradvorgelege übertragen. Läufer und Vorgelege sind in einem Gehäuse untergebracht, aus dem die Stundenachse hervorragt. Eine Fülle sorgfältigster Untersuchungen war durchzuführen, um bei kleinstem Raumbedarf große Zugkraft und kleinen Verbrauch an elektrischer Energie zu erhalten. Die Formgebung und Härtung des Läufers sind das Ergebnis zahlreicher Versuche. Sie mußten so gewählt werden, daß sowohl Anzugsmoment als Synchronisierungsmoment größtmögliche Werte annahmen. Der ruhige Gang und die Schmierung der schnellaufenden Teile und vieles andere erforderten weitere eingehende Vorstudien.

Die Synchronuhr kann in allen Zweigen der Elektrowirtschaft ausgiebig Verwendung finden. Z. B. ist der Sperrschalter Form WaT (Abb. 6) dazu bestimmt, Tarifstromkreise von Tarifzählern zu bestimmten Zeiten zu schließen und zu öffnen. Daneben kann er einen Wärmespeicher oder ähnliche Apparate je nach den Sperrstunden

selbsttätig ein- und ausschalten. Er besteht aus der Synchronuhr und dem Schaltwerk; letzteres stellt eine Vereinigung mehrerer Schalter dar. Die Zeiten, während deren die Tarifstromkreise bzw. der Heizstromkreis geschlossen oder unterbrochen werden sollen, lassen sich beliebig einstellen. Während der Heizstromkreis geschlossen ist, wird der Heizstrom durch einen Thermoschalter geregelt. Es kann dabei vorkommen, daß der Wärmespeicher auch



a, b Schaltreiter
c Achse
d Transporthaken
e Raste
f Schalträder
g Kontaktfeder

Abb. 6. Sperrschalter Form WaT, offen.

außerhalb der Sperrstunden stromlos ist. In vielen Fällen ist es von Interesse, die Zeit zu kennen, während der der Heizstrom insgesamt wirklich eingeschaltet war. Zu diesem Zweck kann der Sperrschalter WaT mit einem Betriebstunden-Zählwerk ausgestattet werden und erhält dann die Bezeichnung WaTz. (R. Schachenmeier, AEG-Mitt. 1927, S. 61.) *Sb.*

Beleuchtung.

Tageslicht-Registrierung. — Die Kenntnis der erzielten Beleuchtungstärken in vorhandenen Anlagen ist für zahlreiche Fälle der Praxis unbedingt erforderlich. Bei Anlagen für künstliches Licht, wo zeitliche Änderungen während der Dauer der Beobachtungen nicht vorkommen, sind ohne Bedenken visuelle photometrische Messungen anwendbar; diese versagen aber, wenn es sich um die Feststellung der durch das Tageslicht bewirkten Beleuchtung handelt. F. Benford, der die Tageslichtverhältnisse in einem 7 Stock hohen Fabrikgebäude von rd. 180 m Breite und 26 m Tiefe zu untersuchen hatte, hebt hervor, daß schon bei nur 1 min Differenz zwischen der notierten und der wirklichen Zeit der Messungen Fehler von 5 ... 10 % unvermeidlich sind. Die Fehler erhöhen sich ganz außerordentlich, wenn an zahlreichen Stellen Messungen vorzunehmen sind. Für 50 Messungen mit einem tragbaren Photometer ist etwa 1 h erforderlich; während dieser Zeit können die äußeren meteorologischen Verhältnisse sich vollständig geändert haben; die erste und die letzte Messung sind dann unter so wesentlich voneinander verschiedenen Bedingungen vorgenommen worden, daß ein Vergleich überhaupt nicht mehr möglich ist. Hier kann nur ein objektives Photometer mit der trägheitslosen photoelektrischen Zelle und selbsttätiger Aufzeichnung der Meßergebnisse Wandel schaffen.

Ein derartiges photoelektrisches Registrierphotometer wird von L. R. Koller beschrieben. Die Photoströme sind ihrer Stärke nach abhängig von der Größe der auf die photoelektrische Zelle fallenden Lichtströme. An die Stelle visueller photometrischer Messungen treten also Ausschläge eines Strommessers, die in bekannter Weise fortlaufend aufgezeichnet werden. Die objektive Photometrie ist zwar noch nicht so weit, daß mit ihr Lichtquellen verschiedener spektraler Zusammensetzung ohne weiteres verglichen werden können, weil das Empfindlichkeitsmaximum der photoelektrischen Zelle und des Auges an sehr verschiedenen Stellen liegen und auch der Verlauf der Empfindlichkeitskurven von photoelektrischer Zelle und Auge Abweichungen voneinander aufweisen. Diese Schwierigkeiten kommen in Wegfall, wenn es sich um Intensitätsänderungen der gleichen Lichtquelle oder um Vergleichung gleichartiger Lichtquellen handelt. Diese Bedingungen sind bei der Messung von Änderungen des Tageslichtes erfüllt, und deshalb wird die photoelektrische Zelle ganz unentbehrlich bei der Aufzeichnung von Tageslichtkurven sein. Der Verfasser führt eine Reihe von Tageslichtkurven vor, die eine solche Fülle von charakteristischen Einzelheiten aufweisen, wie sie vom Auge nie hätten wahrgenommen werden können. Die Anordnung der Meßeinrichtung bietet nichts Neues. (L. R. Koller, Gen. El. Rev. Bd. 31, S. 85.) *lx.*

Die Farbtemperatur des Magnesiumlichtes. — Die in der Literatur angegebene Farbtemperatur des Magnesiumlichtes von nur 2400 ° abs. steht im Widerspruch mit der hohen photographischen Aktinität des Magnesiumlichtes. Eine Neubestimmung der Farbtemperatur durch Vergleich mit einer elektrischen Glühlampe mit vorgesetztem Blaufilter ergab eine Farbtemperatur von 3700 ° mit einer Unsicherheit von ± 75 °; diese Zahl steht in guter Übereinstimmung mit dem hohen Wert der Aktinität. Wenn auch die Farbtemperatur nur die Temperatur des schwarzen Körpers wiedergibt, bei welcher dieser in derselben Farbe erscheint wie die betreffende Lichtquelle, ohne Rücksicht auf die besondere Form seiner spektralen Energieverteilungskurve, so wird doch selbst bei unstetiger Energieverteilung wie beim Magnesiumlicht der Charakter der Energieverteilung durch die Angabe der Farbtemperatur mit einer für photographische Zwecke genügenden Genauigkeit dargestellt. (W. Dziobek, Z. wissensch. Photographie Bd. 25, S. 287.) *Schb.*

Heizung. Öfen.

Protos-Händetrockner. — Als Ersatz des Handtuches dient ein von den SSW auf den Markt gebrachter Apparat, der die Hände bzw. das Gesicht mit warmer Luft trocknet. Der Aufbau des Apparates (Abb. 7) ist folgender: In einem gußeisernen Sockel sitzt der Motor (Type Staubsauger) mit vertikaler Achse und Flügelrad. Außerdem ist in dem Sockel ein doppelpoliger Schalter mit Fußhebel eingebaut. Eine gußeiserne Motorschutzhaube mit 6 kreisrunden Öffnungen deckt den Motor ab. Vor den Lufteintrittsöffnungen sind Filter aus Milchsiebgewebe angebracht, die das Eindringen des groben Staubes verhindern. Ein Bodenblech schließt den Sockel nach unten ab. Nach Abnehmen der Schutzhaube liegen die Anschlußklemmen und die Erdungschraube leicht zugänglich frei. Die Anschlußleitung kann von unten oder durch eine seitliche Öffnung im Sockel eingeführt werden. Zu den Motorklemmen ist ein Kabel für den Heizkörper parallel geschaltet.

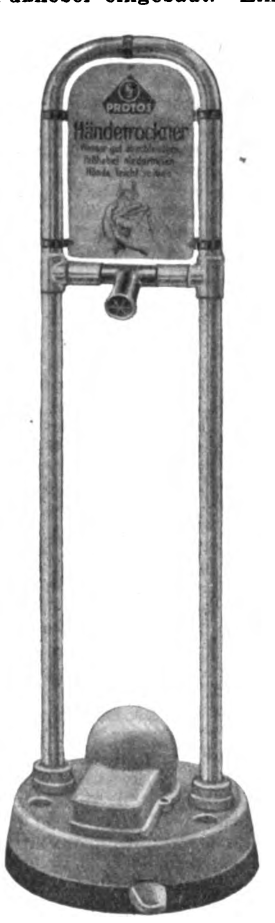


Abb. 7. Protos-Händetrockner.

Mit zwei versenkten Schrauben wird der Apparat am Boden befestigt. Mit dem Sockel ist der Oberteil aus Stahlrohr von 40 mm Dmr. und 1,5 mm Wandstärke fest verschraubt. Die einzelnen Stahlrohre sind durch T-Stücke verbunden und hart verlötet. Im linken Teil des mittleren Querrohres (vom Beschauer aus gesehen) sitzt, mit einem Glimmerblatt gegen das Stahlrohr isoliert, der Heizkörper. Ein Steatitpreßstück ist mit einer Chromnickeldrahtspirale umwickelt und an das Zuführungskabel, das im rechten Rohr hochsteigt, angeschlossen. Der Heizkörper kann seitlich ausgewechselt werden. Die Auswechselöffnung ist durch einen Blechdeckel verschlossen. In der Mitte des Querrohres befindet sich die vernickelte Düse, die lediglich von der Heizkörperseite die Luftführung vermittelt. Sie ist um 90 ° drehbar, so daß der warme Luftstrom auch gegen das Gesicht gerichtet werden kann.

Die Wirkungsweise ist folgende: Der Fußtritt wird nach unten gedrückt. Der Motor erreicht rasch seine volle Drehzahl und setzt das Flügelrad in Bewegung.

Die Luft wird durch die oben angeführten Luftlöcher in der Schutzhaube angesaugt und im linken Stahlrohr nach oben am Heizkörper vorüber gepreßt, so daß sie erwärmt der Luftaustrittsdüse entströmt. Die notwendige Temperatur ist nach wenigen Sekunden erreicht und übersteigt auch nach längerem Gebrauch niemals das erträgliche Maß. Nach Abheben des Fußes findet selbsttätige Ausschaltung statt. In 25 ... 30 s ist die Trocknung beendet.

Die Leistungsaufnahme für Motor und Heizkörper beträgt 100 bzw. 1100 W, also insgesamt 1200 W. *fi.*

Bergbau und Hütte.

Ringförmiger Plattenschutz für schlagwettersichere Apparate. — Sind die Gefäße, in denen Explosionen auftreten können, groß, so ist der ringförmige Plattenschutz der geschlossenen Kapselung mit breiten Flanschen sowie den durchlöcherten Platten vorzuziehen. Abb. 8 zeigt im Schnitt die Ausführungsform einer Versuchsanordnung. Der Schutz besteht aus 13 Kupferringen von 1 mm Stärke, 7,6 cm innerem und 11,4 cm äußerem Durchmesser, die durch 0,5 mm dicke, schmale, radiale Distanzstücke voneinander getrennt und in ihrer gegenseitigen Lage durch kreisförmige Messingplatten und Bolzen festgehalten werden. Die mitgeteilten Versuche lassen erkennen, daß diese Anordnung in befriedigender Weise den Außenraum von einer Explosion oder einem Brand im Innern des Gefäßes schützt. (H. Rainford u. R. V. Wheeler, Safety in Mines Research Board, Paper 35, Stationery Office, Adastral House, Kingsway, London.) *Bn.*

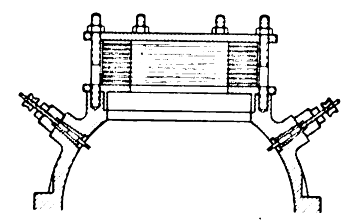


Abb. 8. Versuchsanordnung eines ringförmigen Plattenschutzes.

Bahnen und Fahrzeuge.

Quantitatives über Störungen des Rundfunkempfanges durch die Straßenbahn[1]. — Die Stärke der beim Abheben des Stromabnehmers eines Straßenbahn-Motorwagens auftretenden Geräusche wurde von W. Bernitt an Rostocker und Berliner Straßenbahnen gemessen. Als Empfangsgerät diente ein Vierröhrengerät in Neutrodyneschaltung mit Rahmenantenne, das in einem Wagen zusammen mit einer Apparatur zur Erzeugung von Vergleichsgeräuschen untergebracht war. Die Zusatzapparatur bestand aus einer Trockenbatterie mit einem als Spannungsteiler dienenden Widerstand von 2000 Ω, von dem Spannungsimpulse verschiedener Stärke mit schwach kapazitiver Koppelung auf die Antenne gegeben werden konnten. Die Stellung des Widerstandes in dem Augenblick, wo beide Geräusche gleiche Lautstärke zeigten, diente als Maß der Störung. Es wurde zunächst die seitliche Ausbreitung sowohl im Freien wie in der Stadt untersucht. Die Abhängigkeit der Störung S von der Entfernung x von der Bahnlinie ergab sich annähernd zu $S = \frac{\text{konst.}}{x^n}$, wo n im Freien etwa 3,1, in der Stadt 2 ... 2,2 beträgt. Bei stehendem Motorwagen zeigte sich für größere Entfernungen ein rascheres Abnehmen der Störungen. Wechsel des Bügelmaterials bringt keine deutlich feststellbare Änderung in den Verlauf der seitlichen Intensitätsabnahme der Störungen hinein. Die Ausbreitung der Störungen längs der Linie wurde auf eine Entfernung von 2 km untersucht. Innerhalb dieser Entfernung trat, so lange nur ein Wagen auf der Strecke war, keine merkliche Dämpfung längs der Leitung auf. Die Störungen sind also praktisch unabhängig vom Standpunkt des Wagens und treten rein als Leitungsstörungen auf. Insbesondere überlagern sich den Leitungsstörungen auch in der Nähe des störenden Wagens keine von ihm als Zentrum ausgehenden zusätzlichen Störwellen. Ein einseitig geschalteter Speisepunkt ergab eine wesentliche Intensitätsabnahme der Störungen, mindestens im Verhältnis 1 : 3. Ein zweiseitig geschalteter Speisepunkt zeigte dagegen eine viel geringere Schirmwirkung. Die Anwesenheit mehrerer Wagen auf der Strecke verringerte die von einem entfernten Wagen ausgehenden Störungen. Es wurde dann weiter der Einfluß des Bügelmaterials auf die Intensität der Störungen untersucht. Der Fahrdraht war aus Kupfer und positiv. Dann ergab sich für das ausschlaggebende Öffnungsgeräusch folgende Reihenfolge im Sinn zunehmender Störungsstärke: Kohle, Bleiglanz und Wismutsulfid, Zink, Messing, Eisen, Aluminium. Bei Aluminium und Eisen sinkt die Stärke des Geräusches innerhalb der in Betracht kommenden Licht- und Heizstromstärken nicht unter die Grenze der für den Empfang noch ertragbaren Störgeräusche. Versuche der Kondensatorüberbrückung des Motors ergaben bei Kapazitäten von 1 ... 6 µF eine Veränderung des Geräuschcharakters. Aus dem verhältnismäßig scharf abgegrenzten knallenden Geräusch wird ein am Anfang und Ende verwischtes Scharren, das für das Ohr immerhin bedeutend angenehmer klingt. Die Lautstärke wird auf etwa ein Drittel des ursprünglichen Wertes herabgedrückt. Ein Optimum der Kondensatorgröße konnte nicht festgestellt werden. (W. Bernitt, Z. Techn. Phys. Bd. 8, S. 410.) *Br.*

[1] Vgl. ETZ 1924, S. 817; 1925, S. 1665; 1927, S. 97, 633, 1055, 1335.

Fernmeldetechnik.

Die Internationale Handelskammer und der Fernsprechweitverkehr. — Der Fernsprechausschuß der Internationalen Handelskammer hat Ende März und Anfang April eine Tagung in Paris abgehalten, um über Fragen des internationalen Fernsprechverkehrs zu beraten. Auf der Tagung kam folgender Beschluß des Fernsprechausschusses zur Annahme:

Der Ausschuß für den zwischenstaatlichen Fernsprechverkehr hat von den Antworten der Landesgruppen auf die Umfrage über den derzeitigen Stand des zwischenstaatlichen Fernsprechverkehrs Kenntnis genommen und stellt mit Befriedigung fest, daß im zwischenstaatlichen Fernsprechverkehr in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht worden sind. In mancher Hinsicht scheinen aber nach den Antworten mehrerer Landesgruppen noch weitere Verbesserungen nötig oder nützlich zu sein. Er empfiehlt daher den Landesgruppen die zu den verschiedenen Fragen eingegangenen Berichte zum Studium. Nach diesen Berichten verlangt die Wirtschaft hauptsächlich

1. rasche Bereitstellung von Verbindungen nach weiteren wichtigen Handelsplätzen während aller Tagesstunden;
2. bestmöglichen Schutz aller zwischenstaatlichen Fernsprechleitungen gegen Störungen;
3. im Verkehr mit allen Ländern befriedigende Verständigung, die gleich sein muß derjenigen auf den Kabelleitungen der letzten Zeit;
4. weitere Verminderung der Wartezeiten für Gespräche gegen einfache Gebühr;
5. Zurückstellung noch nicht bereitgestellter Gesprächsverbindungen auf Verlangen des Anmelders bis zu einer bestimmten Stunde am gleichen Tage;
6. Schaffung zwischenstaatlicher Leitungen nach den Bedürfnissen des Verkehrs und ohne Rücksicht auf die politischen Verhältnisse;
7. Vereinheitlichung der besonderen Gesprächsarten in allen Ländern;
8. umfassende Veröffentlichungen der verschiedenen Fernsprechverwaltungen mittels regelmäßig herauszugebender Druckhefte oder in anderer Form über die bestehenden zwischenstaatlichen Fernsprechbeziehungen, ihre Gesprächsarten und Gebühren, über neueingeführte Verkehrsmöglichkeiten sowie über die zweckmäßigste Benutzung der Fernsprecheinrichtungen.

Er empfiehlt ferner den verschiedenen Landesgruppen, Einrichtungen zu schaffen, um die Verbindung mit den Fernsprechverwaltungen ihrer Länder herzustellen und aufrechtzuerhalten sowie diesen Verwaltungen etwa nötige Vorschläge zu machen, regelmäßig über die Internationale Handelskammer Vorschläge zur Entwicklung des zwischenstaatlichen Fernsprechverkehrs auszutauschen und die oben aufgeführten Forderungen ohne Verzug ihren Fernsprechverwaltungen zu unterbreiten. (Europ. Fernspr. 1928, S. 112.) *Bkm.*

Elektrische Messungen bei Radiofrequenzen. — Brown und Colby geben eine Zusammenstellung von zum Teil allerdings bereits bekannten Meßmethoden, welche bei Radiofrequenzen Widerstand, Selbstinduktion, Kapazität und Impedanz mit ähnlicher Einfachheit und Genauigkeit zu messen gestatten, wie sie bei niederen Frequenzen zu erreichen sind. Die Verfasser haben die bisherigen Methoden dadurch verbessert, daß sie einen Kreis von so kleinem Widerstand benutzten, daß die Koppelung mit dem Erreger sehr lose gemacht werden konnte. Der Koppelungskoeffizient hatte etwa die Größenordnung von 10^{-6}. Dadurch daß dem Erreger nur kleine Energiemengen entzogen wurden, blieb die induzierte EMK konstant. Die entzogene Leistung war von der Größenordnung $2 \cdot 10^{-5}$ W. Sie verwandten schließlich ein empfindliches und genaues

Röhrenvoltmeter, welches noch Spannungsänderungen von 0,2 mV anzeigte und von der Frequenz unabhängig war. Die Benutzung dieses Röhrenvoltmeters ist für die angewandten Methoden charakteristisch. Zur Messung eines kleinen Widerstandes dient ein Schwingungskreis, der aus einer Windung L von 0,305 m Radius und einem verlustlosen Luftkondensator C besteht (Abb. 9). Der Schwin-

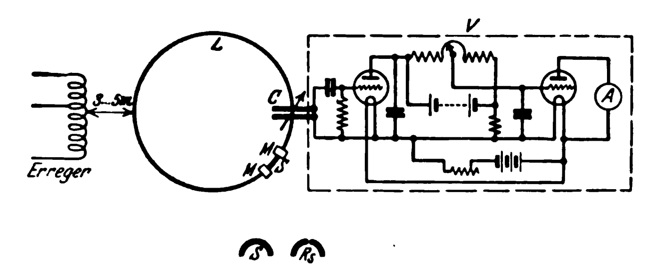


Abb. 9. Schaltung zur Messung von Widerständen bei Hochfrequenz.

gungskreis wird mit einem 3 ... 5 m entfernten Erreger sehr lose gekoppelt und abgestimmt. Zwischen die Quecksilbernäpfe M wird nacheinander ein Kurzschließer S, ein Vergleichswiderstand R_s und der zu messende Widerstand R_x eingeschaltet und jedesmal die Spannung am Kondensator mit dem Röhrenvoltmeter V abgelesen. Sind die entsprechenden Spannungen E_0, E_s, E_x, so ist der Widerstand des Kreises $\frac{R_s}{\frac{E_0}{E_s}-1}$

und der unbekannte Widerstand

$$R_s \frac{\frac{E_0}{E_x}-1}{\frac{E_0}{E_s}-1}.$$

Die Messung einer kleinen Selbstinduktion von zu vernachlässigendem Widerstand wird auf eine Strom-Spannungs-Messung zurückgeführt, indem die Stromstärke im Meßkreis, der aus einer Koppelungsspule, einem Abstimmkondensator, einem Amperemeter und der zu messenden Selbstinduktion besteht, gemessen wird, während die Spannung an den Enden der Selbstinduktion mit dem Röhrenvoltmeter bestimmt wird. Auch bei Selbstinduktionen von geringen Bruchteilen eines Mikrohenry läßt sich so eine Genauigkeit von 1 % erzielen. Ebenso lassen sich kleine Kapazitäten, wie die Kapazitäten zwischen Anode, Gitter und Kathode einer Röhre messen, indem man sie parallel zu dem Abstimmkondensator des Meßkreises schaltet, das Röhrenvoltmeter an den Kondensator legt und mit seiner Hilfe jedesmal auf Resonanz abstimmt. Kapazitäten von der Größenordnung der kleinsten ablesbaren Änderung des Abstimmkondensators lassen sich so schnell und leicht bestimmen. In ähnlicher Weise haben die Verfasser endlich noch die Impedanz eines Kondensators bestimmt. (S. L. Brown u. M. Y. Colby, Phys. Rev. Bd. 29, S. 717.) *Br.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Der Übergang von der Glimm- zur Bogenentladung. — Während die Charakteristiken der selbständigen Entladung auf dem Gebiet der Glimm- und der Bogenentladung bekannt sind, liegen auf dem Übergangsgebiet nur vereinzelte Messungen vor. M. Wehrli ist es gelungen, einen lückenlosen Übergang von der einen Entladungsform zur andern durchzuführen. Er benutzte Wolframelektroden von 1,7 mm Dicke in sorgfältig gereinigtem Stickstoff. Bei Stromstärken unter 1 A herrschen dann besonders einfache Verhältnisse, da weder eine Oxydation noch ein Abschmelzen eintritt und das Gas unverändert bleibt. Bei Drucken oberhalb 181 mm ist der Übergang von der normalen Glimmentladung zur Bogenentladung vollständig stetig, unabhängig von der Bogenlänge. Unterhalb von 104 mm löst sich die Charakteristik der Glimmentladung von der des Bogens ab und wird zweideutig, d. h. es kann bei derselben Stromstärke sowohl Glimmentladung als auch Bogen bestehen. Bei tiefen Drucken unter 20 mm gelingt es nicht mehr, durch Vergrößerung der Stromstärke den Bogen zu zünden. Hier sind dann Glimmentladungen von mehreren Ampère möglich. Man versteht dies Verhalten unter der bekannten Annahme, daß ein Teil der Kathodenoberfläche zur Zündung eine hohe Temperatur benötigt, die bei der Glimmentladung nur durch eine hohe Stromdichte erreicht werden kann. Da mit Abnahme des Druckes die Stromdichte der Glimmentladung unabhängig von der Stromstärke kleiner wird, genügte sie schließlich bei kleinen Drucken überhaupt nicht mehr, um der Kathode die kritische Temperatur zu geben. Die Abhängigkeit der Spannung von der Bogenlänge ist oberhalb einer Bogenlänge von 7 mm linear sowohl bei der Glimm- als auch bei der Bogenentladung, d. h. die Frölichsche Gleichung ist auch im Gebiet der Glimmentladung erfüllt. Der Spannungsgradient nimmt mit wachsender Stromstärke stetig ab, d. h. bei hohen Drucken wird aus der roten positiven Säule der Glimmentladung ganz stetig die Bogensäule. Die komplizierten Erscheinungen, die bis jetzt bei anderen Bogen gefunden worden sind, dürften folgende Ursachen haben: 1. Chemische Umsetzungen an der Elektrodenoberfläche oder im Gase. Dadurch entstehen Inhomogenitäten der Elektrodenoberfläche oder dauernde Veränderungen der Gasfüllung. Besonders wirksam sind Sauerstoff und Wasserdampf. 2. Formänderung der Elektroden durch Abschmelzen oder Abbrennen. (M. Wehrli, Z. Phys. Bd. 44, S. 301.) *Br.*

Die Stromdichte des normalen Kathodenfalles. — R. Seeliger und M. Reger haben für zylindrische Kathoden von 3 mm Dmr. die Abhängigkeit der Stromdichte des normalen Kathodenfalles vom Druck gemessen. Temperatureinflüsse wurden dadurch vermieden, daß die Messungen so rasch ausgeführt wurden, daß eine merkliche Erwärmung der Elektroden nicht eintreten konnte. Die am Rande auftretenden Abweichungen wurden dadurch eliminiert, daß die Abhängigkeit der Bedeckungslänge von der Stromstärke ermittelt wurde, die nach Hehl einem linearen Gesetz genügt. Aus der Neigung der Länge-Stromstärke-Kurve konnte dann die Stromdichte je für den mittleren homogenen Teil gefunden werden. Die Verfasser finden, daß die Abhängigkeit der Stromdichte j_n in mA/cm² vom Druck p in mm in dem gemessenen Druckintervall von 2 ... 10 mm durch die Gleichung $j_n = a\,p^b$ wiedergegeben wird. Die Konstanten a und b haben die folgenden Werte:

	Al	Zn	Cu	Fe	Ag	Au	Pt	
H_2	0,140	0,120	0,125	0,140	0,125	0,150	0,125	a
N_2	0,225	0,240	0,350	0,325	0,260	0,225	0,250	a
Ne	0,008	0,006	0,024	0,026	0,021	0,019	0,011	a
	Al	Zn	Cu	Fe	Ag	Au	Pt	
H_2	2,05	1,94	1,86	1,89	1,86	1,80	1,90	b
N_2	2,02	1,91	1,75	1,77	1,75	1,87	1,85	b
Ne	1,50	1,83	1,06	1,38	1,00	1,14	1,30	b

Außerdem wurden Gemische von Wasserstoff und Neon untersucht. (R. Seeliger u. M. Reger, Ann. Phys. Bd. 83, S. 535.) *Br.*

Die Erhaltung der Erdladung durch den Blitzstrom. — Die Frage, wie die Erdladung von etwa 300 000 C trotz des vertikalen Leitungsstromes von etwa 1400 A aufrechterhalten wird, wird von A. Wigand wieder aufgegriffen. Er zieht den Elektrizitätstransport von der Atmosphäre zur Erde durch die Gesamtheit der Blitze zur Erklärung heran. Aus den durch Blitze hervorgerufenen Magnetisierungen und den plötzlichen Feldänderungen bei Blitzschlägen schließt er, daß die überwiegende Blitzrichtung von der Erde zur Wolke weist. Die durchschnittliche Elektrizitätsmenge eines Blitzes wird aus der Wärme- und Schmelzwirkung, der Feldänderung und der Größe der Magnetisierung zu etwa 50 C berechnet. Die Zahl der Blitze in einer Sekunde beträgt nach einer Statistik von Brooks etwa 100 für die ganze Erde. Für den Blitzstrom ergibt sich nach diesen Schätzungen etwa dieselbe Größenordnung von 1400 A, wie sie zur Aufrechterhaltung der Erdladung nötig wäre. Allerdings weist H. Maurer darauf hin, daß die bisherigen Erfahrungen über Blitze auf dem Meere eher auf die entgegengesetzte Richtung des Blitzes schließen lassen. Außerdem erhebt H. Benndorf den Einwand, daß die durch die Niederschläge zur Erde geführte Elektrizitätsmenge von derselben Größenordnung ist wie der Blitzstrom, so daß die Blitze nur einen Teil des Überschusses an positiver Elektrizität kompensieren, der von den Niederschlägen herrührt. (A. Wigand, Phys. Z. Bd. 28, S. 65, 211, 260, 261.) *Br.*

Hochspannungstechnik.

Raumladung um einen Leiter bei Korona. — Carroll und Lusignan haben die beim Auftreten der Korona um einen Leiter sich bildenden Raumladungen qualitativ in der Anordnung des Leiters gegen eine geerdete leitende Platte und inmitten eines geerdeten metallenen Zylinders untersucht[1]. Hierbei wurde in aufeinander-

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1491 u. 1928, S. 1276.

folgenden Punkten der Wechselspannungskurve die Entladung eines mit positiver oder negativer Gleichspannung aufgeladenen Elektroskopes durch die vom Leiter ausgehenden Ionen gemessen. Der Grad der Entladung des Elektroskopes kann dabei als Maß der bei dem betreffenden Augenblickswert der Wechselspannung auf die geerdete Fläche auftreffenden Ionenzahl betrachtet werden.

Die Ergebnisse lassen, abgesehen davon, daß die negative, zur geerdeten Fläche übergehende Ladung größer als die positive ist, in den beiden Hälften der Spannungswelle nur geringe Unterschiede erkennen, doch ist es bemerkenswert, daß gleichgerichtete Ladungen auch noch dann übergehen, wenn die Spannung am Leiter ihr Vorzeichen gewechselt und in der Anordnung Leiter gegen geerdete Platte sogar ihren negativen Scheitelwert überschritten hat. Zweifellos ist dies auf die diffuse Verteilung der Ionen bei der unsymmetrischen Anordnung zurückzuführen, denn bei der Zylinderanordnung mit radial gerichtetem Feld ergab sich ein gleichzeitiges Vorhandensein ungleichnamiger Ionen nur in geringem Maße. Wenig Unterschiede für den Zeitpunkt des Eintretens der positiven und negativen Ladungen ergaben sich auch zwischen polierten, oxydierten und emaillierten Drähten.

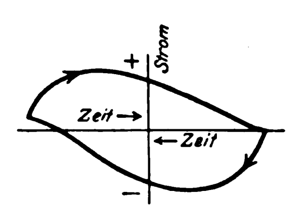


Abb. 10. Koronastrom-Zyklogramm eines Büschels aus einer einzelnen Spitze bei 100 kV.

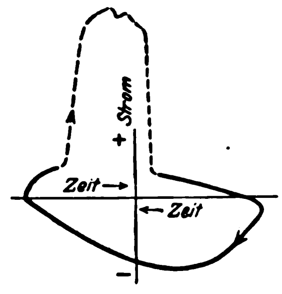


Abb. 11. Koronastrom-Zyklogramm eines Büschels aus einer einzelnen Spitze bei 130 kV.

Innerhalb einer gewissen Entfernung von dem unter Korona stehenden Leiter kehrt die Ladung ihr Vorzeichen bei jeder Umkehr der Spannung ebenfalls um. Darüber hinaus treten Ladungen nur eines Vorzeichens auf, deren Polarität nicht unter allen Umständen dieselbe ist. Im allgemeinen ist an einem rauhen Leiter die Ladung beim ersten Einsetzen der Korona negativ, geht aber mit wachsender Spannung in eine positive über. Bei hochglanzpolierten Leitern in geringem Abstand von Erde ist die Ladung zunächst jedoch positiv und wird dann negativ. Bei genügendem Abstand gegen Erde ist der gleichgerichtete Strom zur Aufrechterhaltung der Ladung gering, doch können die durch die Ladungen erzeugten Spannungen bisweilen recht hohe Werte erreichen. Versuche unter Zuhilfenahme eines Elektroskopes, das mit Erde und einem Prüfdraht in der Neutralebene zwischen zwei 3 m voneinander entfernten verseilten Kupferkabeln von 28 mm Dmr. und 15 m Länge verbunden war, ergaben bis 280 kV zwischen den Leitern eine negative Ladung auf dem Prüfdraht, dessen Spannung dabei bis auf etwa 3000 V stieg. Bei weiterer Erhöhung der Leitungsspannung sank diese Spannung zunächst langsam, dann schneller bei 300 kV bis auf 0. Von da ab nahm der Prüfdraht eine positive Ladung an und erreichte bei 500 kV Leitungsspannung etwa 15 kV. In einigen Fällen wurde selbst 15 min nach Abschalten der Leiter eine Spannung von einigen hundert Volt auf dem Prüfdraht festgestellt. Diese Potentiale sind auf die den Leiter umgebende Ladung zurückzuführen, die nach Fortnahme der Ionisationsquelle bestehen bleibt.

Die Untersuchung der Verluste ergab ein steiles Anwachsen derselben von dem Punkt ab, wo die Raumladung um die Leiter von negativ zu positiv wechselt. Von diesem Punkt ab gilt auch das quadratische Gesetz der Verluste nach P e e k, während darunter das Gesetz der Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist[1]. Die Untersuchung der Entladungen einer einzelnen Spitze, die im Hinblick auf die Büschelentladungen an Leitungseilen beachtenswert erscheint, und wobei sich der Beobachter mit den Meßinstrumenten in einen auf dem Potential der Versuchsleitung befindlichen, von Erde isolierten Käfig begeben mußte, ergab bis zu einer bestimmten Spannung, bei der Korona an der Spitze als schwaches Glimmen einsetzte, einen negativen Ladestrom. Dieser nahm bei weiterer Spannungssteigerung und Bildung purpurfarbener Leuchtfäden aus der Spitze bis auf Null ab, worauf bis zur Entwicklung der Entladung zu einem Büschel ein stärker anwachsender positiver Strom einsetzte. Die weitere Untersuchung mit dem Kathodenstrahloszillographen lieferte Zyklogramme der in Abb. 10 und 11 wiedergegebenen Art, von denen das zweite das starke, unsymmetrische Anwachsen des positiven Ladestromes kurz vor dem Übergang in die Büschelentladung erkennen läßt. Der Höchstwert des Koronastromes tritt etwa 25° vor dem Scheitelwert der an die Spitze angelegten Spannung ein.

Weitere Untersuchungen, die von den Verfassern an den wagerecht angeordneten 220 kV-Drehstromleitungen der Pacific-Gas- and Electric-Co. angestellt wurden, bestätigten diese im Ryan-Hochspannungslaboratorium der Stanford Universität mit dem Goldblatt-Elektroskop ausgeführten Versuche. Es ergab sich hierbei, daß selbst bei 260 kV, also etwa 20 % über der normalen Betriebspannung, der Wechsel von negativer in positive Raumladung, der nach dem Vorstehenden als Kennzeichen für das Einsetzen starker Koronaverluste gilt, noch nicht festzustellen war, wie die Messungen mit einem Prüfdraht in etwa 4,5 m Abstand unter den Leitungen erwiesen. (J. S. C a r r o l l u. J. T L u s i g n a n, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1350.)

O. N.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1276.

Wirkung eines Blitzschlages. — Im Anschluß an die Ausführungen von L. B i n d e r in der ETZ 1928, S. 503, möchte ich einen interessanten Fall über die Wärmewirkung eines Blitzschlages mitteilen, der am 18. IV. in Landsberg a. W. beobachtet worden ist. Um 17¼ h schlug ein Blitz in den Blitzableiter eines ungefähr 35 m hohen Fabrikschornsteins, wobei der 6,5 mm starke Ableiter aus Kupferdraht so stark erhitzt wurde, daß er in viele Stücke von 1 m bis zu 15 cm Länge zerlegt wurde. Die abgeschmolzenen Kupferdrahtenden, die bis zu 75 m weit weggeschleudert wurden und die sonderbarsten Formen annahmen, zeigen an den Enden konisch zugespitzte, schwarze Brandstellen. Auch die Stärke des Kupferdrahtes hat sich durch die Wärmewirkung verändert. Ich habe Stärken von 6,5 mm bis herunter zu 5 mm feststellen können. Beachtenswert ist ferner, daß die Auffangspitze in einer Länge von ungefähr 3 m erhalten geblieben ist und sich jetzt noch am Schornstein befindet. Die Spitze läßt keine Veränderungen erkennen, soweit das vom Erdboden aus möglich ist. Auch am Mauerwerk des Schornsteins hat der Blitz deutliche Spuren hinterlassen, die sich als helle Stellen kenntlich machen. Eine Beschädigung des Mauerwerks ist jedoch nicht eingetreten.

F. J a n e t z k y

Allgemeiner Maschinenbau.

VII. Tagung des Allgemeinen Verbandes der Deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine in München 1928. — Der Allgemeine Verband der Deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine, der gewissermaßen die deutsche Fortsetzung des früheren Internationalen Verbandes ist, dem das Jahr 1914 ein jähes Ende bereitete, hielt am I. VIII. d. J. in München seine 7. öffentliche Tagung ab. Nach einer Begrüßungsansprache von Direktor R ü s t e r wies Direktor L a n g l o t h auf die vielen gegenseitigen Beziehungen zwischen dem Verband und der VEW hin. Gemeinschaftsarbeit läge vor bei den Problemen des Höchstdruckdampfes, auch in der Überwachung der Leitungsanlagen. Der Geist der verantwortlichen Selbstverwaltung müsse auch in der Zukunft bleiben, was besser sei als eine in Gesetzesparagraphen gezwängte Reglementierung.

Die Vorträge auf der Tagung waren dem Gebiet des Dampfes, der Herstellung und Überwachung der Kessel und der Erzeugung von Kohlenstaub entnommen. Prof. E b e r l e sprach über „W ä r m e v e r t e i l u n g m i t H e i ß w a s s e r u n t e r B e r ü c k s i c h t i g u n g d e r F e r n h e i z w e r k e". Warmwasser kommt für Raumbeheizung und Industrieverwertung bei Heizungen mannigfacher Art in Frage. Der große Anteil des Wärmebedarfs für industrielle Heizzwecke am Gesamtwärmeaufwand ist bisher zu wenig gewürdigt worden. Erst in den letzten Jahren ist man zum zentralisiert erzeugten Wärmeträger für industriellen Bedarf übergegangen, für den fast ausschließlich der Dampf in Frage kam, da dieser auch der Krafterzeugung diente. Auch war Warmwasser bei der üblichen Erzeugung mit 100° unter normalem Druck für einen großen Teil der industriellen Heizbedürfnisse ausgeschlossen. Heute ist man bereits wesentlich über diese Temperatur hinausgegangen, und es gibt Anlagen mit Heißwasser von 200° und mehr, die sich bewährt haben. Damit ist die Frage aktueller ge-



worden, ob sich Heißwasser dem Dampf ebenbürtig zur Seite stellen kann, und sich bei Verwendung von Heißwasser wirtschaftliche oder technische Vorteile gewinnen lassen. Hierzu wurde auf die Erzeugung, Verteilung und Verwendung von Heizwärme näher eingegangen und gezeigt, daß bei Heißwasser oder Dampf als Wärmeträger ein wesentlicher Unterschied zuungunsten des Heißwassers nicht besteht, daß sich sogar bei Kraft-Wärmebedarf Vorteile durch die Verwendung von Heißwasser ergeben. Ein großer Vorteil besteht bei Heißwasser in dem Fortfall verlustbringender Einrichtungen wie von Kondenstöpfen. Zu bereits ausgeführten Anlagen wurde auf die Warmwasser-Fernheizung des Deutschen Museums in München, bei der der Maschinenabdampf des Muffatwerks ausgenutzt wird, und auf die Beheizung der Lokomotivwerkstätten am Münchener Hauptbahnhof mit Heißwasser aus den Ekonomisern hingewiesen. Eine große Ölraffinerie in Hamburg deckt ihren Energie- und Wärmebedarf aus dem 700 m entfernt liegenden Elektrizitätswerk. Das Heißwasser von 200° wird durch eine Leitung von 170 mm Dmr. allen Verbrauchstellen zum Kochen und Trocknen, wie zur Raumbeheizung zugeführt. Durch entsprechende Schaltung der Heizapparate zwischen Vor- und Rücklauf, wie in die Leitungen wird das Wärmegefälle zur erforderlichen Heiztemperatur ausgenutzt, die in ihrer Höhe ständig gehalten werden kann, was im vorliegenden Betrieb sehr wichtig und bei Dampf nicht zu erreichen ist. An Hand eines Projektes zu einem Kraftheizwerk von 19 000 kW Leistung und mit einem Wärmeanschluß von 60 Mill. kcal/h = 100 t/h Dampf für eine starke Textilkleinindustrie wurde gezeigt, welche große Ersparnis für die Krafterzeugung möglich ist. Die Kondensations-Maschinenanlage arbeitet mit 40 at Anfangsdruck, 400° Überhitzung und 0,08 at Enddruck. Der Dampf zur Erzeugung des Heißwassers von 190° wird der Maschine mit 6 at entnommen. Durch die Verbindung von Kraft- und Wärmeabgabe ist es möglich, im Winter die Kilowattstunde mit etwa 1600 kcal zu erzeugen. Hierbei ist eine Speicherung von Heißwasser möglich, die wirtschaftlicher ist als bei Dampf.

Prof. Dr. Loschge ging in seinem Vortrage „Zur Frage der Anwendung des Hochdruckdampfes" davon aus, daß z. Zt. die Vorteile des Hochdruckdampfes zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Werksanlagen noch umstritten, aber doch in den Fällen, wo er angewandt sei wie auch in Amerika, wärmetechnische Erfolge erzielt worden seien. Auch das Großkraftwerk Mannheim verspreche sich bei 100 at seiner neuen Kesselanlage eine Verminderung der Betriebskosten. Besonderen Gewinn zögen die Gegendruckanlagen aus der Benutzung von Hochdruckdampf. Zum Bau der Hochdruckkessel wurde theoretisch nachgewiesen, daß diese mit geringen Ausdampfflächen auskommen. Beim Bensonkessel sei sie überhaupt fortgefallen. Die neue Richtung im Kesselbau gehe dahin, wenig Wasser in geheizte Rohre einzuführen. Kessel mit geringem Wasserinhalt lassen sich sehr schnell in Betrieb setzen und werden dadurch ein brauchbares Instrument zur Bekämpfung der Belastungspitzen. Die Speicherfähigkeit der Kessel läßt sich durch Hinzunahme besonderer Speicher mit neuzeitlichen Regelvorrichtungen erreichen. Für Drücke von 140 at empfehle sich eine Kesselbauart wie der Bensonkessel; für 100 at käme ein Teilkammer- und Steilrohrkessel mit kleiner Trommel für etwa ein Zehntel des Kesselwasserinhalts in Frage, der mit Rücksicht auf guten Wasserumlauf hoch gebaut wird. Zu den Dampfturbinen für Hochdruckdampf wurde auf das Erfordernis kleiner Schaufelquerschnitte mit kleinen Schaufelhöhen hingewiesen, was zu den Scheibenradturbinen mit kleinen Scheibendurchmessern und hohen Drehzahlen, wie zu den Turbinen mit Zahnradvorgelege geführt hat. Der Gütegrad der Turbinen, bezogen auf die durchgesetzte Dampfmenge, steigt mit zunehmender Dampfmenge, so daß der Hochdruckdampf nicht immer das Gegebene für kleine Anlagen ist. Die großen Elektrizitätswerke würden aber gut daran tun, auf Hochdruckdampf überzugehen. Zur Einführung des Hochdruckdampfes bei anderen industriellen Anlagen wäre es erwünscht, daß die Elektrizitätswerke den Überschußstrom übernehmen. Vielleicht können die hier noch bestehenden Schwierigkeiten bei den Elektrizitätswerken durch Kuppelung von Energie- und Wärmeabgabe beseitigt werden, indem die Heizdampferzeugung einen Ausgleich schafft.

In der Aussprache ging Prof. Zerkowitz auf die Zwischenüberhitzung des Dampfes ein, die heute in der Zurückführung des Dampfes zum Kesselhause noch zu unbequem sei, und für die andere Wege gesucht werden müßten. Ein Versuch der Zwischenüberhitzung mit Sattdampf sei gemacht worden. Ferner seien die neuzeitlichen schnellaufenden Dampfturbinen mit Zahnradvorgelege sehr beachtenswert, da sie auch kleine Dampfmengen auszuwerten ermöglichen.

Dr. Zwingauer machte Mitteilungen über Bau und Betrieb des Löffler-Kessels bei der Lokomotivfabrik Floridsdorf bei Wien. In der Kesselanlage, deren Anordnung bekannt sein dürfte, wird Dampf von 100 at mit 480°...500° Überhitzung erzeugt. Die Dampferzeugung ist 6...8 t/h. Der Betriebswirkungsgrad hat sich zu 80 % (bezogen auf die verwendete Kohlenmenge) ergeben. Schwierigkeiten im Betrieb der Speise- und Dampfpumpe, die gemeinsam durch Elektromotor mit veränderlicher Drehzahl angetrieben werden, sind dadurch behoben, daß einzelne Überhitzerrohre so konstruiert sind, daß bei Störung an einer Pumpe ein Ventil geöffnet wird, das Dampf durchströmen läßt und ein Signal gibt. Die Anlage ist jetzt 2500 h in Betrieb und hat, ohne Reparaturen erforderlich zu machen, den Anforderungen entsprochen.

Ob.-Ing. Ries, München, berichtete über „Die Ergebnisse der Versuche über das Einwalzen von Rohren", die in der Materialprüfstelle des B. R. V. zunächst für glatte Rohre von 83 mm äußerem Dmr. und Rohrplatten von 30 mm Stärke mit polierten, rauh und fein gedrehten Rohr- und Lochoberflächen durchgeführt worden sind. Infolge besonderer Rohrwalzenanordnung mit Flüssigkeitsdruck konnten die Rohrdrücke auf die Rohrwand und die Haftkraft gemessen werden. Aus den Versuchsergebnissen sei angeführt, daß die Haftkraft eines eingewalzten Rohres einen Höchstwert erreicht, der unabhängig von der Rohr- und Lochoberfläche bei dem gleichen Walz- oder Bohnendruck liegt. Sie ist zwischen rauh sowie fein gedrehten Rohr- und Rohrlochoberflächen gleich und kann bei Rohren, die mit 10 mm Überstand eingewalzt werden, um etwa 50 % erhöht werden. Die Haftkraft ist proportional der Rohrwanddicke. Die Dichtigkeit einer Walzverbindung wird um so eher erreicht, je glatter die Oberflächen des Rohres und des Bohrloches sind. Bei starkwandigen Rohrplatten kann genügende Haftfestigkeit und Dichtigkeit der Verbindung erreicht werden, ohne auf die ganze Wanddicke das Rohr einzuwalzen. Bei Walzdrücken bis 40 atü ist eine bleibende Formänderung des Baustoffes nur in unmittelbarer Nähe des Lochrandes nachweisbar. Die elastische Formänderung dagegen ist noch in einer Entfernung vom Lochrand meßbar, die etwa ein Fünftel des Rohrlochdurchmessers beträgt.

In der Aussprache wurde mitgeteilt, daß nach Versuchen Alterungserscheinungen an gewalzten Rohren, Blechsorten über 40 kg/mm² Festigkeit und alterungsicher gemachten Trommeln infolge des Einwalzens der Rohre nicht zu befürchten sind.

Der Bericht von Direktor Bracht „Über Kesselschäden", der insbesondere dartun sollte, wie Kesselrevision und Materialprüfung zur richtigen Erkenntnis der Schäden Hand in Hand gehen müssen, bewies, daß Herstellungsfehler an den Rohren, wie Ziehriefen, Verstemmen von Rissen an der Materialoberfläche, schlechte Flammenführung mit Stichflammenbildung, welche mit der Zeit die mechanischen Eigenschaften des Baustoffes verschlechtert, unsachgemäße Wärmebehandlung und zu scharfer Halbmesser der Krempelung an Stirnwänden zu Rissen führen.

Nach dem Vortrag von Dipl.-Ing. Presser über „Versuche mit Kohlenstaubmühlen" ist die Entwicklung dieser noch im Fluß, da die Kohlenstaubfeuerung sparsam arbeitende Mühlen erfordert. Hierzu müssen insbesondere die Sichteranlagen der Mühlen verbessert werden, deren Wirkungsgrad schlecht ist, da das Mahlgut die Mühle nicht schnell genug verläßt. Auch wird der Staub mit abnehmender Mühlenbelastung gröber, womit bei Einzelanlagen Zündungschwierigkeiten auftreten können. Das Entgegengesetzte sei der Fall bei der Kohlenstaubmühle „Resolutor" infolge einer besonderen Sichterbauart, die gezeigt wurde. Großen Vorteil bietet die Mahltrocknung, wie überhaupt das Vermahlen trockener Kohle, da der Kraftbedarf sinkt, und die Mahlleistung außerordentlich ansteigt. Z. Zt. werden Versuche an einer Dreiwalzen-Ringmühle der Babcock-Werke ausgeführt, bei der sich auch ein anderes Verhalten der Staubfeinheit zur Belastung infolge eines pneumatischen Grob- und Feinsichters zeigt. Hierbei wird auch die Mahlbarkeit einer Kohle geprüft, auf die der Aschengehalt und die Art der Einlagerung der Asche in die Kohle von Einfluß ist.

Im nächsten Jahre findet die Dampfkesseltagung in Stettin statt. Przygode.

Werkstatt und Baustoffe.

Verhalten des Stahls unter Dauerbelastung bei erhöhten Temperaturen. — Die Untersuchungen der letzten Jahre haben den Nachweis erbracht, daß die durch den normalen Zugversuch bei höheren Temperaturen festgelegten Festigkeitseigenschaften des Stahls keinen Maßstab der Fähigkeit des Stahls bieten, lang andauernde Belastungen bei diesen Wärmegraden zu ertragen. F. Körber berichtet über Versuche in dieser Richtung, die im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung angestellt wurden. Nach ihnen läßt sich für das Verhalten des Stahls bei höherer Temperatur das in Abb. 12 schematisch gezeichnete Bild entwerfen, das die Dehnung in Abhängigkeit von der Zeit für eine Reihe von steigenden Belastungsstufen bringt. Bei geringeren Belastungen klingt die zunächst in beträchtlichem Ausmaße eintretende Dehnung infolge der Kaltverfestigung des Materials nach mehr oder weniger kurzer Zeit ab und gelangt schließlich völlig zum Stillstand (Kurve *1...4*). Von einer gewissen Beanspruchung an geht aber die Kaltverfestigung infolge der dann einsetzenden Kristallerholung bzw. Rekristallisation, wenn auch zum Teil sehr langsam, wieder zurück, so daß eine ständig fortschreitende Dehnung beobachtet wird (Kurve *5*), die bei ausreichend langer Zeitdauer schließlich zum Bruch führen wird (Kurve *6*). Bei 600 ° führt schon eine Belastung von nur 2 kg/mm² zu einer ständig fortschreitenden Formänderung und zum Bruch. Als Materialprüfverfahren kommen die sich über Wochen und Monate erstreckenden Dauerversuche nicht in Frage. Einen gewissen Ersatz bietet die Methode von A. Pomp und A. Dahmen[1], nach welcher die Dehnungsgeschwindigkeit des Stahls in der dritten bis sechsten Stunde nach dem Aufbringen der Belastung gemessen wird. Sie muß kleiner als 0,001 %/h sein. Unterhalb von 300 ° verliert die Bestimmung der Dauerstandfestigkeit ihren Sinn, da hier auch oberhalb der Streckgrenze nach beträchtlicher anfänglicher Verformung die Formänderung schließlich zum Stillstand kommt. (F. Körber, Z. Techn. Phys. Bd. 8, S. 421.) *Br.*

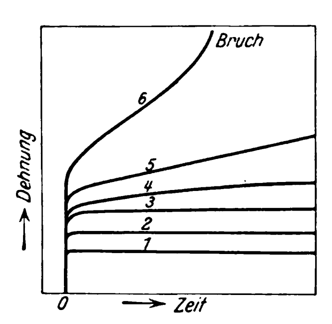


Abb. 12. Dehnung des Stahls bei höherer Temperatur und steigenden Belastungsstufen *1...6*.

Energiewirtschaft.

Tarifsystematik. — In den Technischen Monatsblättern für Gasverkäufer[2] bringt Stadtamtmann Dr. Strölin, Stuttgart, einen Bericht, „Grundsätzliches über Gastarife" und erläutert in ihm eingehend die Ergebnisse einer Erhebung, welche der Landesverband württ. Gaswerke unter seinen 45 Mitgliedern nach dem Stand vom 1. I. 1928 angestellt hat. Alle diese Werke haben den ihnen zugesandten Fragebogen beantwortet, ein Beweis dafür, ein wie weitgehendes Interesse die Werksverwaltungen heute den Tariffragen entgegenbringen. Die eingegangenen Antworten lassen erkennen, daß die Werke, um das Eindringen des Gasabsatzes in Gebiete zu ermöglichen, die bisher anderen Energiequellen vorbehalten schienen, bemüht sind, die Tarife umzustellen und zu verfeinern. Bei dem geringen Umfang der Rundfrage und der äußerst großen Buntscheckigkeit der mitgeteilten Tarife lassen sich Schlüsse von allgemeinerer Bedeutung für die deutsche Gasversorgung aus ihr nicht ziehen. Was die Ausführungen Strölins aber auch für die Elektrowirtschaft beachtenswert macht, ist sein Versuch, den nicht nur bezüglich der Tarife, sondern auch des Tarifbegriffs und der Bezeichnungen herrschenden bedenklichen Wirrwarr zu klären und für die einzelnen Tarifarten möglichst charakteristische Bezeichnungen herauszuarbeiten; denn in dieser Hinsicht liegen die Verhältnisse in der Elektrowirtschaft nicht viel besser als im Gasfach. Der Aufsatz läßt in uns aber den dringenden Wunsch rege werden, daß es der Elektrizitätswirtschaft gelingen möge, eine Tarifsystematik aufzustellen, welche das Wesen der einzelnen Tarifarten klarer erfaßt und auch in der Wortbildung gefälliger zum Ausdruck bringt. Das für die Gastarife vorgesehene Schema, welches Einheitstarife und differenzierte Tarife, einen Normal- und einen Individualtarif, einen Generaltarif und Spezialtarife vorsieht und zu elfsilbigen Wortungetümen, wie „Grundgebührenindividualtarif" führt, kann als mustergültig für die Elektrotarife nicht angesprochen werden.

Wenn auch an einen einheitlichen Tarif für die deutschen öffentlichen Elektrizitätswerke für lange Zeit noch nicht gedacht werden kann, da die Bedingungen, unter welchen in den einzelnen Werken elektrische Energie erzeugt wird, gar zu verschiedenartig sind und auch die geschäftlichen Gesichtspunkte, nach denen die Werke geleitet werden, stark voneinander abweichen, ist es heute doch wohl möglich, für die mannigfachen Tarifarten feste und allgemein anerkannte Bezeichnungen einzuführen, also eine Normung der Tarifbezeichnungen zu erreichen; ein solcher Schritt wäre wohl geeignet, den auch in der Elektrowirtschaft herrschenden Tarifwirrwarr allmählich zu lösen. Thierbach.

Die elektrischen Anlagen in Norwegen. — Nach den Jahresberichten der staatlichen Inspektoren für die elektrischen Anlagen in Norwegen haben sich diese im Rechnungsjahr 1927 wie folgt entwickelt[1]:

	Stand am 31. XII. 1927	Stand am 31. XII. 1926
Zahl der Stromerzeugungsanlagen	2 023	2 898
Gesamte Generatorenleistung kW	1 579 086	15 48 615
Zahl der Akkumulatorbatterien	307	315
Kapazität der Batterien kWh	19 638	20 064
Für Motoren verwendet kW	564 238	559 064
Für elektrochemische Zwecke verwendet kW	654 810	631 474
Im ganzen installiert:		
Glühlampen	5 771 356	5 731 975
Motoren	75 888	74 048

Die Zahl der Stromerzeugungsanlagen hat sich verringert, weil 992 Anlagen in Schiffen mit 20 992 kW Generatorenleistung 1927 ausgeschieden worden sind; sie werden jetzt nicht mehr von den staatlichen Inspektoren kontrolliert. Bis Ende 1927 waren etwa 19 188 km Hochspannungsfernleitungen in Betrieb (18 978 i. V.); das Niederspannungsnetz umfaßte insgesamt 27 014 km (26 607 im Vorj.). Die durchschnittliche Größe der Anlagen betrug im Berichtsjahr etwa 780 kW, wobei jedoch zu bemerken ist, daß die gewöhnlich kleinen Schiffsanlagen 1927 nicht inbegriffen sind. Die Verwendung der Energie für elektrochemische Zwecke, Beleuchtung und Antriebe steigt jetzt sehr langsam. Ende 1927 waren, auf den Einwohner gerechnet, 2,08 Glühlampen installiert (2,16 i. V.). Die Durchschnittsleistung der Motoren betrug etwa 7,4 kW (7,5 i. V.).

Etwa 85 Brände und 18 Unglücksfälle sind 1927 durch Elektrizität verursacht worden, von letzteren waren acht tödlich. *N. Sch.*

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[2]. — Nach den Angaben des Statistischen Reichsamtes hat die Stromerzeugung der 122 Elektrizitätswerke im Juni gegen den Vormonat um 1 Mill. kWh zugenommen, arbeitstäglich sich aber um 1,63 Mill. kWh verringert. Während des ersten Halbjahres war sie nach dem Bericht des Amtes mit 6752 Mill. kWh um 17 % größer als in der gleichen Zeit des Vorjahres (5787 Mill. kWh). Die arbeitstäglichen Meßziffern betrugen gegen den Monatsdurchschnitt von 1925 123,56 und gegen den gleichen Monat von 1927 117,32. Der Anschlußwert

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugt Mill. kWh: insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer: Anschlußwert Mill. kW		Gesamtverbrauch Mill. kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: insgesamt Mill. kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927
I.	26	25	1238,9	1036,0	47,6	41,4	4,0	3,7	476,1	382,4	18,3	15,3	4,6	4,1
II.	25	24	1126,4	933,6	45,1	38,9	4,0	3,7	458,4	369,0	18,3	15,4	4,6	4,1
III.	27	27	1169,9	1013,4	43,3	37,5	4,0	3,8	483,7	397,5	17,9	14,7	4,4	3,9
IV.	23	24	1048,9	913,3	45,6	38,1	4,1	3,8	436,5	377,3	19,0	15,7	4,7	4,2
V.	25	25	1083,6	939,0	43,3	37,6	4,1	3,8	443,7	393,2	17,7	15,7	4,3	4,2
VI.	26	25	1084,6	889,0	41,7	35,6	—	—	—	—	—	—	—	—

[1] Mitt. d. Kaiser Wilhelm-Inst. f. Eisenforschg. Bd. 9, S. 33.
[2] Bd. 3, 1928, S. 65.

[1] Vgl. 1927, S. 1430.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 1310. Wirtsch. u. Stat., Bd. 8, 1928, S. 534.



der von der Statistik erfaßten gewerblichen Abnehmer ist gegen den April im Mai um 20 000 kW, ihr Verbrauch im ganzen um 7,2 Mill. kWh gewachsen. Arbeitstäglich hat er um 1,233 Mill. kWh abgenommen, und je 1 kW Anschlußwert stellte er sich auf 4,34 kWh (4,67 i. Vm.); die Meßziffern waren 112,54 bzw. 104,76.

Die Angaben vorstehender Übersicht sind für 1927 bereits nach der soeben vom Statistischen Reichsamt herausgegebenen Sammlung „Industrielle Produktionsstatistik"[1] berichtigt worden, die unter dem Titel „Elektrizitätsindustrie" (S. 50) neben zahlreichen elektrizitätswirtschaftlichen Zusammenstellungen aus den Jahren 1925 und 1926 für letztere und 1927 auch die nach Monaten geordnete vollständige Zahlentafel der Selbsterzeugung von 122 Elektrizitätswerken, des Anschlußwertes und des Verbrauchs industrieller und gewerblicher Abnehmer bringt.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[2]. — Auf Grund von Verhandlungen der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen G. m. b. H., Dortmund, mit den Kreisen Büren und Brilon bzw. deren Elektrizitätsverband über eine Verschmelzung haben die beiden Kreise ihren Kreistagen vorgeschlagen, mit den VEW einen Fusionsvertrag abzuschließen, demzufolge die Geschäftsanteile des Elektrizitätsverbandes Büren-Brilon an die VEW übergehen sollen, wogegen die Kreise eine angemessene Beteiligung am Gesellschaftskapital letzterer erhalten und dadurch in engere Verbindung mit der westfälischen Elektrizitätswirtschaft kommen. Der Elektrizitätsverband Büren-Brilon G. m. b. H. versorgt seit Jahren die Stromverbraucher beider Kreise teils aus eigenen Wasserkraftanlagen, teils durch Bezug von der Preußischen Elektrizitäts-A. G., für den er Mitglied des Elektrozweckverbandes Mitteldeutschland in Kassel ist, und hat in Verbindung mit dem Ruhrtalsperrenverein die Absicht, einige weitere als Speicherwerke geeignete Wasserkräfte seines Bezirks auszubauen. Der Sicherung dieser für die in den VEW zusammengeschlossene westfälische Elektrizitätswirtschaft galten die eingangs erwähnten Verhandlungen.

Nach einer Mitteilung der Elgawe-Tagesfragen läßt die Saarland-Lothringische Elektrizitätsgesellschaft durch Brown, Boveri & Cie. eine 35 kV-Leitung von der Zentrale Heinitz nach St. Wendel errichten und baut selbst eine 20 kV-Leitung von Mittelbexbach nach dem der AEG zur Ausführung übertragenen Umspannwerk St. Wendel, um diesen Kreis nötigenfalls von den Pfalzwerken bzw. von Mannheim und den badischen Wasserkräften aus zu versorgen.

Wie wir den Siemens-Mitt. vom 1. IX. 1928 entnehmen, ist die von den SSW aus drei Einphasenkabeln von je 9,58 km Länge hergestellte Kabelverbindung für 100 kV zwischen dem Netz des Bayernwerks und dem Unterwerk Tullnau der Großkraftwerk Franken A. G., von dem aus Nürnberg mit elektrischer Arbeit versorgt wird, Ende Juli dem Betrieb übergeben worden.

[1] Sonderheft zu Wirtsch. u. Stat. Nr. 4. Verlag v. Reimar Hobbing, Berlin 1928.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 1343.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV
Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Besichtigung.

Auf vielfachen Wunsch findet am

Dienstag, dem 25. September 1928, 10 Uhr vorm.

abermals eine

Besichtigung des neuen Druckhauses des Ullstein-Verlags, Berlin-Tempelhof, Berliner Str. 104,

statt.

Treffpunkt: Im Vestibül.

Verkehrsverbindungen: Straßenbahnlinien Nr. 96 und 199.

Auch Damen können teilnehmen.

Der Ullstein-Verlag hat die Zahl der Teilnehmer auf 80 beschränkt. Die Beteiligung an der Besichtigung ist nur gegen Karten gestattet, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118a II, bis spätestens Sonnabend, den 22. September, mittags 1 Uhr, erhältlich sind. Um pünktliches Erscheinen wird gebeten.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE
Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.

Unter Bezugnahme auf die in ETZ 1928, S. 1344, erfolgte Ankündigung über die künftige Gestaltung der Errichtungs- und Betriebsvorschriften und die in ETZ 1928, S. 1321 gebrachten näheren Ausführungen über die Umgestaltung der erwähnten Vorschriften gibt die Kommission hiermit bekannt, daß folgende Sonderdrucke aufgelegt sind:

a) Entwurf 1 zu „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstrom-Niederspannungsanlagen und Starkstrom-Hochspannungsanlagen mit Betriebsspannungen von weniger als 1000 V, V. N. E./1929",
b) Entwurf 1 zu „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen, V. S. B./1929".

Diese Sonderdrucke können bei der Geschäftstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker bezogen werden und zwar der unter a) genannte Sonderdruck, der einen Umfang von 54 Seiten hat, zu einem Stückpreise von 0,50 M zuzüglich Versandspesen; der unter b) genannte Sonderdruck wird Interessenten kostenlos abgegeben.

Die Kommission räumt auch für diese beiden Entwürfe, die zum größten Teil der Fassung entsprechen, die in dem in ETZ 1927, S. 784 und 821 angekündigten Entwurf-Sonderdruck enthalten war, eine nochmalige Einspruchsfrist bis zum 31. Oktober 1928 ein, obgleich die zu dem vorjährigen Sonderdruck eingegangenen Einsprüche in der jetzt vorliegenden Fassung bereits weitestgehend berücksichtigt sind.

Begründete Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zu dem vorgenannten Zeitpunkt an die Geschäftstelle des VDE zu richten und zwar für die unter a) genannten Vorschriften unter dem Kennwort „Niederspannungs-Errichtungsvorschriften" und für den unter b) genannten Entwurf unter dem Kennwort „Betriebsvorschriften".

Kommission für Bahnwesen.

Durch die für die Kommission tätige Normgruppe „Bahnen" des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie sind die nachstehend aufgeführten Normblattentwürfe für elektrische Bahnen ausgearbeitet worden:

DIN VDE 3130	Schienenverbinder für Feld- und Grubenbahnen.
DIN VDE 3142	Fahrdrahtklemmen für Rillen-Fahrdraht Ri. Gewindebolzen-Aufhängung.
DIN VDE 3143	Fahrdrahtklemmen für Rund-Fahrdraht Ru. Gewindebolzen-Aufhängung.
DIN VDE 3144	Fahrdrahtklemme für Rillen-Fahrdraht Ri. Drehbolzen-Aufhängung.
DIN VDE 3145	Fahrdrahtklemmen. Drehbolzen.
DIN VDE 3146	Fahrdraht-Gleitführung.
DIN VDE 3170	Schnallen-Isolatoren. Betriebspannung bis 750 V.
DIN VDE 3171	Sattel-Isolatoren.
DIN VDE 3172	Sattel- und Schnallen-Isolatoren. Verbindungschrauben mit Hutmuttern.

Elektrische Bahnen

Schienenverbinder

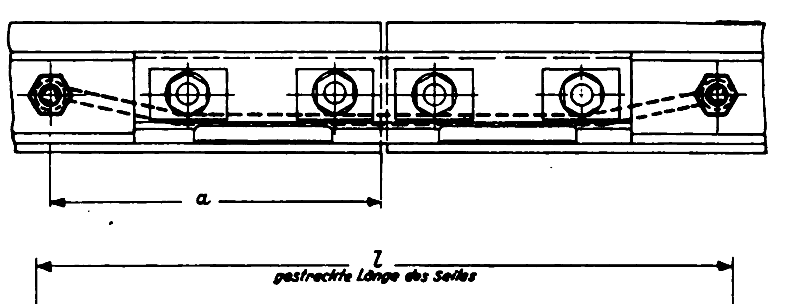
Noch nicht endgültig

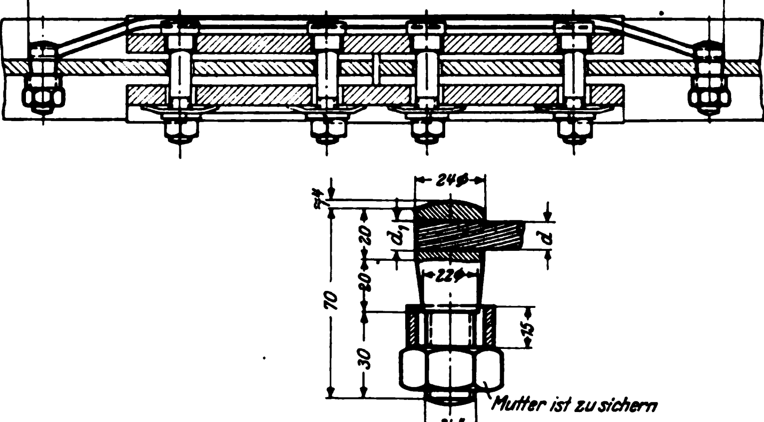
Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 3130

Maße in mm

Schienenverbinder für Feld- und Grubenbahnen





Bezeichnung eines Schienenverbinders für 95 mm² Querschnitt und 1000 mm Länge:

Schienenverbinder 95 × 1000 VDE 3130

Leitungsseil-Querschnitt mm²	Seil-durchmesser d	Bohrung d_1	gestreckte Länge l	a
50	10,4	11,4	(800)	350
70	12,8	13,8	1000	450
95	14,5	15,5	1200	550

Werkstoff: Kontaktkopf Flußstahl verbleit.
Leitungseil nach DIN VDE ..... aus Kupfer.
Zwischenring Flußstahl verbleit.
Muttern nach DIN 555 Flußstahl verbleit.
Die eingeklammerte Länge ist möglichst zu vermeiden.

September 1928

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.
Verband Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E.V.
Fachnormenausschuß für den Bergbau.

Einsprüche gegen diese Normblattentwürfe werden in doppelter Ausfertigung an die Geschäftstelle des VDE bis zum 20. Oktober 1928 erbeten.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Der Unterausschuß II hatte in ETZ 1928, S. 557 ff. einen Entwurf zu Vorschriften für Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger sowie die hierdurch bedingten Änderungen an den bereits bestehenden Vorschriften für Wechselstrom-Netzanschlußgeräte, Gleichstrom-Netzanschlußgeräte und Gleichstrom-Netzanschlußempfänger bekanntgegeben.

Von einer Vorlage dieser Arbeiten bei der Jahresversammlung 1928 wurde jedoch abgesehen, da diese Arbeiten einer nochmaligen eingehenden Überarbeitung unterzogen werden sollten, deren Ergebnis demnächst an dieser Stelle veröffentlicht werden wird.

Der Unterausschuß hat diese ursprünglich nur auf die Netzanschlußvorrichtungen abgestellten Arbeiten inzwischen dahin erweitert, daß er auch Vorschriften für Kopfhörer und Lautsprecher, die in Verbindung mit Empfängern oder Verstärkern, die mit Netzanschluß arbeiten, verwendet werden sollen, aufgestellt hat. Der Entwurf dieser Vorschriften wird nachstehend unter dem Titel

„Vorschriften für elektrische Schallgeräte"

veröffentlicht.

Da sich weiter als notwendig erwiesen hat, auch für besondere Zweifach-Steckvorrichtungen zum Anschluß der nach den vorgenannten Vorschriften gebauten Lautsprecher an die Empfänger oder Verstärker bestimmte Forderungen zu stellen, wird ebenfalls in nächster Zeit an dieser Stelle ein Entwurf zu Vorschriften für Zweifach-Steckvorrichtungen bekanntgegeben werden.

Einsprüche gegen den nachstehenden Entwurf zu

„Vorschriften für elektrische Schallgeräte"

sind in zweifacher Ausfertigung bis zum 15. November 1928 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

(Fortsetzung siehe S. 1381).

Elektrische Bahnen

Fahrdrahtklemmen

für Rillen-Fahrdraht Ri

Gewindebolzen-Aufhängung

Noch nicht endgültig

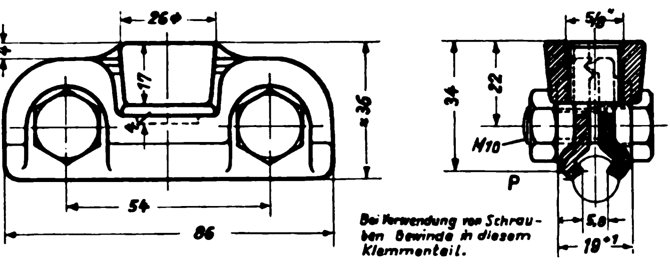
Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 3142

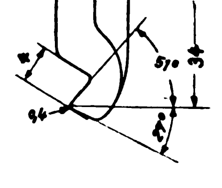
Maße in mm

Ri I

Fahrdrahtklemme für einen Rillen-Fahrdraht von 35 bis 150 mm² Querschnitt

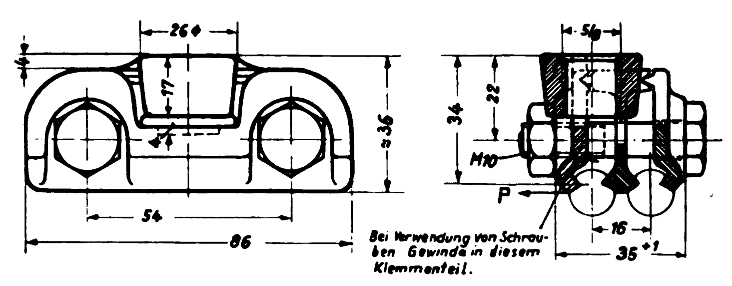


Bezeichnung einer vollständigen Fahrdrahtklemme für einen Rillen-Fahrdraht:
Fahrdrahtklemme Ri I VDE 3142



Ri II

Fahrdrahtklemme für zwei Rillen-Fahrdrähte von 35 bis 150 mm² Querschnitt



Bezeichnung einer vollständigen Fahrdrahtklemme für zwei Rillen-Fahrdrähte:
Fahrdrahtklemme Ri II VDE 3142

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

Für Maße, bei denen keine Abweichungen angegeben sind, gelten die durch die Herstellungsweise bedingten üblichen Abweichungen.

Werkstoff: Ms 60 gepreßt DIN 1709.
Blanke Sechskantschrauben nach DIN 81 aus Flußstahl.
Blanke Sechskantmuttern nach DIN 934 bzw. Hutmuttern[1]) nach DIN 3172 aus Messing.

Wird für Sechskantschrauben und Muttern ein anderer Werkstoff gewünscht, so ist dies bei Bestellung besonders anzugeben.

Gewinde: Metrisch nach DIN 13, Whitworth nach DIN 11.

Die Klemmen müssen für einen Seitenzug P = mindestens 180 kg bei 3,5-facher Sicherheit bzw. 250 kg bei 2,5-facher Sicherheit gebaut werden.

Sind für Sonderzwecke Fahrdrahtklemmen für Gewindebolzen-Aufhängung ¾″ unvermeidlich, so sind die Fahrdrahtklemmen nach DIN 3144 mit eingeschnittenem ¾″ Gewinde zu verwenden.

Statt Verbindungschrauben sind auch andere Verbindungsmittel zulässig.

[1]) Bei Bestellung besonders anzugeben.

Rillen-Fahrdrähte siehe DIN VDE 3141.

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.
Verein Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E.V.
Fachnormenausschuß für den Bergbau

September 1928

Entwurf 1.

Vorschriften für elektrische Schallgeräte.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. Juli 1929 in Kraft.

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Die Vorschriften gelten nur für elektrische Schallgeräte, die in Wohnräumen und trockenen Wirtschaftsräumen in Verbindung mit Empfängern oder Verstärkern benutzt werden, die mit Netzanschluß arbeiten und deren für die Schallgeräte bestimmte Anschlüsse im Betriebe keine höhere Spannung als 250 V gegeneinander oder gegen Erde aufweisen sowie keinen höheren Strom als 1 A liefern können.

b) Elektrische Schallgeräte, deren Anschlüsse im Betriebe eine kleinere Gleich- oder Wechselspannung als 42 V gegeneinander oder gegen Erde aufweisen, sind diesen Vorschriften nicht unterworfen.

(Fortsetzung siehe S. 1384 u. 1385.)



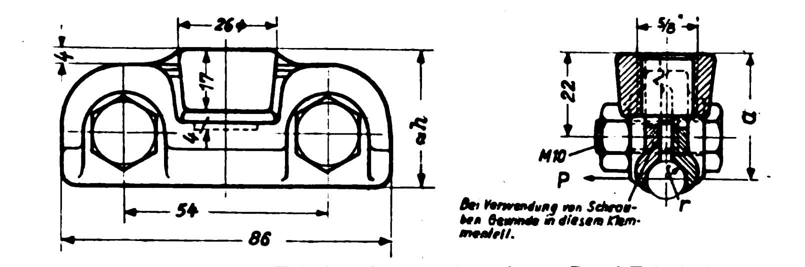
Elektrische Bahnen — Noch nicht endgültig

Fahrdrahtklemmen für Rund-Fahrdraht Ru
Gewindebolzen-Aufhängung — Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 3143

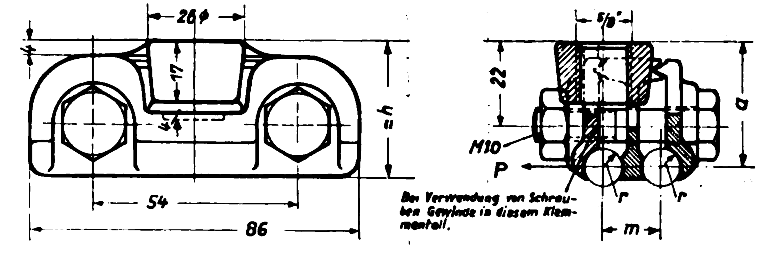
Maße in mm

Ru I, Fahrdrahtklemme für e i n e n Rund-Fahrdraht von 35 bis 150 mm² Querschnitt



Bezeichnung einer vollständigen Fahrdrahtklemme für e i n e n Rund-Fahrdraht von 50 mm² Querschnitt: Fahrdrahtklemme 50 Ru I VDE 3143

Ru II, Fahrdrahtklemme für z w e i Rund-Fahrdrähte von 35 bis 150 mm² Querschnitt



Bezeichnung einer vollständigen Fahrdrahtklemme für z w e i Rund-Fahrdrähte von 50 mm² Querschnitt: Fahrdrahtklemme 50 Ru II VDE 3143

Querschnitt des Rund-Fahrdrahtes in mm²	a ≈	h ≈	m	r
35 / 50	34	36,5	12	3,6
65 / 80	35	38,5	14	4,6

Querschnitt des Rund-Fahrdrahtes in mm²	a ≈	h ≈	m	r
100	36	40	16	6
120	36	42	18	
150	37	42	18	7

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße. Für Maße, bei denen keine Abweichungen angegeben sind, gelten die durch die Herstellungsweise bedingten üblichen Abweichungen.
Werkstoff: Ms 60 gepreßt DIN 1709. / Sechskantschrauben nach DIN 81 aus Flußstahl.
Muttern nach DIN 934 bzw. Hutmuttern¹) nach DIN VDE 3172 aus Messing.
Wird für Sechskantschrauben und Muttern ein anderer Werkstoff gewünscht, so sind bei der Bestellung besondere Angaben zu machen.
Gewinde: Whitworth nach DIN 11, metrisch nach DIN 13.
Die Klemmen müssen für einen Seitenzug P = mindestens 180 kg bei 3,5-facher Sicherheit bzw. 250 kg bei 2,5-facher Sicherheit gebaut werden. / Statt Verbindungschrauben sind auch andere Verbindungsmittel zulässig.

¹) Bei Bestellung besonders anzugeben.

Rund-Fahrdrähte siehe DIN VDE 3141.

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.
Verein Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E.V.
Fachnormenausschuß für den Bergbau.
September 1928

Elektrische Bahnen — Noch nicht endgültig

Fahrdrahtklemme
für Rillen-Fahrdraht Ri
Drehbolzen-Aufhängung¹) — Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 3144

Maße in mm

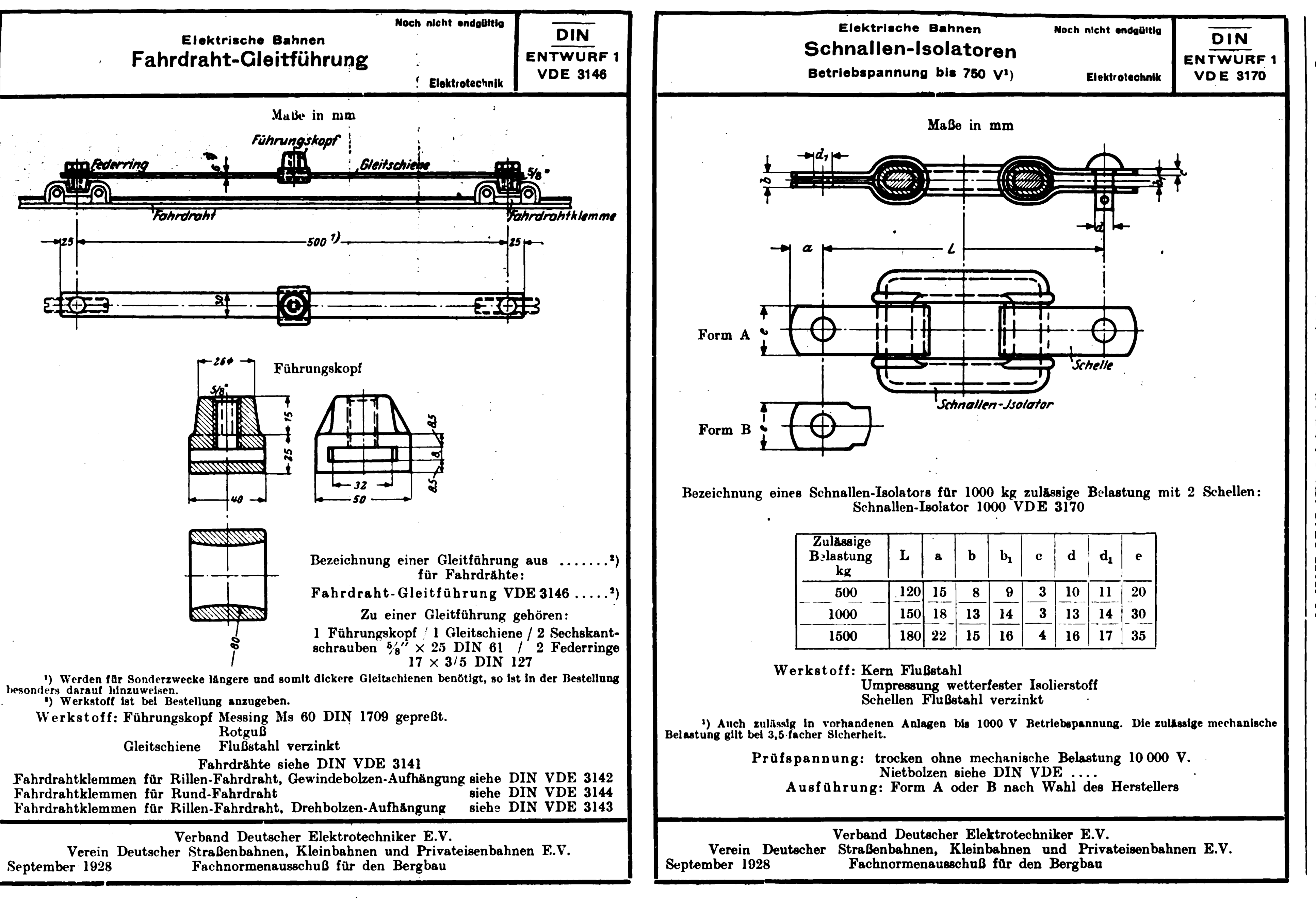
Bezeichnung einer vollständigen Fahrdrahtklemme für Rillen-Fahrdrähte: Fahrdrahtklemme VDE 3144

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
Für die Maße, bei denen keine Abweichungen angegeben sind, gelten die durch die Herstellungsweise bedingten üblichen Abweichungen.
Werkstoff: Ms 60 gepreßt DIN 1709.
Sechskantschrauben nach DIN 81 aus Flußstahl.
Muttern nach DIN 934 bzw. Hutmuttern²) nach DIN VDE 3172 aus Messing.
Wird für Sechskantschrauben und Muttern ein anderer Werkstoff gewünscht, so sind bei der Bestellung besondere Angaben zu machen.
Gewinde: Whitworth nach DIN 11, metrisch nach DIN 13
Die Klemmen müssen für einen Seitenzug P = mind. 215 kg bei 3,5-facher Sicherheit bzw. P = mind. 300 kg bei 2,5-facher Sicherheit gebaut werden.
Statt Verbindungschrauben sind auch andere Verbindungsmittel zulässig.

¹) Die Klemme kann statt des Drehbolzens auch mit Gewinde (bei Bestellung besonders anzugeben) 5/8" oder 3/4" verwendet werden (Bestellbeispiel: Fahrdrahtklemme 5/8" DIN VDE 3144).
²) Bei Bestellung besonders anzugeben.

Rillen-Fahrdrähte siehe DIN VDE 3141.
Drehbolzen siehe DIN VDE 3145.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Verein Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E. V.
Fachnormenausschuß für den Bergbau.
September 1928



Elektrische Bahnen

Noch nicht endgültig

Fahrdraht-Gleitführung

Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 3146

Maße in mm

Bezeichnung einer Gleitführung aus ....²)
für Fahrdrähte:

Fahrdraht-Gleitführung VDE 3146 .....²)

Zu einer Gleitführung gehören:

1 Führungskopf / 1 Gleitschiene / 2 Sechskantschrauben 5/8" × 25 DIN 61 / 2 Federringe 17 × 3/5 DIN 127

¹) Werden für Sonderzwecke längere und somit dickere Gleitschienen benötigt, so ist in der Bestellung besonders darauf hinzuweisen.

²) Werkstoff ist bei Bestellung anzugeben.

Werkstoff: Führungskopf Messing Ms 60 DIN 1709 gepreßt.
Rotguß
Gleitschiene Flußstahl verzinkt

Fahrdrähte siehe DIN VDE 3141

Fahrdrahtklemmen für Rillen-Fahrdraht, Gewindebolzen-Aufhängung siehe DIN VDE 3142
Fahrdrahtklemmen für Rund-Fahrdraht siehe DIN VDE 3144
Fahrdrahtklemmen für Rillen-Fahrdraht, Drehbolzen-Aufhängung siehe DIN VDE 3143

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.
Verein Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E.V.
September 1928 Fachnormenausschuß für den Bergbau

Elektrische Bahnen

Noch nicht endgültig

Schnallen-Isolatoren

Betriebspannung bis 750 V¹)

Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 3170

Maße in mm

Bezeichnung eines Schnallen-Isolators für 1000 kg zulässige Belastung mit 2 Schellen:
Schnallen-Isolator 1000 VDE 3170

Zulässige Belastung kg	L	a	b	b_1	c	d	d_1	e
500	120	15	8	9	3	10	11	20
1000	150	18	13	14	3	13	14	30
1500	180	22	15	16	4	16	17	35

Werkstoff: Kern Flußstahl
Umpressung wetterfester Isolierstoff
Schellen Flußstahl verzinkt

¹) Auch zulässig in vorhandenen Anlagen bis 1000 V Betriebspannung. Die zulässige mechanische Belastung gilt bei 3,5-facher Sicherheit.

Prüfspannung: trocken ohne mechanische Belastung 10 000 V.
Nietbolzen siehe DIN VDE ....
Ausführung: Form A oder B nach Wahl des Herstellers

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.
Verein Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E.V.
September 1928 Fachnormenausschuß für den Bergbau

Noch nicht endgültig

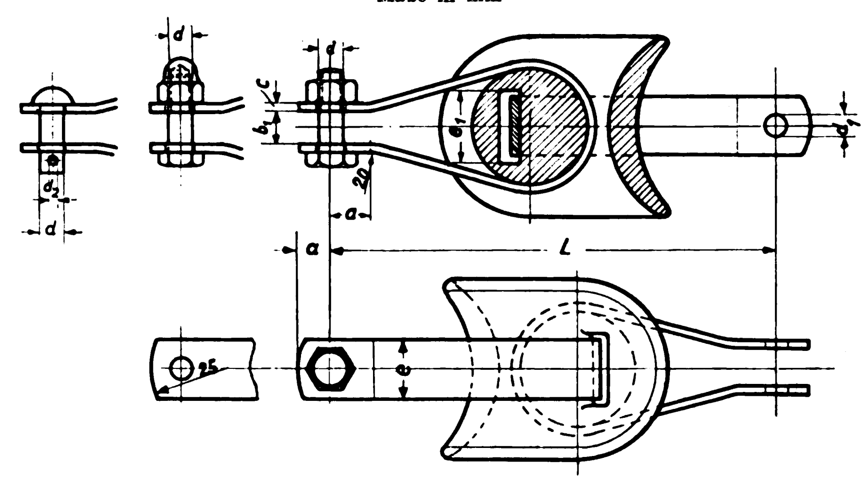
Elektrische Bahnen

Sattel-Isolatoren

Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 3171

Maße in mm



Bezeichnung eines Sattel-Isolators für 1000 kg zulässige Belastung aus ....[1]):
Sattel-Isolator 1000 VDE 3171 ....[1])

Zulässige Belastung kg	L	a	b_1	Zulässige Abweichung	c mind.	d Schraubenbolzen	d Nietbolzen	d_1	Splintdurchmesser d_2	e Größtmaß	e_1 Größtmaß	Betriebspannung V	Prüfspannung Durchschlag unter Öl mind. V	Prüfspannung Überschlag trocken mind. V
500	140	15	9	+1	3	M 10	10	11	4	20	22	750	12 500	10 000
1000	180	18	14	+1	3	½″	13	14	5	30	32	1500	20 000	15 000
1500	250	22	16	+1	4	⅝″	16	17	5	35	38	1500	20 000	15 000

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

Die zulässige mechanische Belastung gilt bei 3,5-facher Sicherheit.

[1]) Werkstoff ist bei Bestellung anzugeben.

Werkstoff: Isolator Porzellan braunglasiert oder andere gleichwertige Baustoffe.
Schellen witterungsbeständige Bronze.
Flußstahl verzinkt oder verbleit.
Verbindungschrauben Flußstahl verzinkt oder verbleit nach DIN VDE 3172.
Muttern nach DIN 934 Flußstahl verzinkt oder verbleit.

Statt der Muttern können auch Hutmuttern nach DIN VDE 3148, statt der Verbindungschrauben und Muttern auch Niete mit Splint nach DIN VDE .... verwendet werden (Bei Bestellung besonders anzugeben).

Ausführung der Kanäle: offen oder geschlossen nach Wahl des Herstellers.

Ausführung 1500 kann für die Armatur auch eine vom Bild abweichende Form zeigen; die angegebenen Abmessungen müssen eingehalten werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Verein Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E. V.
Fachnormenausschuß für den Bergbau.

September 1928.

II. Begriffserklärung.

§ 3.

a) Unter elektrischen Schallgeräten im Sinne dieser Vorschriften sind Lautsprecher und Kopfhörer sowie Lautsprecherdosen, die mechanische Schwingungen in elektrische Ströme umsetzen, zu verstehen.

III. Bestimmungen.

A. Bau.

§ 4.

Berührungschutz.

a) Alle der Berührung, auch der zufälligen Berührung, zugänglichen Metallteile sowie die gesamte Oberfläche des Gehäuses müssen gegen Spannung führende Teile isoliert sein.

§ 5.

Erwärmung.

a) Unter der Voraussetzung einer Raumtemperatur von 20° C darf bei Betrieb mit dem in § 7 angegebenen Strom kein Teil eines Lautsprechers eine höhere Temperatur als 90° C und keine Stelle der Außenseite seines Gehäuses eine höhere Temperatur als 50° C erreichen.

b) Kopfhörer dürfen sich durch den Betriebstrom nicht merkbar erwärmen.

§ 6.

Anschluß- und Verbindungsleitungen.

a) Der Anschluß an den Verstärker oder dgl. muß durch eine Leitungschnur erfolgen. Diese Leitungschnur muß entweder mit dem Verstärker oder dgl. fest verbunden sein oder einen Wandstecker tragen. Lautsprecher können statt dessen auch einen Gerätestecker zum Anschluß einer Verbindungschnur haben.

b) Der Wand- bzw. Gerätestecker nach a) muß den „Vorschriften für Zweifach-Steckvorrichtungen in Rundfunkempfang- und ähnlichen Anlagen" entsprechen.

c) Bei Übergang von der Zuleitungschnur auf andere Leiter (z. B. Magnetwicklung) innerhalb des Gehäuses sind festgelagerte Verbindungen anzuwenden.

d) Als Zuleitungschnüre dürfen nur Zimmerschnüre (NSA) runder Ausführung oder leichte Gummischlauchleitungen (NLHG) nach den „Vorschriften für isolierte

Noch nicht endgültig

Elektrische Bahnen

Sattel- und Schnallen-Isolatoren

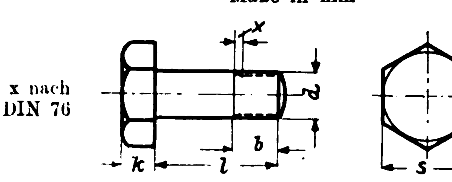
Verbindungsschrauben mit Hutmuttern

Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 3172

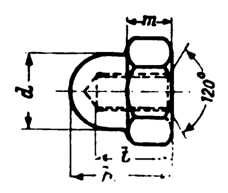
Maße in mm

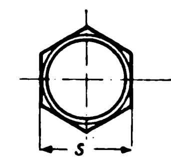
x nach DIN 76



Bezeichnung einer Verbindungschraube mit ½" Gewinde: Verbindungschraube ½" VDE 3172

Gewinde-durchmesser d	l	b	k	s	Gewinde-Auslauf x
M 10	25	13	7	17	2,5
½"	35	18	9	22	3
⅝"	40	19	11	27	3





Bezeichnung einer Hutmutter mit ½" Gewinde: Hutmutter ½" VDE 3172

Gewinde-durchmesser	d	h	t	m	s
M 10	16	20	16	10	17
½"	21	28	22	14	22
⅝"	26	32	26	16	27

Die Abmessungen der Hutmuttern stimmen bis auf die Gewindeangaben mit DIN Krk 127 überein.

Werkstoff: Hutmutter aus Messing Ms 58 nach DIN 1709 warm gepreßt, Stirnfläche gedreht.
Rotguß nach DIN 1705, Stirnfläche gedreht.
Verbindungschrauben aus Flußstahl nach DIN 1613, verzinkt oder verbleit.

Die Verbindungschrauben stimmen bis auf die Gewindelänge mit DIN 600 überein.

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.
Verein Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E.V.
Fachnormenausschuß für den Bergbau.
September 1928

Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L." verwendet werden.

e) Die Einführung der Schnur in das Gehäuse muß durch eine isolierende Buchse erfolgen, die innen durch Gegenmutter, Sprengring oder dgl. gesichert befestigt ist.

f) Die Anschlußstellen der Zuleitungschnur im Gehäuse und in den Steckvorrichtungen müssen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungen gegen Verdrehen gesichert sein.

§ 7.

Aufschriften.

a) Aufschriften müssen dauerhaft und gut leserlich am Hauptteil des Gerätes angebracht sein; sie müssen umfassen:

1. Höchstzulässige Stromstärke in mA,
2. Ursprungzeichen.
3. Prüfzeichen des VDE, soweit von der Prüfstelle des VDE die Genehmigung hierzu erteilt ist.

Noch nicht endgültig

Elektrische Bahnen

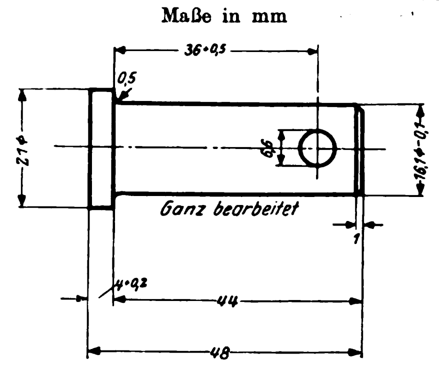
Fahrdrahtklemmen

Drehbolzen

Elektrotechnik

DIN ENTWURF 1 VDE 3145

Maße in mm



Bezeichnung eines Drehbolzens für Fahrdrahtklemmen: Drehbolzen VDE 3145

Werkstoff: Bronze $\sigma_B \geq 55$ kg/mm²
$\delta_{10} \geq 10\%$

Fahrdrahtklemme siehe DIN VDE 3144

Für Maße, bei denen keine Abweichungen angegeben sind, gelten die durch die Herstellungsweise bedingten üblichen Abweichungen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.
Verein Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E.V.
Fachnormenausschuß für den Bergbau.
September 1928

B. Prüfung.

§ 8.

Feuchtigkeitsaufnahme.

a) Die Geräte sind einer Feuchtigkeitsprüfung gemäß „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang" zu unterziehen.

§ 9.

Isolierfestigkeit.

a) Die Isolation muß unmittelbar nach der Feuchtigkeitsprobe eine Prüfung mit einer langsam gesteigerten Wechselspannung von 1500 V bei 50 Per/s 1 min lang aushalten.

Kriechstrecken unter 3 mm gelten nicht als Isolation.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Bekanntmachung.

Es wird hierdurch bekanntgegeben, daß die der Firma Ing. Carl Zimmermann G. m. b. H., Frankfurt a. M., Niddastr. 76, seinerzeit erteilte Genehmigung zur Führung des VDE-Zeichens für D-Patronen 6 A 500 V zurückgezogen worden ist, da die Firma erloschen ist.

Installations-Selbstschalter.

Unter Bezugnahme auf die Veröffentlichungen in der ETZ 1927, Seite 519 und 895 über Installations-Selbstschalter, die den „Leitsätzen für Installations-Selbstschalter" lt. Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München entsprechen, wird hiermit bekanntgegeben, daß auch der nachfolgend aufgeführte Selbstschalter den genannten Leitsätzen entspricht:



„We-Ge"-Kleinselbstschalter mit Sockel der Firma Friedrich Lebsanft, Stuttgart, für 6 A, 250 V, für Gleich- und Wechselstrom.

Prüfzeit: Februar 1928.

Prüfung von Vergußmasse für Kabelzubehörteile.

Der VDE hat Vorschriften für die Bewertung und Prüfung von Vergußmassen für Kabelzubehörteile aufgestellt, welche von der Jahresversammlung des VDE 1927 angenommen wurden, in der ETZ 1927, S. 25, 857 und 1089 veröffentlicht sind und als Sonderdruck von der Geschäftstelle des VDE bezogen werden können.

Zwecks Erlangung der Genehmigung zur Benutzung des VDE-Zeichens für solche Vergußmassen wird die Prüfung nunmehr in das Arbeitsgebiet der VDE-Prüfstelle aufgenommen. Hersteller-Firmen, welche die Zeichen-Genehmigung erwerben wollen, werden gebeten, die entsprechenden Unterlagen von der Prüfstelle einzufordern. Bemerkt wird noch, daß auf Beschluß der zuständigen Kommission und des Beirates der Prüfstelle die VDE-Zeichen-Genehmigung bei günstigem Ausfall der Prüfung und Erfüllung der sonstigen Bedingungen erst vom 1. I. 1929 ab erteilt wird. Da aber die Durchführung des Prüfverfahrens einige Zeit beansprucht, ist es zweckmäßig, Prüfanträge baldigst zu stellen.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 18. IX. 1928, 7 h, Großer Saal des Ingenieurhauses, Friedrich-Ebert-Str. 27: Vortrag Dipl.-Ing. R. Winckler, „Herstellung u. Verwendung elektrischer Akkumulatoren unter besonderer Berücksichtigung elektrischer Fahrzeuge"

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

M. Baldamus †. — Wie hier schon kurz mitgeteilt, starb am 16. VIII. d. J. infolge eines auf der Avus in Berlin erlittenen Autounfalles der Direktor der Siemens-Schuckertwerke, Technisches Bureau Magdeburg, Dr.-Ing. Max Baldamus. Baldamus wurde am 5. III. 1869 zu Halle a. S. geboren. Nach bestandener Reifeprüfung und nach beendeter Militärdienstzeit wandte er sich dem Studium der Ingenieurwissenschaften zu. Er bezog die Technische Hochschule in Braunschweig, an welcher er als Erster die Diplomprüfung für Elektrotechnik ablegte. Nach kurzer Tätigkeit bei einem Elektrizitätswerk in Süddeutschland kam der Verstorbene im Jahre 1899 zur Firma Siemens & Halske nach Charlottenburg. Im Jahre 1901 wurde er nach Magdeburg versetzt, um dort ein technisches Bureau zu gründen. Im ersten Jahre seiner Tätigkeit in Magdeburg promovierte Baldamus mit einer umfangreichen Dissertation über „Die Rentabilitätsgrenzen von Überlandzentralen mit Dampf als Betriebskraft" zum Dr.-Ing. Im Jahre 1921 erfolgte seine Ernennung zum Direktor des Technischen Bureaus Magdeburg der Siemens-Schuckertwerke, das er unter Einsetzung seiner ganzen Persönlichkeit aus kleinen Anfängen zu einer bedeutenden Zweigstelle der Firma emporführte. Die Feier seines 25jährigen Dienstjubiläums im Jahre 1924 erbrachte den Beweis, welcher Wertschätzung dieser hervorragende Mann sich bei der Kundschaft, bei den Vorgesetzten, den Mitarbeitern und Untergebenen erfreuen durfte.

Der Elektrotechnischen Gesellschaft in Magdeburg hat der Entschlafene stets lebhaftes Interesse entgegengebracht. In den Jahren 1924 bis 1927 stand er als erster Vorsitzender an ihrer Spitze. Auch gehörte er seit dem Jahre 1924 dem Ausschuß des VDE an. Mit seiner Familie trauern um ihn alle, die mit ihm in geschäftliche Berührung gekommen oder ihm persönlich nahegetreten waren.

k.

G. von Einem †. Am 5. IX. d. J. starb im Alter von 54 Jahren Herr Günther von Einem, der technische Leiter des kommunalen Zweckverbandes Überlandwerk Edertalsperre. Der Verstorbene hatte die Planung und den gesamten Ausbau des Unternehmens zum Teil unter schwierigen wirtschaftlichen Verhältnissen tatkräftig durchgeführt. Er war Gründer und Vorsitzender des EV Kassel und hat auf allen Gebieten der Elektrizitätswirtschaft eifrig mitgearbeitet. Sowohl Angestellte als auch Arbeiter des Werks werden ihn wegen des Verständnisses, das er sozialen Fragen entgegenbrachte, in dankbarer Erinnerung behalten.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrorapid. Gesetzlich gesch. Schnellunterrichtsmethode f. Praxis u. Selbststudium z. Vorbereit. f. d. Elektrowerkmeister-, Techniker- u. Ingenieurprüfung. Von J. Nußbaum. Bd. I. Mit 60 Textabb. u. 164 S. in 8°. Verlag Robert Klett & Co., vorm. J. Hermann Herz G. m. b. H., Berlin 1926. Preis geh. 7,50 RM.

Das Wesen dieser mit nicht eben glücklichem Namen bezeichneten Unterrichtsmethode scheint ganz einfach darin zu bestehen, daß der Verfasser sich bemüht, in möglichst anschaulicher Weise, von primitiven Vorstellungen ausgehend, die wichtigsten elektrotechnischen Begriffe und Zusammenhänge dem Leser nahezubringen. Wohl gemerkt: es scheint so; ein wirklich einheitlich klares Bild nach dieser Richtung erhält man bei der Lektüre nicht. Die Veranschaulichung gelingt oft recht gut, oft wenig, ja es fällt geradezu auf, daß sehr häufig der Leser unvermittelt den dem Fachmann geläufigen Abstraktionen gegenübergestellt wird, die zu erfassen dem Primitiven bekanntlich über alle Maßen, meist bis zur Unmöglichkeit schwerfällt. Zudem wird nicht selten mit hier ganz überflüssigen Begriffen gearbeitet, so bei der Ableitung des Ohmschen Gesetzes mit unabhängiger und abhängiger Veränderlicher und mit dem Funktionsbegriff. Wozu das? Es ginge glatt ohne jene Dinge, ja die Darstellung würde kürzer, einfacher und klarer sein.

Die sich hieraus ergebende Beeinträchtigung des pädagogischen Wertes der Schrift wird noch gesteigert durch mancherlei, sagen wir, Laxheiten, z. B. eine Erörterung über Molekül und Atom, die zum mindesten so klingt, als sei das Atom nur ein gegenüber dem Molekül höhergradiges Teilungsprodukt der Materie, weiter das arge Durcheinander der Bezeichnungen Leitfähigkeit, Leitvermögen, Leitwert, die Gleichsetzung von Widerstand und Reaktanz u. a. m. Jene Laxheit spiegelt sich sogar im Stil wieder, der, an sich erfreulicherweise, offenbar kein „papierner" zu sein, sondern sich der lebendigen Sprache anzugleichen strebt. Aber man kann auch das übertreiben: das geschriebene Wort dem gesprochenen tatsächlich gleichzusetzen geht denn doch nicht an, es führt leicht zu Geschmacklosigkeiten, wofür die vorliegende Arbeit manche Beispiele bietet.

Alles das hindert freilich nicht, daß aus dem Buch viel zu lernen ist; ob aber ein Leser, der es unbeschwert von allen Kenntnissen in die Hand nimmt, um sich erstmalig mit den Grundbegriffen der Elektrotechnik vertraut zu machen, nach jeder Richtung ein klares Bild der Dinge gewinnen wird, scheint mir zum mindesten sehr zweifelhaft. Wenn der Verfasser es sich bei einer Neuauflage angelegen sein ließe, seine Ausführungen unter Anlegung des allerschärfsten Maßstabes hinsichtlich Genauigkeit und Gleichmäßigkeit der Darstellung zu überarbeiten, würde das Buch sehr an Wert gewinnen und dem Anfänger mit weniger Vorbehalten zu empfehlen sein.

Arnold Meyer.

Wasserkraft-Jahrbuch 1927/28. Von Oberbaudirekt. K. Dantscher u. Ing. C. Reindl. 3. Jahrg. Mit 241 Abb. im Text u. auf 3 Taf., IV u. 458 S. in 8°. Verlag von Richard Pflaum A. G., München 1928. Preis geb. 20 RM.

Der stattliche Band des vorliegenden 3. Jahrgangs tritt den früheren Erscheinungen ebenbürtig zur Seite. Wenngleich die Fülle der im Zusammenhang mit der Wasserkraftnutzung stehenden Probleme den Herausgebern und Mitarbeitern unvermeidliche Beschränkungen auf die jeweils aktuellsten Probleme für den einzelnen Band auferlegen, zeigt der 3. Jahrgang gleichwohl wiederum eine große Reichhaltigkeit des Stoffes, behandelt von ersten Fachleuten. Wie in den ersten beiden Bänden wurde auch in dem neuen Jahrgang die allgemeine Übersicht über den



neuesten Stand der Wasserkraftnutzung in den europäischen Ländern an die Spitze gestellt. Behandlung finden Deutschland, die Schweiz, Frankreich, Schweden, Norwegen, Italien, die Tschechoslowakei, Rußland, Finnland und Griechenland. Der wachsenden Bedeutung Rechnung tragend, welche der zwischenstaatlichen Energiewirtschaft und der elektrisierten Eisenbahn als Großabnehmer von hydroelektrischer Energie zukommt, behandelt ein zweiter Abschnitt die hiermit zusammenhängenden Probleme. Der Aufsatz „Aufgaben und Ziele der zwischenstaatlichen Energiewirtschaft" stammt aus der Feder des Herrn Staatsministers a. D. Dr. F. Schweyer, die „Rechtlichen Fragen des Austausches elektrischer Energie" bearbeitete Dr. Trümpy, Glarus, „Energiewirtschaftliches aus Schlesiens Wasserkräften" Baurat Dr.-Ing. Bachmann, „Wasserwirtschaftliche Voraussagen für Kraftwerke" Ingenieur Beurle. Die übrigen sechs Aufsätze dieses Abschnittes befassen sich mit den wirtschaftlichen und technischen Erfahrungen bei der Bahnelektrisierung und mit den speziellen Bahnelektrisierungsverhältnissen Bayerns, des westlichen Österreich, der Schweiz, Italiens und Frankreichs.

Der dritte Abschnitt ist den Problemen der Geschiebeführung und der Eisverhältnisse bei Wasserkraftanlagen gewidmet. Von den hier gebrachten Aufsätzen seien beispielsweise die vorzüglichen Ausführungen von Geheimrat Freytag, Oberregierungsrat Schreitmüller zusammen mit Reg.-Baurat Düll sowie von Direktor Dr.-Ing. Kurzmann aufgeführt.

Der vierte Abschnitt bringt sieben Arbeiten über Wasserkraftmaschinen. Unter anderen schildert Direktor Ungerer den Stand des europäischen Maschinenbaues 1927, Dipl.-Ing. Bronner bringt kritische Betrachtungen der Berechnungsarten und konstruktiven Durchbildung der Saugrohre, die schwedischen Ingenieure Velander und Zachrisson berichten über den automatischen Betrieb schwedischer Wasserkraftwerke, Dipl.-Ing. Popoff behandelt die elektrischen Generatoren für Niedergefälleanlagen, Prof. Kaplan schreibt über die Entwicklung seines Kaplanlaufrades.

In einem Anhang werden Grundlagen zur Projektierung der Maschinensätze für Niedergefälleanlagen von Dipl.-Ing. Popoff entwickelt.

Bei dieser Reichhaltigkeit und Qualität des gebotenen Stoffes wird auch der dritte Band ohne besondere Empfehlung seinen Weg in alle jene Kreise finden, welche mit Wasserkraftausnutzung irgendwie zu tun haben. Wie die Herausgeber im Vorwort zum vorliegenden dritten Band bemerken, mußte eine große Zahl wertvoller Aufsätze zurückgestellt werden für den nächsten Jahrgang, beispielsweise auch ein Bericht über den Stand der Wasserkraftausnutzung in Amerika. Damit eröffnen sich heute schon erfreuliche Ausblicke für den folgenden Jahrgang.

Otto Streck.

Die Bestimmung der Baustoffdämpfung nach dem Verdrehungsausschwingverfahren. Von Dr.-Ing. E. Pertz. Mit Vorw. v. Prof. O. Föppl. Mit 42 Abb. u. 62 S. in 8°. (Samml. Vieweg: Tagesfragen aus d. Gebieten d. Naturwissenschaft. u. d. Technik. H. 91.) Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn A.-G., Braunschweig 1928. Preis geh. 3,60 RM.

Diese Arbeit ist eine Fortsetzung des Heftes 304 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure, und wie die letztgenannten Arbeiten im Festigkeitslaboratorium der T. H. Braunschweig unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. O. Föppl durchgeführt. Unter Berücksichtigung der Arbeiten des englischen Forschers Rowett wurde eine sehr zweckmäßige neue Einrichtung entwickelt und auf ihre Dämpfungsverluste bzw. Genauigkeitsgrenze untersucht und geeicht. Untersucht wurden ein Baustahl, ein Kugellagerstahl, Kupfer und zwei Holzarten. Die Versuchstäbe wurden vorher statisch geeicht.

Die Ergebnisse, dieses Gebiet der Werkstoffprüfung überhaupt, verdienen besondere Beachtung. Wenn auch noch manches zu klären und zu deuten ist, dürfte man mit der Vermutung kaum fehlgehen, daß der Mangel an Dämpfungsfähigkeit mit der gefürchteten hochgradigen Oberflächen- und Kerbempfindlichkeit mancher Werkstoffe bei Wechselbeanspruchung engst verwandt ist.

F. László.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Der italienische Außenhandel mit Elektrizitätszählern. — Die italienische technische Zeitschrift „Enios" hatte berichtet, daß nach statistischen Angaben der letzten Zeit die Ausfuhr elektrischer Zähler aus Italien bedeutend zugenommen habe, während die Einfuhr zurückgegangen sei. Dazu gibt L'Energia el.[1] folgende Erklärung: Die Einfuhr elektrischer Zähler hat zwar, nach Gewicht berechnet, in letzter Zeit tatsächlich eine starke Verringerung gezeigt, der Grund liegt aber darin, daß das Einzelgewicht der Einphasenzähler von 2,3 auf 1 kg gesunken ist. Man kann sagen, daß im Jahr 1927 die gesamte Zahl der importierten Zähler, wenn man größere und schwerere Zähler mitrechnet, auf etwa 250 000 Stück zu schätzen ist, d. h. fast doppelt so hoch war als in der „Enios" angegeben ist. Dasselbe Ergebnis erreicht man, wenn man die Berechnung auf Grund des Wertes anstellt: 15 Mill. Le (3,3 Mill. RM) entsprechen ungefähr 300 000 Zählern, und wenn wir hierin noch die teureren und schwereren Instrumente mit einschließen, kommen wir auf die vorerwähnten 250 000 Stück. Was den Export von Zählern aus Italien anbelangt, so erscheint die angegebene Zahl von 0,9 Mill. Le (0,2 Mill. RM) viel zu hoch. Es sollen nämlich an die Schweiz für 398 674 Le (88 000 RM) Zähler verkauft worden sein. Auf Anfrage sagen aber die italienischen Fabrikanten, daß man überhaupt keine Zähler an die Schweiz verkauft habe, diese Ausfuhr vielmehr Zurücknahmen, Rücksendungen an die Lieferfirmen u. dgl. betreffe. Wie L'Energia el. weiter schreibt, seien die von der „Enios" angegebenen Zahlen richtiggestellt worden, um zu zeigen, daß der Druck der ausländischen Konkurrenz auf die italienische Industrie bisher nicht bekämpft werden konnte. Die künstlich tief gehaltenen Preise der ausländischen Zähler erlaubten der italienischen Industrie keine große Entwicklung, und demzufolge befinde sich der Export vorläufig in sehr zweifelhafter Lage. Dagegen wird darauf hingewiesen, daß die italienische Industrie die ausländische in Bezug auf die Herstellung von Meßinstrumenten, Volt- und Amperemetern seit zehn Jahren in Italien fast vollkommen verdrängen konnte. *Ro.*

Aus der Geschäftswelt. — Zum Zweck der Aufnahme von Ton-, Bild- und Tonbildfilmen, des Verkaufs der erforderlichen Apparate sowie der geschäftlichen Verwertung der Bild- und Schallträger haben die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft und die Siemens & Halske A. G. unter Beteiligung der Polyphonwerke A. G., Leipzig, eine Tonfilm- und Tonbildfilm-Gesellschaft mit 3 Mill. RM Gründungskapital errichtet. Die beiden Elektrofirmen stellen dem neuen Unternehmen kostenlos die von ihnen entwickelten eigenen Verfahren, zahlreiche Patente sowie die Unterstützung ihrer Forschungslaboratorien, die Polyphonwerke A. G. ihre langjährigen Erfahrungen auf dem Gebiet der Musikaufnahme und weitgehende Verbindungen zu Künstlern zur Verfügung. — In Northeim, Hann., ist das Überlandwerk Südhannover G. m. b. H. für den gemeinsamen Einkauf elektrischer Arbeit zur Weitergabe an die Abnehmer in den Versorgungsgebieten der Gesellschafter, zur Errichtung und zum Betrieb eigener Kraftwerke usw. mit 0,1 Mill. RM gegründet worden. — Die in München eingetragene Bayerische Wasserversorgung A. G. hat die Förderung, Finanzierung und den Ausbau von Wasserkräften und Wasserversorgungsanlagen zum Gegenstand. Ihr Grundkapital beträgt 0,2 Mill. RM. — In Berlin wurde mit 20 000 RM Stammkapital die Berliner Apparatebau- und Vertriebsgesellschaft m. b. H. für den Bau und Vertrieb elektrischer Reklameapparate errichtet.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[2]. — Aus der Zahlentafel geht hervor, daß innerhalb des Tarifunterabschnitts 18 B im Juli 1928 die Einfuhr gegen den Vormonat (9344 dz bzw. 3,784 Mill. RM) um 1019 dz und 0,432 Mill. RM, beiderseits also um 11 % zurückgegangen ist. Ebenso zeigt die Ausfuhr (118 913 dz bzw. 38,371 Mill. RM i. Vm.) eine Verringerung um 4928 dz oder 4 % und um 0,984 Mill. RM. Die Reparationssachlieferungen betrugen im Berichtsmonat 7766 dz im Wert von 1,436 Mill. RM. In den abgelaufenen sieben Monaten ist, verglichen mit der gleichen Zeit von 1927, die Einfuhr um 16 441 dz, d. h. 37,5 %, und um 9,827 Mill. RM oder 64 % gestiegen. Sie umfaßte 14 072 Lichtmaschinen (7534 i. V.), 74 177 Dynamos, Elektromotoren usw. (44 302 i. V.), 726 Bogen- usw. Lampen (588 i. V.), 2,448 Mill. Metalldrahtlampen (2,945 i. V.) und 74 700 Kohlefaden- usw. Lampen (70 700 i. V.). Für die Ausfuhr, auf die in der genannten Periode 26 831 dz Reparationssachlieferungen im Wert von 9,319 Mill. RM entfielen, ergibt sich eine Zunahme um 180 100 dz bzw. 29 % sowie um 64,293 Mill. RM oder 32 %.

[1] Bd. 6, 1928, S. 697.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 1359; 1928, S. 1283.

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz Juli 1928	Einfuhr in dz Januar/Juli 1928	Einfuhr in dz Januar/Juli 1927	Ausfuhr in dz Juli 1928	Ausfuhr in dz Januar/Juli 1928	Ausfuhr in dz Januar/Juli 1927
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	142	1 309	934	803*	4 021*	2 724*
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	3 833	27 906	17 144	20 085*	180 009*	133 233*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	423	890	737	1 513*	17 095*	8 326*
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	727	4 340	2 009	4 602*	30 347*	30 147*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	1 116	9 951	12 729	41 689*	250 260*	207 920*
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	8	71	216	461	2 334	1 896*
911 a	Metallfadenlampen	193	1 202	1 534	1 076*	6 683*	4 629*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	13	36	38	59*	474*	457
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	10	32	98	12	124	80
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon.	61	316	315	1 006*	8 622*	6 255*
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	307	2 087	951	2 355	21 148*	15 386*
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	100	1 230	653	2 330	17 065*	16 091*
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	—	14	17	529	3 594	3 110
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	184	885	421	945*	6 674*	4 342*
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	2	7	3	9*	71*	54
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	195	1 746	1 842	1 896*	10 100*	6 810*
912 F 1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	3	94	122	1 184*	6 447*	5 283*
912 F 2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	849	7 169	3 026	25 685*	177 277*	125 937*
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	47	355	424	1 441*	9 646*	6 894*
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	70	378	371	4 383	27 402	23 852*
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a).	32	165	185	[6]	[6]	[6]
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	10	79	52	46	305*	358*
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	1 876	13 044*	8 879*
—	Elektrotechnische Erzeugnisse, unvollständig angemeld.	—	—	—	—	21	—
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz	8 325	60 262	43 821	113 985*	792 763*	612 663*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*3 352*	*25 131*	*15 304*	*37 387**	*265 784**	*201 491**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	12	250	196	1 490	7 763	5 509
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	4	32	60	55	464	355
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	9	33	10	549	4 486	3 993
648 d	Elektroden	444	7 117	3 485	20 925	147 185	124 793*
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	42	129	10	5 421	34 121*	39 518*
740 a	Glühlampenkolben	24	181	39	995	6 169	5 080
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	227	1 739	451	[8]	[8]	[8]
799 c	dsgl. aus schmiedbarem Eisen	28	466	328			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	158	1 213	1 851	9 295*	66 735*	55 608*

Einschließlich der Reparationssachlieferungen hat Deutschland in den sieben Monaten 48 538 Lichtmaschinen (33 906 i. V.), 331 424 Dynamos, Elektromotoren usw. (277 100 i. V.), 13 813 Bogen- usw. Lampen (11 261 i. V.), 32,583 Metalldrahtlampen (23,361 i. V.) und 1,301 Mill. Kohlefaden- usw. Lampen (1,470 i. V.) an das Ausland geliefert. Der Überschuß der Ausfuhr stellte sich auf 732 501 dz im Wert von 240,653 Mill. RM (568 842 dz bzw. 186,187 Mill. RM i. V.).

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr. 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan. — [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 253: Wer stellt Papierstreifen mit 5 mm-Perforierung am Rand für einen Registrierapparat mit 120 mm/min Vorschub her?

Abschluß des Heftes: 8. September 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

…HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 20. SEPTEMBER 1928
…89—1426)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | **Berlin, 20. September 1928** | **Heft 38**

Die Auswahl der Elektromotoren für aussetzenden und kurzzeitigen Betrieb nach der Einschaltdauer der Arbeitsmaschinen.

Von Obering. **Franz Hartig**, Privatdozent, Peine.

Übersicht. Aus den R. E. M. werden Gleichungen und aus deren Deutung sehr einfache Verfahren für die Berechnung der Einschaltdauer aussetzend arbeitender Motoren abgeleitet und an Beispielen aus dem Betriebe erläutert.

I. Begriff und Bedeutung der bezogenen Einschaltdauer.

Die Erwärmung eines Elektromotors hängt naturgemäß ab von der Dauer seiner Arbeitszeit a, während der er vom Strome durchflossen wird, dagegen seine Abkühlung von der Ruhezeit r, während der der Strom gänzlich ausgeschaltet ist. Ein für eine bestimmte Nennstromstärke J_n gebauter Motor kann daher, ohne zu warm zu werden, während der durch die Betriebsbedingungen gegebenen Arbeitszeit der anzutreibenden Arbeitsmaschine an diese eine um so größere Leistung abgeben, je kleiner seine auf die Spieldauer

$$T = a + r \text{ Sekunden} \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

bezogene Einschaltdauer

$$\varepsilon = \frac{a}{a+r} = \frac{a}{T} \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

ist. Multipliziert man sie mit 100, so erhält man die bezogene (relative, verhältnismäßige) Einschaltdauer in % und bezeichnet sie dann nach den Regeln (R. E. M.) für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen — im folgenden kurz die Regeln genannt — mit ED, so daß

$$\mathrm{ED} = 100\,\varepsilon = \frac{100\,a}{a+r} = \frac{100\,a}{T} \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

Die obigen 3 Größen a, r und ε können entweder aus den Erwärmungs- und Abkühlungsverhältnissen der Motoren oder aus den Arbeits- und Ruhezeiten der aussetzend arbeitenden Arbeitsmaschinen bestimmt werden. Früher war das erstere Verfahren allgemein üblich. Die mit Rücksicht auf die Erwärmungsgrenze zulässige Nennleistung der Motoren wurde nämlich nach verschieden langen ununterbrochenen Einschaltzeiten τ, die meistens 30, 45, 60 oder 90 min betrugen, abgestuft (Abb. 1 u. 2, linke Seite). Das war für den Motorprüfstand bequem; denn man brauchte

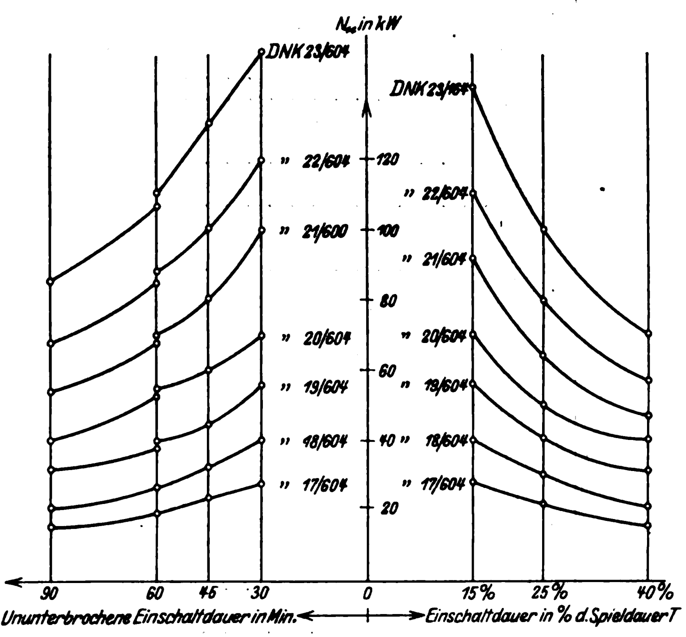


Abb. 2. Geschlossene Drehstrommotoren für 500 V.

nur den betreffenden Motor während der vorgeschriebenen Zeitdauer mit der auf dem Motorschilde angegebenen Nennleistung ohne Unterbrechung zu belasten und sich dann durch Temperaturmessung zu überzeugen, ob am Schlusse des Versuches die zulässige Erwärmungsgrenze nicht überschritten war. Man erhielt aber durch diese Abstufung und Prüfung der Motoren nicht die geringste Auskunft darüber, welche Arten von aussetzend arbeitenden Arbeitsmaschinen die betreffenden Motoren beliebig lange Zeit antreiben konnten ohne zu warm zu werden. Denn aussetzende Betriebe, die ungefähr ½ ... 1½ h lang ununterbrochen arbeiten, kommen nicht vor. Man half sich durch Zahlentafeln (Tafel 1), in denen die den „bewährten Ausführungen" entnommenen Erfahrungszahlen für die ununterbrochenen Einschaltzeiten zusammengestellt waren (Spalten τ), die bei den einzelnen Antrieben erfahrungsgemäß in Frage kommen sollten. Das Verfahren war unsicher und versagte naturgemäß gänzlich, sobald Motoren für neuartige Antriebe auszusuchen waren. Wählt man jedoch für den betreffenden aussetzend arbeitenden Antrieb einen Motor, der die erforderliche Nennleistung beliebig lange, also auch bei Tag- und Nachtbetrieb, abgeben kann, wenn die auf die Spieldauer der Arbeitsmaschine bezogene Einschaltdauer ε einen aus den Arbeits- und Ruhezeiten der Arbeitsmaschine berechneten Wert nicht überschreitet, so werden Fehlgriffe bei der Bestimmung der Motoren vermieden, weil die Größe ε sozusagen das zahlenmäßige Bindeglied zwischen der Arbeitsmaschine und dem Antriebsmotor bildet, durch das die Erwärmungs- und die im Anschlusse daran erforderlichen Abkühlungszeiten der

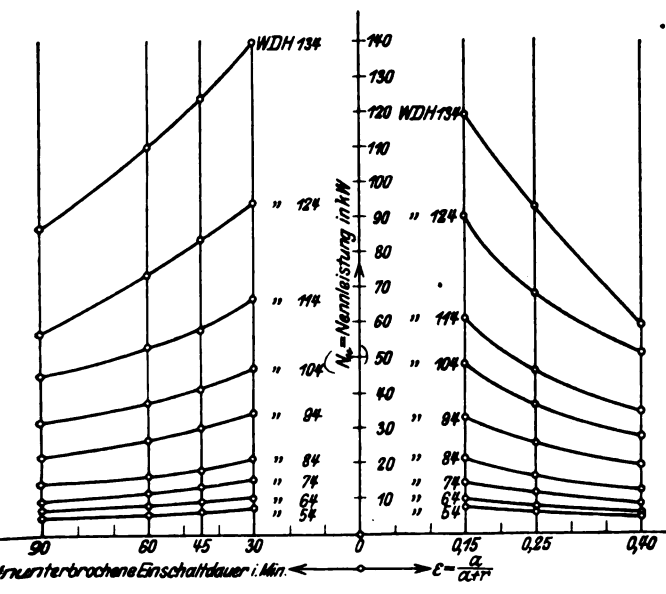


Abb. 1. Geschlossene Hauptschlußmotoren für 500 V.

Zahlentafel 1. Aussetzend betriebene Arbeitsmaschinen.

Gruppe	Art der Arbeitsmaschinen	Heben		Kranfahren		Katzfahren		Drehen		Bühnenfahren	
		ε	τ in Min.	ε	τ in Min.	ε	τ in Min.	ε	τ in Min.	ε	τ in Min.
I	1. Nur selten verfahrene Dreh-, Roll- und Portalkrane sowie Verladebrücken, wenn die Last stromlos gesenkt wird, Kleinhebezeuge, wenig benutzte Krane in Maschinenhäusern und Lagerräumen, Lokomotivhebekrane . 2. Wenig benutzte Schlepper für die Eisenlager in den Walzwerken, die meisten Verschiebeeinrichtungen, wie Drehscheiben, Spills, Schiebebühnen usw. . . . . 3. Bewegliche Brücken, Schleusentore, Schütze und Wehre. . . . . 4. Mäßig beanspruchte Personen- und Warenaufzüge bis zu etwa 20 Fahrten/h in Fabriken, Speichern, Wohn-, Kranken-, Gast- u. Geschäftshäusern	0,15	30	0,15	30	0,15	30	0,15	30	—	—
II	Werkstattkrane und mäßig beanspruchte Lagerkrane	0,15	30	0,15 bis 0,25	30 ... 60	0,15	30	—	—	—	—
III	1. Fast alle Krane für Stückgüter, namentlich in Häfen . . . . 2. Wenig benutzte Krane in industriellen Anlagen, wie Werkstattkrane, Gießereikrane, Nietkrane, schwere Aufstellungskrane und Werftkrane	0,15 bis 0,25	30 ... 60	0,15 bis 0,25	30 ... 60	0,15	30	—	—	—	—
IV	Helling-Laufkrane	0,15 bis 0,25	30 ... 60	0,25	60	0,15	30	—	—	—	—
V	1. Koks-Ausdrückmaschinen in Hüttenwerken . . . . 2. Beschickungsmaschinen in Stahlwerken . . . . 3. Wenig gebrauchte Walzenwechsel-Krane und leichte Hebetische in Walzwerken	0,15 bis 0,25	30 ... 60	0,25	60	0,15 bis 0,25	30 ... 60	0,15 bis 0,25	30 ... 60	—	—
VI	1. Die meisten wenig beanspruchten Dreh-, Roll- und Portalkrane zur Beförderung von Massengütern (Kohle, Erz, Stahl usw.), Hafenkrane mit Selbstgreifern für kleinere Mengen sowie Hüttenkrane für Tag- und Nachtbetrieb zum Verladen von Schrott, Masseln usw., insbesondere, wenn sie mit Lastmagneten arbeiten, Gießformenkrane, Beschickungsmaschinen, leichte Rollgänge usw. . . . 2. Mittelmäßig beanspruchte Personen- und Warenaufzüge (20...30 Fahrten/h) in Fabriken, Speichern, Gast- und Geschäftshäusern	0,25	60	0,15	30	0,15	30	0,15	30	—	—
VII	Schwere Werftkrane und Riesenkrane mit großen Hubhöhen	0,25	60	—	—	0,15 bis 0,25	30 ... 60	0,25	60	—	—
VIII	1. Mischer- und Gießkrane in Stahlwerken . . . . 2. Pratzen- und sonstige Krane zur Beförderung von Walzeisen in Walzwerken	0,25	60	0,25 bis 0,4	60 ... 90	0,25	60	—	—	—	—
IX	Dreh-, Roll- und Portalkrane mit Greifern für mittlere und große Mengen . . .	0,25 bis 0,4	60 ... 90	0,15	30	0,15	30	0,15	30	—	—
X	1. Blockformen- und Blockkrane in Stahlwerken . . . . 2. Tiefofenkrane mit drehbarer Zange, Führungslineale und schwere Rollgänge in Blockwalzwerken.	0,25 bis 0,4	60 ... 90	0,4	90	0,25 bis 0,4	60 ... 90	—	—	—	—
XI	Verladebrücken mit Greifern für mittlere und große Leistungen	0,25 bis 0,4	60 ... 90	0,4	90	0,4	90	—	—	0,15	30
XII	Rücksichtslos gesteuerte, für die Erzeugung besonders wichtige oder hohen Temperaturen ausgesetzte Arbeitsmaschinen für Tag- und Nachtbetrieb: 1. Schwere Koks-Ausdrückmaschinen, Tiefofen- und Stripperkrane, schwere Gießkrane, Hebetische und Rollgänge, Walzenanstellungen, Führungslineale und Fallwerkskrane mit Tragmagneten . . . . 2. Stark beanspruchte Personen- und Warenaufzüge für Massenverkehr (etwa 30...50 Fahrten/h) in Fabriken, Speichern, Gast- und Geschäftshäusern, Schnellbahnhöfen usw. .	0,4	90	0,15	30	0,15	30	—	—	—	—
XIII	Stripperkrane mit drehbarer Zange in Stahlwerken.	0,4	90	0,4	90	0,4	90	0,15	30	—	—

Motoren in Übereinstimmung gebracht werden mit den im Betriebe wirklich vorkommenden Arbeits- und Ruhezeiten der Arbeitsmaschinen.

II. Die Grenzwerte und die ausgezeichneten Werte der bezogenen Einschaltdauer.

Zwecks Bestimmung der Grenzwerte und der ausgezeichneten Werte der Größen a, r, T und ε bilden wir aus (2)

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + \frac{r}{a}} \qquad (4)$$

Für den Stillstand des Motors, also für $a = 0$ (keine Arbeitszeit) geht diese Gleichung über in

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + \frac{r}{0}} = 0. \qquad (5)$$

Ebenso ergibt sich für $r = \infty$ (unendlich lange Ruhezeit)

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + \frac{\infty}{a}} = 0.$$

Dagegen erhält man für Dauerbetrieb, also für $a = \infty$ (unendlich lange Arbeitszeit)

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + \frac{r}{\infty}} = 1. \qquad (6)$$

und ebenso für $r = 0$ (keine Ruhezeit)

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + \frac{0}{a}} = 1.$$

Zwischen den beiden Grenzwerten $\varepsilon = 0$ für den Stillstand und $\varepsilon = 1$ für den Dauerbetrieb (DB) des Motors liegen also alle Werte der bezogenen Einschaltdauer ε, die überhaupt vorkommen können. Nach den Regeln bezeichnet man

1. einen Betrieb mit

$$\varepsilon \leq 0{,}15 \qquad (7)$$

als kurzzeitigen Betrieb (KB), weil die Arbeitsdauer a im Verhältnis zur Spieldauer T kurz ist,

2. einen Betrieb mit

$$0{,}15 < \varepsilon < 0{,}4 \qquad (8)$$

als aussetzenden Betrieb (AB) und

3. einen Betrieb mit

$$\varepsilon > 0{,}4 \qquad (9)$$

als Dauerbetrieb (DB), was, streng genommen, nur für $\varepsilon = 1$ richtig ist. Die Werte $\varepsilon = 0{,}15$, $\varepsilon = 0{,}25$ und $\varepsilon = 0{,}4$ sind als verbandsnormale Größen deswegen gewählt worden, weil diese oder in der Nähe liegende, wie durch zahlreiche Betriebsmessungen mit Hilfe von schreibenden Meßgeräten festgestellt ist, am häufigsten in Frage kommen. Dabei wurde ermittelt, daß kurzzeitige Betriebe außer bei Schiffschleppern nur wenig vorkommen. Daher sind fast alle Antriebe, die nicht ausgesprochene Dauerantriebe sind, unter die aussetzenden zu zählen. Hierher gehören, wie aus Tafel 1 ersichtlich, fast alle Arbeitsmaschinen für die Nahbeförderung (im Gegensatze zu den Bahnen, die dem Fernverkehr dienen), also z. B. die meisten Krane und Aufzüge, ferner die Schlepper, Führungslineale und Rollgänge in den Walzwerken, anderseits auch die Walzenanstellungen der Blockwalzwerke und noch eine große Anzahl von anderen Antrieben, die nach Erledigung eines verhältnismäßig kurzen Arbeitsweges immer wieder angelassen und meistens auch umgesteuert werden müssen.

Aus (2) folgt ferner

$$r = \frac{a\,(1 - \varepsilon)}{\varepsilon} \qquad (10)$$

und mithin für die verbandsnormalen Werte von ε, nämlich

für $\varepsilon = 0{,}15$

$$r = \frac{a\,(1 - 0{,}15)}{0{,}15} = 5{,}67\,a, \qquad (11)$$

für $\varepsilon = 0{,}25$

$$r = \frac{a\,(1 - 0{,}25)}{0{,}25} = 3{,}0\,a \qquad (12)$$

und für $\varepsilon = 0{,}4$

$$r = \frac{a\,(1 - 0{,}4)}{0{,}4} = 1{,}5\,a. \qquad (13)$$

Nach den letzten 3 Gleichungen, die aussagen, daß bei aussetzenden Betrieben die Ruhezeit stets mindestens 1½ mal so groß sein soll als die Arbeitszeit, sind die Spalten 2, 4 und 6 der Zahlentafel 2 für steigende Werte der Einschaltdauer a in Sekunden/Spiel berechnet.

III. Die Berechnung der Arbeitszeit aus der Arbeitsweise der angetriebenen Maschine.

Die Arbeitszeit a kann in vielen Fällen ohne besondere Schwierigkeiten aus der Arbeitsweise der betreffenden Arbeitsmaschine berechnet werden. So beträgt z. B. die Hubzeit eines Kranhakens, der die Hubhöhe $h = 6$ m mit der Vollast-Hubgeschwindigkeit $v = 13$ m/min zurücklegt,

$$a = 60\left(\frac{h}{v}\right) = 60\left(\frac{6}{13}\right) = 27{,}7\ \text{s}. \qquad (14)$$

Da unmittelbar auf die Hub- die Senkzeit folgt, so muß die Arbeitszeit des Motors schätzungsweise auf den Betrag $a = 30$ s erhöht werden. Je größer die beim Betriebe wirklich ausgenutzte, nicht die wegen der Höhe der Laufkranschienen über dem Fußboden bzw. wegen der Gebäudehöhe ausnahmsweise mögliche Hubhöhe ist, desto höher kann man die Arbeitsgeschwindigkeit v wählen, ohne befürchten zu müssen, daß sie nicht ausgenutzt werden könne, was bei zu kleinen Hubhöhen bekanntlich der Fall ist. Daher wird das Verhältnis

$$\frac{h}{v} = \varkappa \qquad (15)$$

beispielsweise bei bestimmten Kran- bzw. Aufzugsarten ein Festwert sein. Dann gilt für diese Arbeitsmaschinen nach (14) die Gleichung

$$a = 60\,\varkappa\ \text{Sek}. \qquad (16)$$

In unserem Falle ist

$$\varkappa = \frac{h}{v} = \frac{6}{13} \approx 0{,}5 \qquad (17)$$

und mithin

$$a = 30\ \text{s}. \qquad (18)$$

Bei Kran**fahr**werken mit einer im Betriebe wirklich ausgenutzten Fahrbahnlänge von durchschnittlich b Meter ist

$$a = 60\left(\frac{b}{v}\right)\text{Sek}. \qquad (19)$$

Wählt man, wie es vielfach geschieht, die Fahrgeschwindigkeit v in m/min ebensogroß wie die Fahrbahnlänge b in Metern, setzt man also

$$b = v, \qquad (20)$$

so wird nach (19)

$$a = 60\ \text{s}, \qquad (21)$$

d. h. ebenfalls ein Festwert, und zwar im vorliegenden Falle ein doppelt so großer wie beim Kran**hub**werk. Bei derartigen Kranen ist also die Fahrgeschwindigkeit so gewählt, daß sie ihre Fahrbahnen in rd. 1 min durcheilen. Ähnliches gilt für Katzfahrwerke und alle Fahrzeuge, die für die Nahbeförderung bestimmt sind. Das Ergebnis der vorstehenden Betrachtungen läßt sich in folgenden Lehrsatz zusammenfassen: „Bei Kranhubwerken (bzw. Kranfahr- und Katzfahrwerken sowie bei Fahrzeugen für die Nahbeförderung), die die bei den Spielen wirklich ausgenutzte Hubhöhe h (bzw. Fahrbahnlänge b) in Metern mit der Vollast-Hub- (bzw. Vollast-Fahr-) Geschwindigkeit v in m/min zurücklegen, beträgt die Arbeitszeit eines Spieles in Sekunden

$$a = 60\left(\frac{h}{v}\right)\ \text{bzw.}\ a = 60\left(\frac{b}{v}\right).$$

Sie ist also, sobald man bei bestimmten Arten von Arbeitsmaschinen für die Verhältnisse $\left(\frac{h}{v}\right)$ bzw. $\left(\frac{b}{v}\right)$ Festwerte wählt, ebenfalls ein Festwert."

IV. Die Bestimmung von ε aus Kurven, wenn die Arbeitszeit und die Ruhezeit bekannt sind.

In den seltenen Fällen, wo außer a auch r bekannt ist, ermöglicht die in Abb. 3 gezeichnete Hyperbel

$$\varepsilon = f\left(\frac{r}{a}\right) \qquad (22)$$

eine sehr schnelle Bestimmung von ε. Aus demselben Bilde sind auch die Grenzen der Betriebsarten und die folgenden Grenzwerte für $\left(\frac{r}{a}\right)$ und ε ersichtlich:

1. Für Dauerbetrieb (DB) $0 < \left(\frac{r}{a}\right) < 1{,}5$ und $\infty > \varepsilon > 0{,}4$,
2. für schweren aussetzenden Betrieb (AB_2)
   $1{,}5 < \left(\frac{r}{a}\right) < 3$ und $0{,}40 > \varepsilon > 0{,}25$,
3. für leichten aussetzenden Betrieb (AB_1)
   $3 < \frac{r}{a} < 5{,}67$ und $0{,}25 > \varepsilon > 0{,}15$,
4. für kurzzeitigen Betrieb (KB)
   $5{,}67 < \frac{r}{a} < \infty$ und $0{,}15 > \varepsilon > 0$.

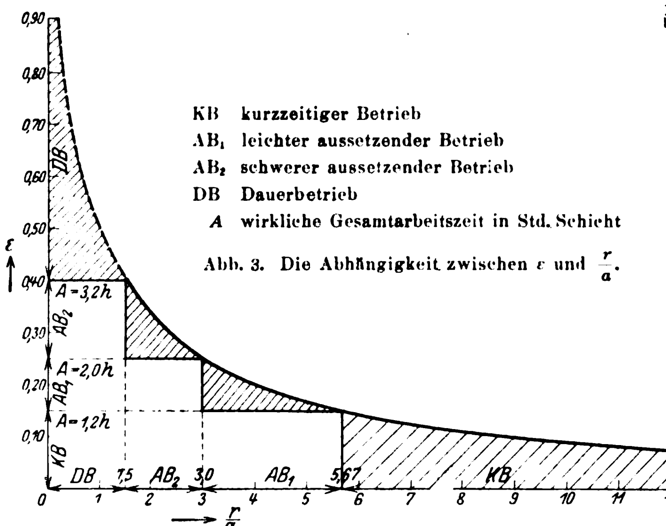


Abb. 3. Die Abhängigkeit zwischen ε und $\frac{r}{a}$.

Im allgemeinen ist aber die Berechnung der Ruhezeit r eines Motors bzw. der von ihm angetriebenen Arbeitsmaschine verwickelt. Darum wollen wir im folgenden versuchen, eine Gleichung für ε zu finden, die die Größe r nicht enthält.

V. Die Berechnung der bezogenen Einschaltdauer aus der Arbeitszeit und der Spielzahl.

Nach den Regeln darf die gesamte Spieldauer $T = a + r$ bei aussetzendem Betriebe nicht mehr als 10 min betragen, ein Grenzfall, der wohl, wenigstens bei Kranen und ähnlich beanspruchten Arbeitsmaschinen, überhaupt nicht vorkommt, so daß dieser Wert von T als reichlich bemessen angesehen werden kann. Nach dieser Bestimmung muß für alle aussetzenden Betriebe die Ungleichung

$$a + r \leq 600\ \text{s} \qquad (23)$$

gelten. In einer Stunde müssen sich also mindestens

$$\frac{3600\ \text{s/h}}{600\ \text{s/Spiel}} = 6\ \text{Spiele}$$

vollziehen, d. h. es muß sein

$$z > 6, \qquad (24)$$

wenn z die Anzahl der Spiele/h bedeutet. Durch die zulässige Erwärmungsgrenze der Motoren wird also gemäß den Regeln die Größe der Spieldauer T nach oben hin ($T \leq 600$ s) und die Größe z der Spielzahl in der Stunde bei lange dauernden Spielen nach unten hin ($z \geq 6$) begrenzt.

In T Sek. macht der Motor ein Spiel und daher in 1 h

$$z = \frac{3600}{T}\ \text{Spiele/h} \qquad (25)$$

Gl. (2) in (25) eingesetzt, gibt

$$\varepsilon = \frac{z\,a}{3600} \qquad (26)$$

Diese Gleichung enthält die schwer zu bestimmende Ruhezeit r des Motors bzw. der Arbeitsmaschine nicht mehr, sondern dafür die sich meistens ohne Schwierigkeiten aus der Fördermenge ergebende stündliche Spielzahl z der Arbeitsmaschine.

Beispiel: Die von dem Kranhubwerke in der oben berechneten Arbeitszeit $a = 30$ s/Spiel zu hebende Fördermenge sei so groß, daß der Kran 18 Spiele/h machen muß. Dann muß der Hubmotor für die bezogene Einschaltdauer $\varepsilon = \frac{18 \cdot 30}{3600} = 0{,}15$ ausgesucht werden. Wird die Erzeugung beim weiteren Ausbau der betreffenden Betriebsabteilung so weit erhöht, daß 30 Spiele/h erforderlich werden, so muß ein Hubmotor für $\varepsilon = \frac{30 \cdot 30}{3600} = 0{,}25$ und bei 48 Spielen/h ein solcher für $\varepsilon = \frac{48 \cdot 30}{3600} = 0{,}40$ vorgesehen werden. Man muß sich also vor Bestellung des Kranes klar darüber werden, ob in der betreffenden Betriebsabteilung die

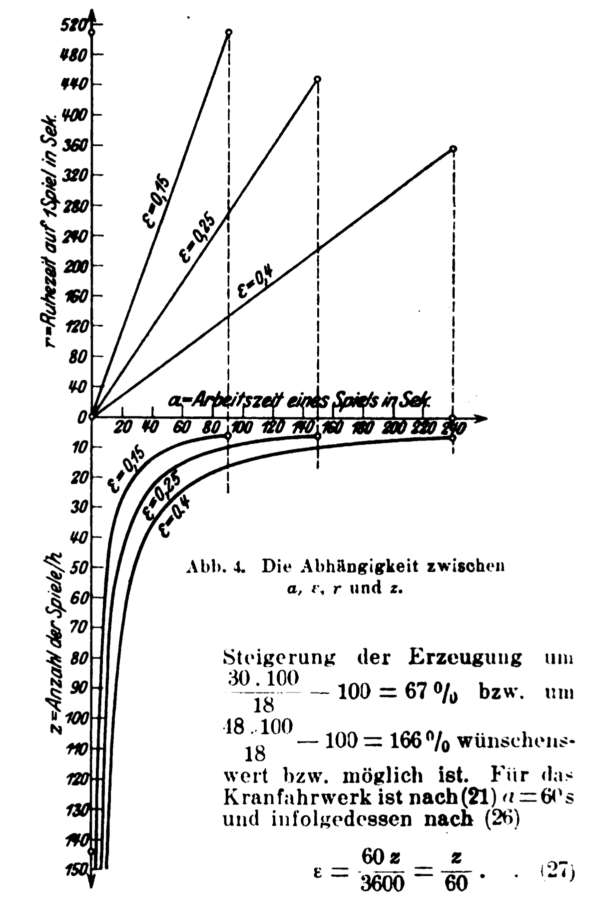


Abb. 4. Die Abhängigkeit zwischen a, ε, r und z.

Steigerung der Erzeugung um $\frac{30 \cdot 100}{18} - 100 = 67\,\%$ bzw. um $\frac{48 \cdot 100}{18} - 100 = 166\,\%$ wünschenswert bzw. möglich ist. Für das Kranfahrwerk ist nach (21) $a = 60$ s und infolgedessen nach (26)

$$\varepsilon = \frac{60\,z}{3600} = \frac{z}{60}. \qquad (27)$$

Bei $\varepsilon = 0{,}15$ würden sich also $z = 0{,}15 \cdot 60 = 9$ Spiele/h,
bei $\varepsilon = 0{,}25$ $z = 0{,}25 \cdot 60 = 15$ Spiele/h,
und bei $\varepsilon = 0{,}4$ $z = 0{,}4 \cdot 60 = 24$ Spiele/h

ergeben. In der Regel machen die Kran-Hubwerke, weil sie an den Nebenarbeiten mehr beteiligt sind, in der Zeiteinheit etwas mehr Spiele als die Kranfahrwerke, doch ist der Unterschied nur gering. Da das Hubwerk nun, wie oben gezeigt, schon bei der niedrigsten Erzeugung der betreffenden Betriebsabteilung 18 Spiele/h machen muß, so kommt für das Kranfahrwerk ein Motor

mit nur $\varepsilon = 0{,}15$, also $z = 9$, überhaupt nicht in Frage, sondern ein solcher von mindestens $\varepsilon = 0{,}25$ und $z = 15$. Ist aber eine Steigerung der Erzeugung um 67 % beabsichtigt, so werden 30 Hubspiele/h, also mindestens 24 Fahrspiele/h notwendig. Da der Fahrmotor hierbei schon für $\varepsilon = 0{,}4$ gewählt werden muß, so muß bei einer Steigerung der Erzeugung um 166 % ein zweiter Laufkran beschafft werden, weil der Fahrmotor des einen für eine so hohe Erzeugung nicht ausreichen würde.

Aus (26) folgt für $\varepsilon = 0{,}15$

$$z = \frac{3600 \,.\, 0{,}15}{a} = \frac{540}{a}, \quad \ldots \ldots \quad (28)$$

für $\varepsilon = 0{,}25$

$$z = \frac{3600 \,.\, 0{,}25}{a} = \frac{900}{a} \quad \ldots \ldots \quad (29)$$

und für $\varepsilon = 0{,}4$

$$z = \frac{3600 \,.\, 0{,}4}{a} = \frac{1440}{a} \quad \ldots \ldots \quad (30)$$

Zahlentafel 2.

a = Arbeitszeit eines Spiels in Sek. = Einschaltdauer	$\varepsilon = \frac{a}{a+r}$ = bezogene Einschaltdauer					
	$\varepsilon = 0{,}15$		$\varepsilon = 0{,}25$		$\varepsilon = 0{,}4$	
	$r = 5{,}67\,a$ = Ruhezeit auf 1 Spiel in Sek.	$z = \frac{540}{a}$ = Anzahl der Spiele/h	$r = 3\,a$ = Ruhezeit auf 1 Spiel in Sek.	$z = \frac{900}{a}$ = Anzahl der Spiele/h	$r = 1{,}5\,a$ = Ruhezeit auf 1 Spiel/h	$z = \frac{1440}{a}$ = Anzahl der Spiele/h
1	2	3	4	5	6	7
1	5,67	540,00	3	900,0	1,5	1440,0
2	11,34	270,00	6	450,0	3,0	720,0
3	17,01	180,00	9	300,0	4,5	480,0
4	22,68	135,00	12	225,0	6,0	360,0
5	28,35	108,00	15	180,0	7,5	288,0
10	56,70	54,00	30	90,0	15,0	144,0
20	113,40	27,00	60	45,0	30,0	72,0
30	170,10	18,00	90	30,0	45,0	48,0
40	226,80	13,50	120	22,5	60,0	36,0
50	283,50	10,80	150	18,0	75,0	28,8
60	340,20	9,00	180	15,0	90,0	24,0
70	396,90	7,70	210	12,9	105,0	20,6
80	453,60	6,75	240	11,3	120,0	18,0
90	510,30	6,00	270	10,0	135,0	16,0
100			300	9,0	150,0	14,4
110			330	8,2	165,0	13,1
120			360	7,5	180,0	12,1
130			390	6,9	195,0	11,1
140			420	6,4	210,0	10,3
150			450	6,0	225,0	9,6
160					240,0	9,0
170					255,0	8,5
180					270,0	8,0
190					285,0	7,6
200					300,0	7,2
210					315,0	6,85
220					330,0	6,55
230					345,0	6,25
240					360,0	6,00

Nach den letzten drei Gleichungen sind die Spalten 3, 5 und 7 der Zahlentafel 2 berechnet worden. Die Zahlenwerte der Tafel sind in der Abb. 4 dargestellt. Sie ermöglicht natürlich auch die Ablesung von Zwischenwerten und läßt den Zusammenhang zwischen den vier Größen a, r, ε und z deutlich erkennen, so daß aus je zwei gegebenen Größen die dritte ohne Rechnung mit genügender Genauigkeit gefunden werden kann. Für mehr als 150 Spiele/h reicht Abb. 4 allerdings nicht aus. Man muß daher bei größeren Spielzahlen die Tafel 2 zu Hilfe nehmen. Für Arbeitszeiten von $a > 90$ s/Spiel kommen hiernach Motoren von 15 % ED überhaupt nicht, sondern nur solche von 25 % bzw. 40 % ED in Frage. Ferner dürfen für alle Arbeitszeiten von $a > 150$ s/Spiel nur Motoren für 40 % ED gewählt werden.

VI. Die Berechnung der bezogenen Einschaltdauer bei unregelmäßig verteilter Einschalt- und Spieldauer.

Die auf dem Motorschilde verzeichnete Nennleistung (Aussetzleistung) muß nach den Regeln bei **regelmäßigem** Spiele mit der betreffenden bezogenen Einschaltdauer beliebig lange, also auch bei Tag- und Nachtbetrieb, abgegeben werden können. Die Grenztemperatur und die Grenzerwärmung dürfen hierbei die im § 39 der Regeln angegebenen Werte nicht überschreiten. Dabei müssen alle anderen Bestimmungen erfüllt werden. Bei **unregelmäßig** verteilter Einschalt- und Spieldauer ist als bezogene Einschaltdauer das Verhältnis

$$\frac{\text{Summe der Einschaltdauern}}{\text{Summe der Spieldauern}}$$

über eine Betriebsperiode, die jedoch nicht länger als 8 h = 1 Schicht dauern darf, zu betrachten. Es ist also für diesen Fall

$$\varepsilon = \frac{\sum a}{\sum T} \quad \ldots \ldots \quad (31)$$

Wiederholen sich gleichartige Spiele nach einer bestimmten Zeit, so genügt die Summierung über diese Zeit.

Beispiel: Mittels eines Zeitschreibers mit einer Papiergeschwindigkeit von 2 mm/s wurde für das rechte Führungslineal einer Blockstraße die bezogene Einschaltdauer während einer Stunde zu $\varepsilon = 0{,}356$ und die größte Spielzahl in dieser Stunde zu 1110 festgestellt. Mithin betrug die durchschnittliche Arbeitszeit eines Spieles gemäß (26)

$$a = \frac{3600\,\varepsilon}{z} = \frac{3600 \,.\, 0{,}356}{1110} = 1{,}155 \text{ s}$$

und die durchschnittliche Ruhezeit/Spiel gemäß (10)

$$r = \frac{a\,(1 - \varepsilon)}{\varepsilon} = \frac{1{,}155\,(1 - 0{,}356)}{0{,}356} = 2{,}09 \text{ s.}$$

Zwecks Prüfung der Richtigkeit der Rechnung entnehmen wir der Abb. 3 für $\frac{r}{a} = \frac{2{,}09}{1{,}155} = 1{,}81$ den Wert $\varepsilon = 0{,}36$. Diese durchschnittlichen Arbeits- und Ruhezeiten sind in Abb. 5 dargestellt. Der in Wirklichkeit viel unregelmäßigere Verlauf der Arbeits- und Ruhezeiten für einen beliebig herausgegriffenen Zeitabschnitt von 24 s ist aus Abb. 6 zu ersehen.

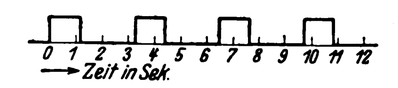


Abb. 5.

Abb. 5 u. 6. Die Arbeits- und Ruhezeiten eines Führungslineals.

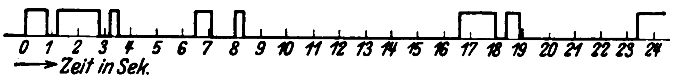


Abb. 6.

Die größte für einen einzelnen Block festgestellte bezogene Einschaltdauer betrug nach den Angaben des Zeitschreibers 47,8 %; dadurch, daß die Blöcke in kurzen Zeitabständen in die Walze gesteckt werden, sinkt sie auf 35,6 %. Daraus geht hervor, daß bei diesem sehr scharfen Betriebe die bezogene Einschaltdauer von ED = 40 % zeitweilig schon überschritten wird.

VII. Die gesamte Arbeitszeit während einer Schicht.

Die relative Einschaltdauer von 100 % kommt in Frage bei Kranen usw., die zur Erledigung ihrer in einer achtstündigen Schicht verlangten Förderarbeit die vollen 8 h nötig haben. Daher entspricht 1 % ED einer wirklichen Arbeitszeit von 0,08 h/Schicht, also von 4,8 min/Schicht. Demgemäß entsprechen 15 % E D einer wirklichen ununterbrochenen Arbeitszeit von

$$A = 0{,}08 \,.\, 15 = 1{,}2 \text{ h/Schicht} \quad \ldots \ldots \quad (32)$$

Bei 25 % ist dagegen

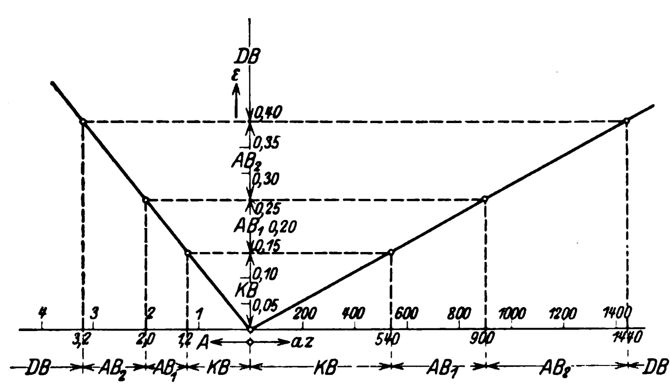
$$A = 0{,}08 \,.\, 25 = 2 \text{ h/Schicht} \quad \ldots \ldots \quad (33)$$

und bei 40 % ED

$$A = 0{,}08 \,.\, 40 = 3{,}2 \text{ h/Schicht} \quad \ldots \ldots \quad (34)$$

Ein Maschinist, der nur einen Motor steuert, und diesen mit einer bezogenen Einschaltdauer von ED % voll

ausnutzt, ist also auch nur während ED % seiner Arbeitstunden/Schicht beschäftigt, mithin gemäß Gl. (34) während höchstens 3,2 h/Schicht. Sind die drei Motoren eines Kranes für die bezogenen Einschaltdauern von 15 %, 25 % und 40 % bemessen, und werden sie nur nacheinander gesteuert, so beträgt die wirkliche Arbeitszeit des Kranführers, falls die Motoren voll ausgenutzt werden, $1,2 + 2 + 3,2 = 6,4$ h/Schicht. Er ist also, wenn er keine Nebenarbeiten zu verrichten hat, während $\frac{6,4 \cdot 100}{8} = 80\%$ seiner Dienststunden beschäftigt. Bedient er einen Kran mit zwei Motoren von je 25 % ED und mit einem Motor von 40 % ED, so arbeitet er während der Schicht $2 \cdot 2 + 3,2 = 7,2$ h und ist mithin während $\frac{7,2 \cdot 100}{8} = 90\%$ seiner Dienststunden tätig. Bei einem Motor mit 25 % ED und zwei Motoren mit je 40 % ED ist er endlich zu $\frac{2 + 2 \cdot 3,2}{8} \cdot 100 = 105\%$ beschäftigt. Daher reicht der Dreimotorenkran für die zu bewältigende Fördermenge nur dann aus, wenn mehrere seiner Antriebsmotoren gleichzeitig gesteuert werden. Bei drei Motoren mit je 40 % ED gilt dasselbe in erhöhtem Maße, weil $\frac{3 \cdot 3,2 \cdot 100}{8} = 120\%$ ist. In solchen Fällen ist zu überlegen, ob nicht statt eines Kranes deren zwei beschafft werden müssen. Dann ist aber jeder der beiden Krane wesentlich entlastet, so daß unter Umständen der eine oder der andere der Motoren für 25 % statt für 40 % ED gewählt werden kann, wodurch dann gegebenenfalls unnötig hohe Gewichte und Preise vermieden werden. Mit Rücksicht auf etwaige spätere Erhöhung der Erzeugung in der betreffenden Betriebsabteilung tut man aber gut, den Kran so einzurichten, daß später Motortypen mit größeren Abmessungen darauf untergebracht werden können.



A	wirkliche Gesamtarbeitszeit in Std./Schicht	KB	kurzzeitiger Betrieb
a	Arbeitszeit in Sek./Spiel	AB_1	leichter aussetzender Betrieb
z	Spielzahl/h	AB_2	schwerer aussetzender Betrieb
		DB	Dauerbetrieb

Abb. 7. Die Abhängigkeit zwischen az, ε und A.

Auf der linken Seite der Abb. 7 ist die für die Gl. (32), (33) und (34) geltende Abhängigkeit zwischen den Größen ε und A dargestellt. Nimmt man noch die rechte Seite dieser Abbildung, in der die Abhängigkeit zwischen ε und dem Produkte $a \cdot z$ gemäß Gl. (26) verdeutlicht ist, hinzu, so hat man 2 weitere Mittel an der Hand, um in einfachster Weise die bezogene Einschaltdauer für aussetzend arbeitende Motoren zu ermitteln.

VIII. Der Einfluß der Leerfahrten auf die bezogene Einschaltdauer.

Bisher war stillschweigend vorausgesetzt, daß die Krane bzw. die ähnlich beanspruchten Arbeitsmaschinen sowohl bei der Hinfahrt wie bei der Rückfahrt die volle Last $Q = Q_1 + Q_2$, also außer der Nutzlast Q_1 auch die tote Last Q_2 (beim Hubwerk den Kranhaken nebst Hakengeschirr, die Führungen, Greifer oder anderen Fördergefäße, beim Kranfahrwerk das Gesamtgewicht des unbelasteten Kranes, beim Katzfahrwerk das Gesamtgewicht der unbelasteten Katze) zu befördern hätten. Das ist aber in der Regel nicht der Fall. Vielmehr folgt meistens auf ein Kranspiel mit der Vollast Q ein solches mit der toten Last Q_2, weil die Nutzlast Q_1 inzwischen an ihrem Bestimmungsorte abgesetzt worden ist. Dann muß trotzdem auf alle Fälle eine Motortype gewählt werden, die die bei Vollast benötigte Leistung N_n hergeben kann. Die bezogene Einschaltdauer kann jedoch verhältnismäßig klein gewählt werden, weil der Motor, dessen Erwärmung bekanntlich mit dem Quadrate der Stromstärke zunimmt, bei den Leerfahrten lange nicht so warm wird, wie bei den Vollastfahrten.

Beispiel: Ein 10 t-Kran habe in einer Stunde 120 t vom Ausgangsorte A zum Bestimmungsorte B zu befördern. Dann muß er $\frac{120 \text{ t/h}}{10 \text{ t/Fahrt}} = 20$ Fahrten/h machen. Der Hubmotor wird bei jeder Fahrt dreimal eingeschaltet, nämlich 1. zum Heben der Last am Orte A, 2. zum Senken der Last am Orte B und 3. zum Heben des leeren Kranhakens am Orte B oder A. Da im Falle 3 die Einschaltdauer und die Stromstärke verhältnismäßig klein sind, braucht dieser Fall in der Regel nicht berücksichtigt zu werden. Mithin macht der Hubmotor bei jeder Fahrt zwei vollgültige Spiele, also $2 \cdot 20 = 40$ Spiele/h. Nach Gl. (18) ist $a \approx 30$ s und demnach gemäß (26)

$$\varepsilon = \frac{z\,a}{3600} = \frac{40 \cdot 30}{3600} \approx 0{,}33 .$$

Benötigt der vollbelastete Kran eine Antriebsleistung von 35 kW, so müßte der Motor, wenn nur Vollastfahrten auszuführen wären, diese Leistung bei $\varepsilon = 0,33$ abgeben können. Soll ein geschlossener Hauptschlußmotor für 500 V verwendet werden, so würde nach Abb. 1 hierfür die Type W D H 114 in Betracht kommen, die die verlangten 35 kW bei $\varepsilon = 0,39$ leisten kann, also selbst für diesen Fall reichlich bemessen wäre. Für die Leerfahrt des Hubwerkes, die 7 kW erfordern möge, würde bei $\varepsilon = 0,33$ die Type WDH 64 genügen. Diese kann aber gemäß Abb. 1 niemals 35 kW abgeben. Ebensowenig ist dieses der Fall bei den Typen WDH 74, WDH 84 und WDH 94. Dagegen kann die Type WDH 104 35 kW bei $\varepsilon = 0,27$ leisten. Diese Type würde daher die richtige sein. Für die Wahl der Motortype nach der bezogenen Einschaltdauer ergibt sich daher folgende einfache Regel: „Nachdem der Leistungsbedarf der Getriebe des vollbelasteten Kranes und die mit Rücksicht auf die verlangte Förderleistung berechneten bezogenen Einschaltdauern ε festgestellt sind, zieht man in Abb. 1 bzw. in Abb. 2 im Abstande der von dem betreffenden Triebwerke benötigten Vollastleistung eine Parallele zur ε-Achse und wählt von den Motortypen, deren Kurven $N = f(\varepsilon)$ geschnitten werden (in der Regel sind es zwei), diejenige aus, die die verlangte Leistung N bei einer etwas kleineren bezogenen Einschaltdauer ε abgeben kann, als ihrem berechneten Werte entspricht."

Soll ein geschlossener Drehstrommotor mit einer synchronen Drehzahl von 600 U/min für das Kranhubwerk mit $\varepsilon = 0,33$ verwendet werden, so schneidet die 35 kW-Linie in Abb. 2 die beiden Typenlinien DNK 18/604 bei $\varepsilon = 0,2$ und DNK 19/604 bei $\varepsilon = 0,31$. Nur die letztere Type kommt daher in Frage.

Das vollbelastete Kranfahrwerk benötige im Beharrungszustande rd. 5 kW. Die Spielzahl beträgt bei 12 Fahrten/h $z = 24$ Spiele/h. Nach Gl. (21) ist $a = 60$ s. Daher ist $\varepsilon = \frac{z\,a}{3600} = \frac{24 \cdot 60}{3600} = 0,4$. Die Parallele zur ε-Achse in Abb. 1 ergibt die Type WDH 64.

Nimmt man an, daß jedem Kranfahrspiele ein Katzfahrspiel entspreche, was meistens der Fall ist, so ist für das Katzfahrwerk bei einer Vollastleistung von $N \approx 3$ kW ebenfalls $\varepsilon = 0,4$. Hierfür würde nach Abb. 1 die Type WDH 54 genügen, wenn man es nicht vorzieht, der Einheitlichkeit halber und zwecks Ersparnis von Ersatz-Motoren für 500 V und etwa 600 U/min erst von 15,5 kW an wählen, wie für die Kranfahrt.

In der Drehstromliste der AEG sind geschlossene Motoren für 500 V und etwa 600 U/min erst von 15,5 kW an aufgeführt. Man müßte daher sowohl für die Kran- wie für die Katzfahrt die sehr reichliche Type DNK 17/604 wählen, die 15,5 kW bei $\varepsilon = 0,4$ leistet, wenn man nicht vorzieht, einen Motor mit der synchronen Drehzahl von 750 U/min zu verwenden.

Die Beschäftigungszeit des Kranführers würde betragen: für das Steuern des

1. Hubmotors $A_h = 0,08 \cdot 33 = 2,64$ h/Schicht
2. Kranfahrmotors $A_{kr} = 0,08 \cdot 40 = 3,2$ „
3. Katzfahrmotors $A_{ka} = 0,08 \cdot 40 = 3,2$ „

zus. $\sum A = 9,04$ h/Schicht.



Da $\sum A > 8$ h/Schicht ist, müssen mehrere Motoren gleichzeitig gesteuert werden, wenn der Kran die verlangte Förderleistung in einer Schicht bewältigen soll. Die Kranführer müssen um so anstelliger und geschickter sein, je größer $\sum A = A_h + A_{kr} + A_{ka}$ für den Kran ist, den sie zu steuern haben. Die besten Kranführer gehören auf die Krane mit den größten Werten von $\sum A$.

IX. Die Wichtigkeit der Kurven $N = f(\varepsilon)$ für die Auswahl der Motoren.

Aus vorstehendem ist ersichtlich, wie einfach die Bestimmung der Motortypen ist, wenn man die Kurven zur Verfügung hat, die ich nach den Angaben der AEG-Preis liste für Hebezeugmotoren in Abb. 1 und 2 aufgezeichnet habe. Darum ist es wünschenswert, daß auch andere Firmen in ihren Listen über die neuen genormten Motoren für aussetzende Betriebe entsprechende Angaben machen bzw. die fertigen Kurven liefern. Je größer die von der betreffenden Arbeitsmaschine benötigte Antriebsleistung ist, desto wichtiger ist es, die bezogene Einschaltdauer ε möglichst genau zu bestimmen, weil die Kurven $N = f(\varepsilon)$ in Abb. 1 und 2 mit zunehmendem ε um so steiler abfallen, je größer N ist. Infolgedessen ist bei einer versehentlich zu gering bemessenen bezogenen Einschaltdauer ε die Gefahr einer unzulässigen Erwärmung bei schweren Motoren größer als bei leichten. Bei den kleinsten Typen verlaufen die Kurven $N = f(\varepsilon)$ dagegen fast parallel zur ε-Achse, so daß hierbei die mit Rücksicht auf die Erwärmung zulässige Leistung N von ε nur wenig abhängt. Der innere Grund liegt darin, daß ein warmer Körper infolge von Oberflächenausstrahlung in der Zeiteinheit um so mehr Wärme verliert, je größer seine ausstrahlende Oberfläche O im Verhältnis zu seinem Rauminhalt V ist, in dem die Wärme aufgespeichert ist. Bei einer Kugel vom Halbmesser ϱ ist beispielsweise

$$\frac{O}{V} = \frac{4\,\varrho^2\pi}{\frac{4}{3}\varrho^3\pi} = \frac{3}{\varrho},$$

d. h. die Abkühlung der Kugel ist ihrem Halbmesser umgekehrt verhältnisgleich.

X. Die Entstehung des Aufsatzes.

Die obigen Ausführungen sind aus einer gründlichen Durcharbeitung von Teilen der R.E.M. im Zusammenhange mit der Auswertung von Messungen an aussetzend arbeitenden elektrischen Antrieben der A. G. Peiner Walzwerk hervorgegangen. Sie enthalten ungefähr das, was ich über diesen Gegenstand in meinem Vortrage über elektrische Antriebe in industriellen Anlagen bringe, den ich im Nebenamte an der Technischen Hochschule zu Braunschweig halte, und werden für Ingenieure, die mit dem Entwurf, der Herstellung und dem Betrieb aussetzend arbeitender elektrisch angetriebener Arbeitsmaschinen zu tun haben, von Nutzen sein.

Über die Anwendbarkeit verschiedener Asphaltarten als vergießbare elektrische Isoliermasse.

(Mitteilung aus den Chemischen und Physikalischen Laboratorien des Sieverts Kabelverks Sundbyberg, Schweden.)

Von **J. Lagerqvist** und **H. Spanne,** Sundbyberg (Schweden).

Übersicht. Bei der Wahl des Rohstoffes für Kabelmassen ist es wichtig, nicht nur die elektrische Durchschlagfestigkeit des Materials, sondern auch dessen übrige physikalische Eigenschaften und vor allem dessen Konsistenz in verschiedenen Temperaturgebieten zu kennen. Von den Verfassern sind vergleichende Untersuchungen betreffs aller bedeutungsvollen Asphaltarten mit Rücksicht auf deren chemische und physikalische Eigenschaften durchgeführt worden, wobei das größte Gewicht auf die Konsistenzbestimmungen gelegt wurde. Weiterhin sind der Erweichungspunkt und die Viskosität bei 150 ° bestimmt worden. Temperaturfunktionen für Penetration und Duktilität sowie Temperatur- bzw. Zeitfunktionen für das elektrische Isoliervermögen und die Durchschlagfestigkeit werden dargestellt.

Die Forderungen an die für Kabelarmaturen bestimmten Vergußmassen sind im Laufe der Zeit beträchtlich gesteigert worden. Man hat immer mehr eingesehen, daß eine hohe elektrische Durchschlagfestigkeit nicht allein hinreichend ist. Die früheren Forderungen nach enorm hohen Durchschlagwerten gründen sich wohl teils auf die in der Praxis gemachte Beobachtung, daß Kabelfehler am häufigsten in Muffen auftreten, teils auf die noch unlängst allgemeine Ansicht, daß der „Momentandurchschlag" für die elektrische Festigkeit einer Masse entscheidend sei. Die Tatsache, daß die meisten Kabelfehler in den Muffen eintreten, dürfte jedoch nur in sehr seltenen Fällen an zu geringer Durchschlagfestigkeit der Masse liegen, was man leicht einsieht, wenn man bedenkt, daß die elektrische Beanspruchung einer Vergußmasse in normalen Verbindungs- oder Endmuffen für Spannungen bis 22 000 V den Wert 3000 V/mm nicht übersteigt und gewöhnlich zwischen 500 und 1000 V/mm liegt. Das bedeutet, daß eine 20 ... 30fache Sicherheit vorhanden sein sollte; die trotzdem in Muffen auftretenden Fehler müssen folglich auf anderen Ursachen beruhen, von denen eine der häufigsten Spaltenbildungen in der Masse infolge starker Temperaturvariationen sein dürfte. Eine Untersuchung von Greger[1], in der Statens Provningsanstalt ausgeführt, stützt diese Ansicht.

Offenbar ist also eine der wichtigsten Eigenschaften bei einer Vergußmasse ihre Fähigkeit, eine genügende Plastizität auch bei niedrigen Temperaturen beizubehalten, so daß Spaltenbildungen, eventuell Lösung von den Wänden der Muffe nicht eintritt. Andere wichtige Eigenschaften sind: Leichtflüssigkeit bei Eingießtemperatur, möglichst geringe Kontraktion bei Abkühlung und nicht zuletzt Gleichförmigkeit innerhalb aller Temperaturgebiete, so daß nach dem Einguß weder Sedimentierung noch Aufteilung in Schichten mit untereinander verschiedenen Dielektrizitätskonstanten sich ereignen können. Es ist auch von Bedeutung, daß die Masse so resistent wie möglich gegen Erhitzung ist, da es ja in der Praxis vorkommt, daß dieselbe Masse zu wiederholten Malen geschmolzen und längere Zeit auf relativ hoher Temperatur gehalten wird.

Um eine sichere Grundlage zur Beurteilung von Vergußmassen zu erhalten, war es nötig, neben der Bestimmung der chemischen und physikalischen Eigenschaften dielektrische Messungen zu unternehmen. Untersuchungen dieser Art wurden im Jahre 1919 angefangen. Von dem im Laufe der Jahre zusammengebrachten Untersuchungsmaterial kann hier nur eine Auswahl mitgeteilt werden, und es werden nur ein oder zwei Beispiele für gleichartige Qualitäten aus derselben Asphaltklasse behandelt.

Die Proben wurden teils durch Erhitzung bei 150 bis 200 ° vorbehandelt, bis alle Feuchtigkeit ausgetrieben war, ferner durch Seihen durch ein Metalldrahtnetz mit rd. 400 Maschen auf 1 cm² (Drahtdurchm. 0,15 mm) und Aufguß in Weißblechbüchsen von 2,5 bzw. 10 kg Inhalt. Die Probe von 2,5 kg wurde für Konsistenzbestimmungen usw. verwendet, während die 10 kg-Probe für dielektrische Messungen in Anspruch genommen und die 5 kg-Probe als Reserve fortgestellt wurde. Die Untersuchungen umfassen die Bestimmung folgender Größen:

1. Spezifisches Gewicht,
2. Raumausdehnungskoeffizient,
3. Schmelzpunkt (Erweichungspunkt),
4. Penetration,
5. Duktilität,
6. Viskosität,
7. Mineralstoffgehalt (Asche),
8. freier Kohlenstoff,
9. Verseifungszahl,
10. Säurezahl,
11. Diazoreaktion,
12. elektrisches Isoliervermögen,
13. Dielektrizitätskonstante,
14. elektrische Durchschlagfestigkeit.

[1] Statens Provningsanstalt, Mitt. 27.



1. und 2. Spezifisches Gewicht und Raumausdehnungskoeffizient.

Die Proben wurden in Messingzylinder (30 mm Dmr., Höhe 50 mm) eingeschmolzen und nach Wägung in Glasdilatometer (Abb. 1), bestehend aus zylindrischen Gefäßen (40 mm Dmr., Höhe 70 mm) mit eingeschliffenen Steigrohren eingebracht. Sowohl Dilatometer als Messingzylinder wurden natürlich gewogen und die ersteren sorgfältig kalibriert. Nachdem Wasser, unmittelbar vorher ausgekocht, hinzugegossen und das Gewicht bestimmt worden war, wurde der Apparat in ein Wasserbad versenkt und die Volumzunahme für das Temperaturintervall 20 ... 50 ° bestimmt. Aus den so erhaltenen Werten wurden die Ausdehnungskoeffizienten der Proben berechnet. Das spezifische Gewicht bei 20 ° wurde bei diesem Versuch nebenbei ermittelt.

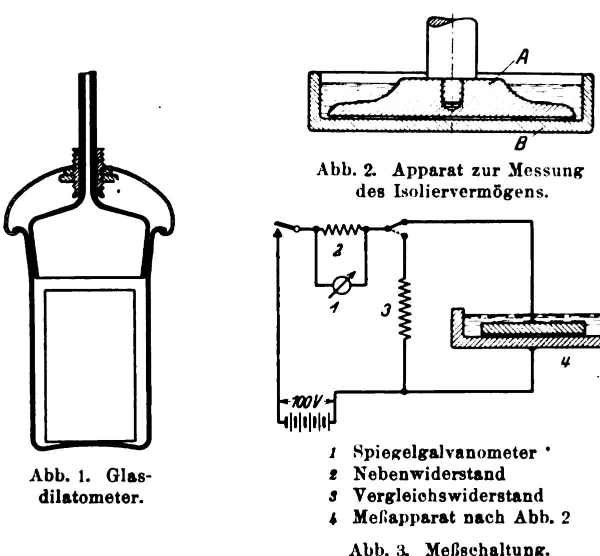


Abb. 1. Glasdilatometer.

Abb. 2. Apparat zur Messung des Isoliervermögens.

1 Spiegelgalvanometer
2 Nebenwiderstand
3 Vergleichswiderstand
4 Meßapparat nach Abb. 2

Abb. 3. Meßschaltung.

3. Schmelzpunkt (Erweichungspunkt).

Diese Bestimmung wurde nach der Methode Kraemer-Sarnow ausgeführt unter Beobachtung der von Lagerqvist und Fredman[2] empfohlenen Arbeitsweise. Der Asphalt wurde in Glaszylinder (an beiden Enden plangeschliffen), Höhe 5 mm und Innenweite 6,5 mm (Toleranz 0,2 mm) eingegossen, die auf eine amalgamierte Messingplatte gestellt waren. Nachdem die Proben sich abgekühlt hatten, wurde mit einem erwärmten Messer der über den Glasrand gequollene Asphalt fortgeschnitten und die Glaszylinder mittels kurzer Kautschukschlauchstücke an Glasrohre gleichen Durchmessers und mit einer Länge von etwa 100 mm angeschlossen. Aus einem Meßgefäß (Meßgenauigkeit 0,01 cm³) wurden für jedes Rohr 0,37 cm³ (5 g) Quecksilber abgemessen, das auf den Asphalt gegossen wurde. Die Rohre wurden nun in einen Becher mit Wasser eingehängt, so daß die Zylinder rd. 40 ... 50 mm unter die Wasseroberfläche kamen. Der Wasserbecher wurde in ein Ölbad gestellt, das möglichst konstant in der Größenordnung 1°/min erhitzt wurde. Die Temperatur, die ein in den Wasserbecher getauchtes Thermometer zeigte, sobald das Quecksilber den Asphalt durchdrang, wurde als Schmelzpunkt der Probe abgelesen. Für jede Probe wurden mindestens 4 Bestimmungen ausgeführt.

4. Penetration (Härtebestimmung).

Die Proben wurden bis zu einer Höhe von wenigstens 20 mm in Blechzylinder eingeschmolzen und die Härte mittels eines Nadelapparates nach Richardson[3] mit einer Belastung der Nadel von 100 g und einer Eindringzeit von 5 s festgestellt. Für jede Probe wurde die Penetration bei 20 ° und danach für jeden fünften Grad aufwärts bestimmt. Jeder Punkt der auf diese Weise erhaltenen Temperaturkurven ist als Durchschnittswert zwischen wenigstens 3 Bestimmungen erhalten worden.

5. Duktilität (Streckbarkeit).

Die Duktilität wurde mit Hilfe des bekannten Duktilometers nach Dow[4] festgestellt. Um den Zusammenhang zwischen Temperatur und Duktilität festzulegen, wurden Bestimmungen bei 15 °, 20 °, 25 ° und 30 ° ausgeführt, bisweilen auch bei 35 ° und 40 °. Bei jeder Temperatur wurden drei Parallelbestimmungen für dieselbe Probe gemacht.

6. Viskosität.

Für die Bestimmung der Viskosität der Asphalte hat Brückman[5] die Anwendung des Engler-Apparates vorgeschlagen mit der Abänderung, daß die Innenweite der Kapillare auf 5 mm vermehrt wird. Von allen Viskosimetertypen ist wohl der erwähnte am einfachsten zu handhaben und zu reinigen; er wurde deshalb auch von uns verwendet. In einem vorher benutzten Engler-Apparat wurde die Kapillare gegen eine andere ausgetauscht, die 5,00 mm Innenweite an der unteren Mündung und 5,10 mm an der oberen hatte, außerdem wurde der Apparat mit einer Wärmeplatte unter dem Meßkolben versehen, um das Erstarren des Aspalts nach dem Ausfluß aus dem Viskosimeter zu verhindern. Die Bestimmungen wurden in der Regel bei 150 ° durchgeführt.

Nach einer Untersuchung von Lagerqvist[6] können die mit diesem Apparat erhaltenen Werte in Englergrade umgerechnet werden unter Benutzung der Formel

$$E = 0{,}214 \cdot (t - 5),$$

wo t die für den Auslauf von 200 cm³ Probe bestimmte Zeit in Sekunden bedeutet.

7. Mineralstoffgehalt (Asche).

Eine Probe von etwa 1 g wurde in einem Porzellantiegel gewogen und die flüchtige organische Substanz vorsichtig über einer kleinen Flamme abdestilliert. Nachdem Verkokung eingetreten war, wurde die Verbrennung im Muffelofen bei einer Temperatur von rd. 500 ° ausgeführt.

8. Freier Kohlenstoff.

Aus den Steinkohlenasphalten wurde rd. 5 g pulverisierte Substanz eingewogen und als Auflösungsmittel 150 cm³ Toluol und 10 cm³ Eisessig benutzt. Zum Waschen diente Benzol. Für die Holzpeche wurden als Auflösungsmittel 150 cm³ Benzol und 10 cm³ Eisessig verwendet. Die Probemenge war auch hier etwa 5 g. Aus übrigen Asphalten wurden rd. 10 g eingewogen und als Auflösungsmittel Kohlendisulfid (150 ... 200 cm³) verwendet. In sämtlichen Fällen wurde die ungelöste Substanz auf aschefreies Zellulosefiltrum aufgenommen, und nach Trocknen bei 105 ° und Wiegen wurde der Mineralstoffgehalt unter vorsichtigem Einäschern bestimmt.

9. Verseifungszahl.

Die Bestimmungen, die wie bei der Säurezahl nur für die Natur- und Petroleumasphalte in Frage kommen, sind nach folgender, von Marcusson[7] angegebenen Methode durchgeführt worden:

Rd. 5 g Probe wurde eingewogen, unter Erwärmung in 25 cm³ Benzol gelöst, 25 cm³ N/2 normale alkoholische Kalilauge zugesetzt und unter Verwendung eines Rückflußkühlers ½ h lang gekocht; dann wurde mit 100 cm³ neutralisierten Alkohol verdünnt und mit N/2 normaler Salzsäure nach Zusatz von 2 cm³ Phenolphtalein- und 2 cm³ Alkaliblauelösung titriert. Die Herstellung der Alkalilösung wurde selbstverständlich nebeneinander und gleichartig ausgeführt.

10. Säurezahl.

Etwa 10 g Probe wurde eingewogen, unter Erwärmung in 25 cm³ Benzol gelöst, 100 cm³ neutralisierter Alkohol zugesetzt und die Probe einige Stunden kalt stehen gelassen, da der größte Teil des Asphalts sich auf dem Boden des Kolbens absetzte. Die Lösung wurde in einen neuen Kolben abgegossen und der zurückgebliebene Asphalt mit etwas Benzolalkoholmischung gewaschen, worauf die vereinigten Lösungen mit $N/10$ alkoholischer Kalilauge mit Alkaliblaue als Indikator titriert wurden.

11. Diazoreaktion.

Die von Graefe[8] vorgeschlagene Farbenreaktion für den Nachweis der Phenole wurde folgendermaßen ausgeführt:

[2] Svensk Kem. Tidskr. 1925. S. 266.
[3] Abraham. Asphalts and allied substances. S. 495. Verlag D. van Nostrand Co., New York 1920. Köhler u. Graefe, Natürl. u. künstl. Asphalte, S. 396. Verlag Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1913.
[4] Abraham, Asphalts and allied substances. S. 502.
[5] Rev. Gén. de l'El. Bd. 14, S. 534. ETZ 1925, S. 23.
[6] Svensk Kem. Tidskr. 1926. S. 350 und 1927, S. 97.
[7] Marcusson, Die natürl. und künstlichen Asphalte. S. 256. Verlag Wilh. Engelmann, Leipzig 1921.
[8] Chem. Ztg. Bd. 30, S. 298.



Die für die Reaktion notwendigen Lösungen wurden erst hergestellt, nämlich eine 10prozentige Kaliumnitritlösung und eine Lösung von salzsaurem Anilin (Zusammenführen von 1 cm³ Anilin mit 3 cm³ Salzsäure, spez. Gew. 1,19) in 10 cm³ Wasser. Etwa 2 g Asphalt wurden während 5 min mit 20 cm³ N/1 Natriumhydroxydlösung gekocht. Nach Abkühlung wurde die Wasserlösung filtriert, in Eiswasser abgekühlt und mit einigen Tropfen Diazobenzolchloridlösung, erhalten durch Vermischung im Verhältnis 1 : 2 der obenerwähnten Lösungen unter Abkühlung versetzt. Falls die Probe Phenole enthält, nimmt die Lösung eine klarrote Farbe an, andernfalls wird die Lösung klar gelb.

12. Elektrisches Isoliervermögen.

Das spezifische elektrische Isoliervermögen ist in einem für den Zweck konstruierten Apparat mit geschliffenen und vernickelten Messingelektroden bestimmt worden. Die untere Elektrode *B* hat die Form einer Kreisschale mit ebenem Boden und einer Innenweite von 220 mm. Die obere Elektrode *A* besteht aus einer kreisförmigen Platte, deren untere ebene Fläche 200 mm Dmr. hat und so ausgestattet ist, daß sie zum größeren Teil in die für die Untersuchung vorgesehene Masse eingegossen werden kann, wodurch man im großen ganzen von Verluströmen absehen kann (Abb. 2). Die Elektrode hängt an Mikrometerschrauben, die sich auf Bakelitzylinder stützen. Auf diese Weise kann sie in genau bestimmten Abständen von der unteren Elektrode und völlig parallel mit dieser gehoben werden. Bei der Beschickung des Apparates wurde die Probe in der Schalenelektrode bis auf rd. 200° erwärmt, darauf die Plattenelektrode in zur Vermeidung von Blasenbildung geneigter Stellung versenkt. Die Erhitzung wurde fortgesetzt, bis wieder 200° erreicht waren, und dann die obere Elektrode in bestimmte Entfernung von der unteren (2 mm) eingestellt. Infolge der verhältnismäßig großen Wärmemenge, die sich in den massiven Metallelektroden gesammelt hatte, geschah die Abkühlung ziemlich langsam, so daß man das Isoliervermögen bei Zwischentemperaturen bequem messen konnte. Die Zeitkonstante des Apparates für die Abkühlung war von der Größenordnung 6000 s. Der Strom durch die Probeschicht wurde bei 100 V Gleichstrom mit einem Siemens & Halske-Spiegelgalvanometer mit Shunt gemessen. Die Empfindlichkeit des Galvanometers betrug rd. 1 mm Ausschlag für 10^{-10} A bei 1,5 m Skalenabstand. Die Schaltung der Meßanordnung zeigt Abb. 3.

Der Widerstand in der Probeschicht wurde durch den Vergleich des abgelesenen Galvanometerausschlags mit dem Ausschlag für einen bekannten Widerstand (100000 Ω) erhalten. Aus dem für die ganze Schicht gemessenen Widerstand wurde das spezifische Isoliervermögen ϱ berechnet

$$\varrho = \frac{R\,Y}{a} \text{ Megohm cm}^3,$$

wo *R* der gemessene Gesamtwiderstand in Megohm, *Y* die Durchströmungsfläche in cm² und *a* die Schichtdicke in cm bedeuten. Die Bestimmungen wurden für jeden zehnten Grad von etwa 180° nach unten ausgeführt, soweit meßbare Ausschläge am Galvanometer erhalten werden konnten. Die Meßwerte wurden auf Logarithmenpapier in Funktion der Temperatur aufgetragen, und es stellte sich heraus, daß die erwähnte Funktion durch eine gerade Linie wiedergegeben wird. Die in Zahlentafel 7 eingeführten Werte sind aus den auf diese Weise erhaltenen Temperaturkurven entnommen worden.

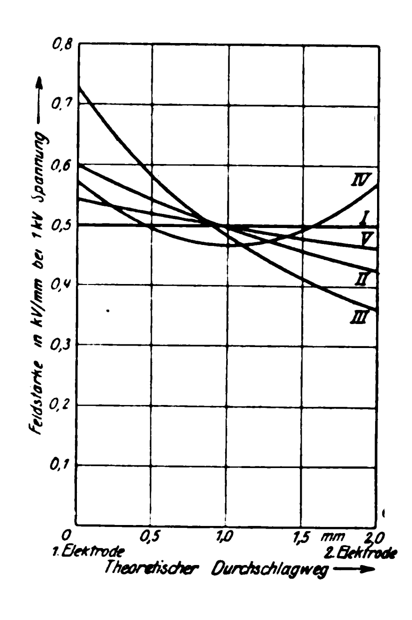
13. Dielektrizitätskonstante.

Die Bestimmung der Dielektrizitätskonstante wurde unmittelbar nach den Isolationsmessungen mit demselben Apparat und derselben Schichtdicke (2 mm) ausgeführt. Die elektrostatische Kapazität wurde mittels Brücke und Wechselstrom von 800 Hz gemessen. Die Kapazität des Apparates für Luft war vorher bei demselben Elektrodenabstand bestimmt worden; aus dem Verhältnis zwischen diesen beiden Meßwerten wurde die Dielektrizitätskonstante der Probe erhalten, und zwar gültig für die Temperatur, bei der die Messungen gemacht worden waren.

14. Elektrische Durchschlagfestigkeit.

Bei dem Versuch, die dielektrische Festigkeit von plastischen und flüssigen Isolierstoffen zu bestimmen, ist eine Vielzahl von Apparattypen zur Anwendung gekommen, und mit der heute erweiterten Kenntnis über die Natur des Durchschlags ist es leicht zu verstehen, weshalb die verschiedenen Forscher zu so ungleichen Werten gekommen sind. Offenbar können voll vergleichbare Werte nur erhalten werden, wenn die Versuche in ein und demselben Apparat bei gleichen Temperaturen und Schichtstärken ausgeführt werden.

Betreffs der Elektrodenform hat Dieterle[9] teils theoretische Berechnungen der Feldstärke längs der Durchschlagbahn für verschiedene Elektrodenformen (vgl. Abb. 4), teils Versuche mit Elektroden verschiedener Form



I Platte gegen Platte; 5 cm² ebene Flächen, abgerundete Kanten
II konzentrische Zylinder, innerer Zylinder 10 mm Dmr.
III Kegel gegen Hohlkegel; innerer Kegel mit abgerundeter Spitze
IV Kugel gegen Kugel, 10 mm Dmr.
V Kugel gegen Kugelschale; innere Kugel 10 mm Dmr.

Abb. 4. Durchschlagfeldstärke bei verschiedenen Elektrodenformen.

ausgeführt. Einige seiner Resultate, die besonderes Interesse bieten, sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Aus diesen Resultaten ergibt sich, daß die für die Elektrodenkombination Kugel—Kugel experimentell erhaltene Werte 70 % höher liegen als die theoretisch berechneten. Die Ursache dürfte sein, daß die Bruchgrenze der am stärksten beanspruchten Schichten schon bei beträchtlich niedrigerer Spannung überschritten wurde. Dieterle hat ja auch nach Einschmelzen einer Metallspitze in Kolophonium eine hohe Beanspruchung der Schichten in unmittelbarer Nähe der Spitze erhalten können, ohne daß ein völliger Durchschlag eintrat. Diese Tatsachen zeigen, daß die Spannungsverteilung in der Probeschicht größere Bedeutung hat, als sich durch rein theoretische Betrachtungen schließen läßt. Offenbar müssen Spitzen- und Kegelelektroden ganz ausgeschlossen werden, aber auch Kugel- und Zylinderelektroden der gewöhnlich verwendeten Dimensionen sowie Plattenelektroden mit scharf abgerundeten Kanten sind ungeeignet.

Zahlentafel 1.

Elektroden	Nach Abb. 4 Kilovolt	Nach Dieterle für 2 mm-Schicht Kilovolt
Platte—Platte	69	69
Rundstab—Hohlzylinder	58	33
Kegel—Hohlkegel	47	82
Kugel—Kugel	61	105
Kugel—Kugelschale	64	—
Spitze—Platte	—	31
Spitze—Spitze	—	52

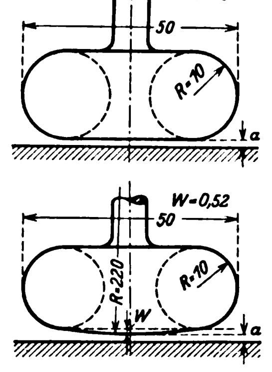


Abb. 5. Vom Verfasser verwendete Elektrodenformen.

Bei unseren Versuchen wurde anfangs als untere Elektrode eine metallene Schale mit ebenem Boden und als obere Elektrode eine metallene Platte von 50 mm Dmr., deren Kanten mit 5 mm Radius abgerundet waren, verwendet. Diese obere Plattenelektrode erwies sich jedoch als un-

[9] ETZ 1924, S. 513.

geeignet, teils weil die Durchschläge in der Regel an der Abrundung der Elektrode eintraten, teils zufolge der Schwierigkeiten, beim Eingießen Blasenbildung zu vermeiden und die Platten bei der Einstellung parallel zu erhalten. Es wurde daher zu den in Abb. 5 und 6 abgebildeten Elektroden übergegangen, bestehend aus einer oberen kreisförmigen Platte, Durchmesser 50 mm, mit schwach gewölbter Unterseite, Wölbungsradius gleich dem Abstand zwischen dem niedrigsten Punkt und dem Auf-

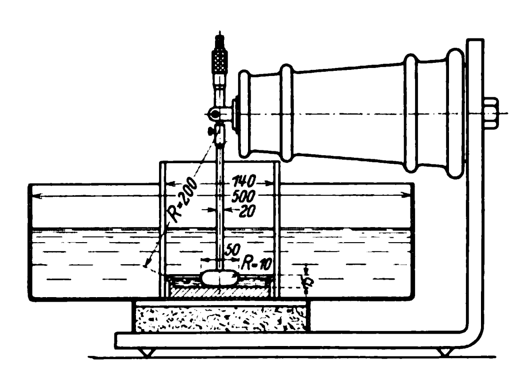


Abb. 6. Apparat zur Bestimmung der Durchschlagfestigkeit.

hängepunkt (200 mm) der Elektrode, abgerundete Kanten, Abrundungsradius 10 mm. Die untere Elektrode behielten wir in der Form einer kreisförmigen Schale mit plangeschliffenem Boden bei. Für diese Anordnung wird bei kleinem Elektrodenabstand die Feldverteilung in der Funkenstrecke praktisch homogen. Die Abweichung, für den theoretischen Durchschlagweg berechnet, erreicht nur etwa 0,6 %. Die Beanspruchung in der Randschicht wurde für verschiedenen Elektrodenabstand berechnet und die dabei erhaltenen Werte in Zahlentafel 2 zusammengestellt.

Zahlentafel 2. Die Maximalwerte der Feldstärke in der Randschicht der Platte, in % der Feldstärke unter der Mitte der Platte ausgedrückt.

Elektrodenabstand a	Ebene Elektrode $W = 0{,}00$	Gewölbte Elektrode $W = 0{,}52$
1	104	72
2	107	86
3	111	97
4	113	103
5	116	108

Als Vergleich werden entsprechende Werte für ebene Elektroden mit abgerundeten Kanten mitgeteilt. Der Abrundungsradius ist in beiden Fällen 10 mm. Die für die gewölbte Elektrode berechnete Randbeanspruchung ist etwas zu hoch, dessen ungeachtet finden wir, daß für diese Elektrode für alle Abstände $a \leq 3$ mm die spezifische Beanspruchung unter der Mitte der Elektrode am größten wird, während für die plane Elektrode die Feldstärke in den Randschichten größer als unter der Mitte der Platte ist, und zwar schon bei 1 mm Abstand. Die Abstände konnten durch Mikrometerschraube auf 0,01 mm genau eingestellt werden.

Den für Asphalte geeigneten Elektrodenabstand haben wir, gleich Dieterle[10] und Greger[11] zu 2 mm gefunden.

Die Proben wurden in den Apparat bei rd. 200 ° eingegossen und dann, um bis Raumtemperatur abzukühlen (gewöhnlich während der Nacht), verlassen, worauf die Spannungsproben stattfanden. Für Spannungen unter 50 000 V wurde ein einphasiger Spannungstransformator von 4 kVA, 500/50 000 V bei 50 Hz und bei über 50 000 V ein einphasiger Spannungstransformator von 120 kVA, 500/200 000 V, 50 Hz gebraucht. Die Transformatoren wurden aus einem 8 kW-Wechselstromgenerator mit Spannungsregelung von 0 ... 500 V gespeist. Der Wechselstrom war nahezu sinusförmig, die Spannung wurde auf der Niederspannungseite des Transformators mit Präzisionsvoltmeter gemessen. Die Versuche wurden so ausgeführt, daß eine gewisse Spannung auf die Probe gegeben und die Zeit bis zum Durchschlag bestimmt wurde. Die dabei erhaltenen Werte wurden in ein Koordinatensystem mit

[10] ETZ 1924, S. 513.
[11] Statens Provningsanstalt, Mitt. 27.

der Spannung als Ordinate eingetragen. Aus dieser Kurve sind die in Zahlentafel 8 angegebenen Werte entnommen worden, d. h. die höchsten Durchschlagwerte, die bei kontinuierlicher Spannungsteigerung mit 2500 V/s (Momentandurchschlag) erhalten worden sind, und zwar teils die Zeitwerte oder die Werte, die durch die Asymptote der Kurve nach der Zeitachse gegeben sind, welche Werte wir auch als die höchste Spannung angeben können, die die Probe während 30 min hat ertragen können, ohne daß Durchschlag eintrat. Nach jeder Probe wurden die Elektroden sorgfältig gereinigt und poliert.

Untersuchungsergebnis.

Betreffs der Steinkohlenasphalte finden wir, daß ihre dielektrischen Eigenschaften nicht ganz so unbefriedigend sind, wie man im Hinblick auf die Heterogenität dieser Asphalte vermuten konnte (sie enthalten ja wesentliche Mengen freier Kohle, die bedeutend höhere Dielektrizitätskonstante hat als Bitumen). Die freie Kohle scheint jedoch das Isoliervermögen der Asphalte hauptsächlich zu beeinflussen (vgl. Zahlentafel 7), denn dieses ist nur $^1/_{50} \ldots ^1/_{100}$ des der Petroleumasphalte, während die Durchschlagfestigkeit (Zahlentafel 8) von derselben Größenordnung für die erwähnten Asphaltgruppen ist.

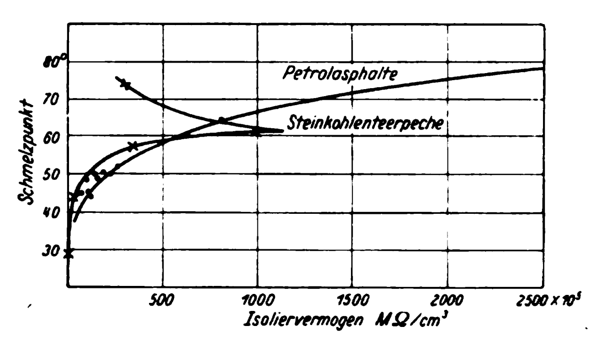


Abb. 7. Isoliervermögen bei 50°.

In Abb. 7 sind die bei 50 ° erhaltenen Werte für das Isoliervermögen als Funktion des Schmelzpunktes übergetragen worden. Die Abbildung zeigt in vortrefflicher Weise die Einwirkung des freien Kohlengehalts auf das Isoliervermögen der Asphalte. Wir sehen, daß dieses bis zu einem Maximum steigt (bei rd. 60 °), um dann schnell abzunehmen. Für die Petroleumasphalte steigt das Isoliervermögen dagegen sehr gleichmäßig mit dem Schmelzpunkt. Die Kurve entspricht der Funktion $\varrho = k\,S^n$. In Zusammenhang hiermit muß bemerkt werden, daß der Schmelzpunkt von Asphalten, nach Kraemer-Sarnows Methode bestimmt, eigentlich ein Maß für die Konsistenz ist. In derselben Beleuchtung darf wohl auch der in Abb. 8 nachgewiesene Zusammenhang zwischen dem freien Kohlengehalt und dem Schmelzpunkt gesehen werden. Vom dielektrischen Gesichtspunkt aus könnten vielleicht die Steinkohlenasphalte zu Kabelarmaturen verwendet werden, die Konsistenzproben verneinen jedoch diese Möglichkeit, denn die Penetration ist gering und die Duktilität

Zahlentafel 3.

Probe Nr.	Asphaltsorte	Schmelzpunkt nach Kraemer-Sarnow °C	Sp. Gew. bei 20° C	Ausdehnungskoeffiz. bei 20 bis 55°	Viskosität bei 150°/s
1	Steinkohlenasphalt	29	1,227	0,00052	21
2	„	44	1,242	0,00051	33
3	„	57	1,252	0,00049	53
4	„	61	1,256	—	89
5	„	72	1,291	0,00033	543
6	Holzpech	57	1,162	0,00058	171
7	„	63	1,165	—	756
8	„	79	1,170	0,00052	1450
9	Petroleumasphalt	44	1,025	0,00059	183
10	„	47	1,025	0,00059	315
11	„	48	1,006	—	174
12	„	50	1,006	0,00061	208
13	„	64	1,023	—	1087
14	„	66	1,001	0,00059	1205
15	„	100	1,023	0,00061	720*
16	Mexikanisches Bitumen . .	44	1,015	0,00056	239
17	„ „ . .	63	1,047	0,00055	350
18	Bermudezasphalt	45	1,044	—	283
19	„	46	1,042	0,00056	317
20	„	48	1,043	0,00060	137
21	Kabelmasse „A“ . . .	45	1,046	0,00062	325
22	„ „B“ . . .	51	1,045	0,00063	306
23	„ „E“ . . .	52	1,052	0,00066	298

* Bei 200°/s.

Zahlentafel 4.

Probe Nr.	Asphaltsorte	Schmelzpunkt °C	Penetration bei °C 20	25	30	35	40	45	50
1	Steinkohlenasphalt ...	29	6,5	9,8	14,7				
3	„ ...	57	0,10	0,25	0,34	0,53	0,67	1,10	1,7
4	„ ...	61	0,03	0,10	0,12	0,18	0,24	0,39	0,61
6	Holzpech	57	0,40	—	0,83	1,10	1,5	2,0	2,9
7	„	63	0,15	—	0,35	0,44	0,51	0,85	1,2
8	„	79	0,04	—	0,15	0,24	0,34	0,48	0,65
9	Petroleumasphalt	44	5,7	7,0	7,4	11,0			
10	„	47	3,0	3,6	4,1	5,6	6,7		
11	„	48	4,3	5,0	5,5	7,3	9,5		
12	„	50	3,7	4,4	4,7	6,1	7,3		
13	„	64	2,6	3,3	3,8	4,2	5,1		
14	„	66	2,3	2,6	2,7	3,1	3,9		
15	„	100	1,3	1,4	1,5	1,9	2,0	2,2	
16	Mex. Bitumen	44	2,8	3,7	4,7	6,5	9,1		
17	„ „	63	1,1	1,3	1,4	1,7	1,9		
18	Bermudezasphalt	45	3,2	—	3,3	3,7	4,2	5,1	
19	„	46	2,5	3,1	4,1	5,6	7,1		
20	„	48	2,3	2,9	3,7	4,2	6,3		
21	Kabelmasse „A“ ..	45	2,6	3,4	4,2	5,8	8,6		
22	„ „B“ ..	51	1,2	1,9	2,8	4,5	6,8		
23	„ „E“ ..	52	1,6	1,9	2,1	2,6	3,1		

Zahlentafel 5.

Probe Nr.	Asphaltsorte	Schmelzpunkt °C	Duktilität bei °C 20	25	30	35	40
1	Steinkohlenasphalt ...	29	1000	—	—	—	—
2	„ ...	44	565	1000	—	—	—
3	„ ...	57	0	0	0	1000	—
4	„ ...	61	0	0	0	0	30
5	„ ...	72	0	0	0	0	0
6	Holzpech	57	0	0	5	1000	—
7	„	63	0	0	0	5	100
8	„	79	0	0	0	0	
9	Petroleumasphalt	44	325	1000	—	—	—
10	„	47	183	370	1000	—	—
11	„	48	148	246	—	—	—
12	„	50	76	120	—	—	—
13	„	64	33	52	55	58	68
14	„	66	32	34	36	—	—
15	„	100	19	25	27	28	30
16	Mexik. Bitumen	44	1000	—	—	—	—
17	„ „	63	40	52	67	85	—
18	Bermudezasphalt	45	1000	—	—	—	—
19	„	46	55	1000	—	—	—
20	„	48	334	460	1000	—	—
21	Kabelmasse „A“....	45	1000	—	—	—	—
22	„ „B“....	51	109	305	1000	—	—
23	„ „E“....	52	70	115	170	480	1000

auf ein äußerst enges Temperaturgebiet begrenzt, das bei rd. 20° unter dem Schmelzpunkt beginnt; die Kältebeständigkeit und Adhäsion sind schlecht. Diese Eigenschaften machen es undenkbar, Asphalte der erwähnten Kategorie als Vergußmasse zu verwenden.

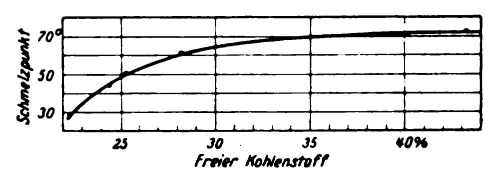


Abb. 8. **Zusammenhang zwischen dem Gehalt an freier Kohle und dem Schmelzpunkt der Steinkohlenasphalte.**

Für Holzpeche gilt im allgemeinen, was betreffs des Steinkohlenasphalts gesagt wurde. Trotz genügenden Isoliervermögens, hoher Durchschlagfestigkeit und geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten können sie nicht gebraucht werden, weil sie durch enges Temperaturgebiet für die Duktilität, schlechte Kältebeständigkeit und schlechte Adhäsion gekennzeichnet werden.

Zum Unterschiede von den Steinkohlenasphalten und Holzpechen konnte betreffs der Petroleumasphalte keine Tendenz des Wärmeausdehnungskoeffizienten, mit steigendem Schmelzpunkt zu sinken, erwiesen werden.

Zahlentafel 6.

Probe Nr.	Asphaltsorte	Asche %	Freie Kohle %	Verseifungszahl	Säurezahl	Diazoreaktion
1	Steinkohlenasphalt ...	0,34	22,4	—	—	Rot
2	„ ...	0,47	24,5	—	—	Rot
3	„ ...	0,38	27,0	—	—	Rot
4	„ ...	0,30	28,2	—	—	Rot
5	„ ...	0,68	43,2	—	—	Rot
6	Holzpech	0,29	6,6	—	—	Rot
7	„	0,45	15,3	—	—	Rot
8	„	0,25	19,5	—	—	Rot
9	Petroleumasphalt	0,25	0,03	8,1	0,4	Gelb
10	„	0,35	0,04	29,2	1,4	Gelb
11	„	0,40	0,16	12,8	0,3	Gelb
12	„	0,30	0,03	15,5	0,4	Gelb
13	„	—	0,05	12,4	0,2	Gelb
14	„	0,29	0,05	17,0	0,7	Gelb
15	„	0,26	0,06	16,2	0,3	Gelb
16	Mexikan. Bitumen....	0,20	0,01	19,1	0,6	Gelb
17	„ „	0,82	0,42	12,3	0,1	Gelb
18	Bermudezasphalt	0,17	0,02	6,5	0,4	Gelb
19	„	0,25	0,03	21,1	0,6	Gelb
20	„	0,19	0,33	13,5	0,1	Gelb
21	Kabelmasse „A“......	0,34	0,06	5,7	0,4	Gelb
22	„ „B“......	0,18	0,26	4,8	0,3	Gelb
23	„ „E“......	0,82	0,22	7,0	0,0	Gelb

Zahlentafel 7.

Probe Nr.	Asphaltsorte	Elektrisches Isoliervermögen in MΩ/cm³.10⁻⁵ bei °C 35	50	75	100	125	150
1	Steinkohlenasphalt	6,00	0,27	0,007	0,0015	—	—
2	„	74,0	2,40	0,033	0,0020	0,00035	0,00009
3	„	2000	34,0	0,250	0,0070	0,00082	0,00024
4	„	7600	100	0,500	0,0140	0,00140	0,00025
5	„	1200	30,0	0,250	0,0070	0,00070	0,00012
6	Holzpech	135	6,44	0,117	0,0053	0,00079	0,00022
7	„	500	24,3	0,465	0,0224	0,00250	0,00050
9	Petroleumasphalt	2000	135	4,10	0,380	0,070	0,018
10	„	1000	70,0	3,61	0,300	0,046	0,013
11	„	2700	142	4,10	0,380	0,058	0,017
12	„	5000	220	6,40	0,420	0,070	0,016
13	„	—	800	20,0	1,700	0,230	0,053
14	„	—	1000	32,0	2,560	0,350	0,072
15	„	—	11000	190	10,4	1,28	0,220
16	Mexikan. Bitumen	1000	60,0	3,40	0,284	0,048	0,014
18	Bermudezasphalt	2000	110	4,50	0,350	0,055	0,014
20	„	1200	78,0	2,80	0,280	0,062	0,014
21	Kabelmasse „A“	1000	62,0	2,60	0,250	0,037	0,010
22	„ „B“	3200	176	5,80	0,360	0,066	0,016
23	„ „E“	—	270	7,20	0,502	0,081	0,018

Bei den Steinkohlenasphalten (Abb. 9) wurde eine bedeutende Senkung des erwähnten Koeffizienten mit zunehmender Härte und steigendem Kohlengehalt beobachtet. Nach L a n d o l t - B ö r n s t e i n sollte der Raumausdehnungskoeffizient von Gaskohle sehr niedrig liegen, nämlich 0,000016 bei 40 ... 50 °, und man kann wohl hieraus

schließen, daß der beobachtete Zusammenhang ausschließlich daher rührt, daß der Gehalt an freier Kohle mit dem Schmelzpunkt für die untersuchten Proben stark ansteigt.

Die Petroleumasphalte sind beträchtlich weicher als Steinkohlenasphalte und Holzpeche mit entsprechendem Schmelzpunkt und sind in bedeutend größeren Temperaturgebieten dehnbar als jene. Sie besitzen außerdem große Kältebeständigkeit und gute Adhäsion, sind aber leider bei 150° viskoser als die vorgenannten Asphaltsorten, was deutlich aus Abb. 10 hervorgeht. Man sieht aus dieser graphischen Darstellung, daß für die Petroleumasphalte keine Relation zwischen Schmelzpunkt und Viskosität besteht, wie sie für die Steinkohlenasphalte zu gelten scheint. Die sog. „geblasenen" Petroleumasphalte zeigten sich sehr viskos auch bei so hoher Temperatur wie z. B. 200°. Solche Asphalte werden durch flache Penetrations- und Duktilitätskurven charakterisiert. Die mit Nr. 15 und 13 bezeichneten Proben bilden typische Beispiele für „geblasenen" Asphalt. Im Zusammenhang mit der Frage der Duktilität geblasener Asphalte muß bemerkt werden, daß die erhaltenen Werte der Dehnbarkeit kein Maß für die Plastizität der Asphalte bedeuten, denn besonders bei stark geblasenen Asphalten überwiegt die Elastizität, und die Plastizität kann bisweilen unbedeutend sein. Hieraus folgt, daß eine innere Streckbeanspruchung in solchem Asphalt, z. B. durch Temperaturdehnung, durch plastische Verschiebung wahrscheinlich nicht ausgeglichen werden kann, sondern nach längerer oder kürzerer Zeit Brechen (Spaltenbildung) verursacht wird. Dieses Phänomen ist wirklich bei Probe Nr. 15 beobachtet worden. Die Anwendbarkeit der geblasenen Asphalte für hochgeschmolzene Vergußmassen wird also begrenzt teils durch die mit dem Schmelzpunkt stark zunehmende Schwerflüssigkeit, teils durch die Abnahme der Plastizität.

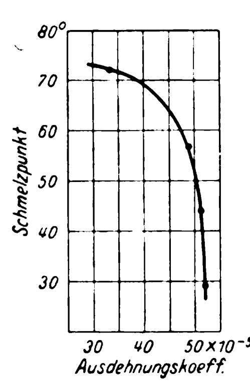


Abb. 9. Wärmeausdehnung von Steinkohlenasphalten.

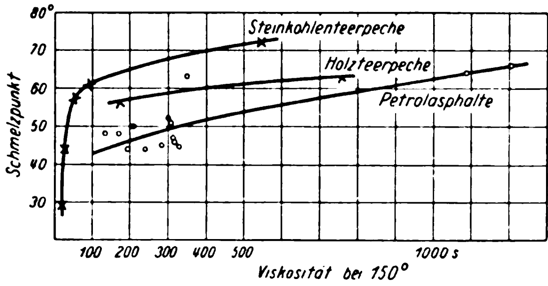


Abb. 10. Viskosität verschiedener Asphaltsorten.

Zahlentafel 8.

Probe Nr.	Asphaltsorte	Schmelzpunkt °C	Dielektrizitätskonstante bei Temp. °C	ε	Durchschlagfestigkeit für 2 mm Schichtdicke bei 20° Momentanwerte kV	Zeitwerte kV
1	Steinkohlenasphalt ...	29	27	4,65	35	10
2	„ ...	44	28	4,22	50	10
3	„ ...	57	20	4,15	75	40
4	„ ...	61	25	4,00	80	45
5	„ ...	72	20	7,2	65	35
6	Holzpech	57	22	4,00	90	45
7	„	63	18	4,08	90	45
9	Petroleumasphalt	44	21	2,95	45	20
10	„	47	20	2,96	50	25
11	„	48	20	2,74	55	25
12	„	50	20	2,66	55	25
13	„	64	20	2,67	55	35
14	„	66	—	—	52	35
15	„	100	20	2,64	55	35
16	Mexikan. Bitumen ...	44	21	2,82	80	20
18	Bermudezasphalt	45	—	—	55	25
20	„	48	26	2,88	80	35
21	Kabelmasse „A"......	45	18	2,74	50	10
22	„ „B"......	51	20	2,89	90	45
23	„ „E"......	52	22	2,82	55	35

Einfluß der Stromwendung auf den Ankerwiderstand von Gleichstrommaschinen.

Von Ing. Dr. techn. **Heinrich Sequenz,** Wien.

Übersicht. Es wird zum ersten Male der Einfluß der bei der Stromwendung auftretenden Kurzschlußstromkreise der Ankerwicklung auf den Ankerwiderstand von Gleichstrommaschinen rechnungsmäßig erfaßt. Dieser Einfluß besteht im allgemeinen in einer Widerstandsverminderung, die bis zu 7 % des Ankerwiderstandes betragen kann. Auch wird die durch die Kurzschlußstromkreise bedingte Veränderlichkeit des Ankerwiderstandes mit der Zeit gezeigt.

Wenn von einem Einflusse der Stromwendung auf den Widerstand von Gleichstromankerwicklungen die Rede ist, so versteht man darunter bis jetzt nur seine scheinbare Erhöhung durch die Wirbelströme in den Ankerstäben. (Siehe Dreyfus, „Zusätzl. Kommutierungsverluste bei Gleichstrommaschinen", El. u. Maschinenbau Bd. 46, S. 281; Dreyfus, „Theorie der zusätzl. Kommutierungsverluste von Gleichstrommaschinen", Arch. El. Bd. 3, S. 273, usw.).

Nicht berücksichtigt wird aber der Einfluß der Kurzschlußstromkreise, der eine Widerstandsverminderung bedeutet.

Es soll im folgenden der Versuch unternommen werden, diesen Einfluß rechnungsmäßig zu erfassen, und zwar werden nur die Schleifenwicklungen besprochen werden, da ja heute hauptsächlich Maschinen mit Schleifenwicklungen gebaut werden.

I. Ankerwiderstand mit Berücksichtigung der Kurzschlußstromkreise.

Bürstenbreite > Stegteilung.

$$b = m\,\tau_K + \frac{1}{n}\,\tau_K.$$

m soll eine ganze Zahl, n eine beliebige Zahl sein. b ist die Bürstenbreite, τ_K die Stegteilung.

Es soll der Einfachheit halber eine Gramme-Ringwicklung (Abb. 1) betrachtet werden, bei der die Steg- oder Spulenzahl K durch die Zahl der nebeneinandergeschalteten Ankerstromzweige $2\,a$ ganzzahlig teilbar ist, so daß die Bürsten genau gleich zu den Stegen liegen.

In nachstehender Zeichnung wurde ein ungerades m ($m = 5$) angenommen. Aus dem Rechnungsgang wird zu ersehen sein, daß er auch für ein gerades m der gleiche ist. Außerdem wurde die Bürste für einen Zeitpunkt gezeichnet, wo $(m+1)$ Spulen kurzgeschlossen werden. Bekanntlich schwankt aber die Zahl der kurzgeschlossenen Spulen zwischen m und $(m+1)$.

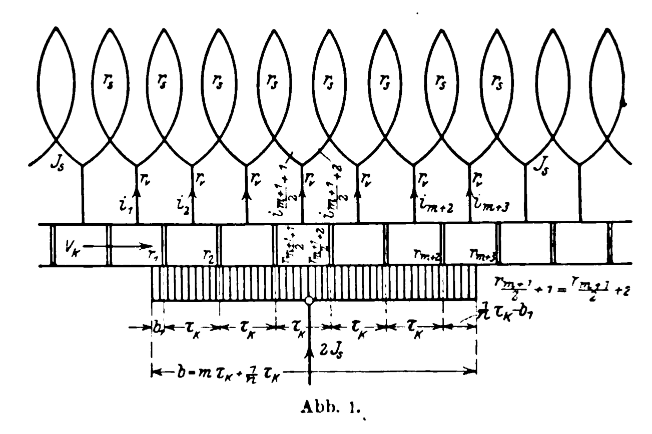


Abb. 1.

Das Ersatzbild für zwei Ankerstromzweige ist in Abb. 2 dargestellt.

Nach dem ersten Kirchhoffschen Gesetze bestehen die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_{\frac{m+1}{2}-1} + i_{\frac{m+1}{2}} + i_{\frac{m+1}{2}+1} &= J_s \\ i_{\frac{m+1}{2}+2} + i_{\frac{m+1}{2}+3} + i_{\frac{m+1}{2}+4} + \dots & \\ + i_{m+1} + i_{m+2} + i_{m+3} &= J_s \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Es werde der Widerstand eines Ankerstromkreises zuerst ausgerechnet. Die Widerstände 1 — II und 2 — II sind parallelgeschaltet. Von den Widerständen 1 — I kommen aber nur jene Anteile in Betracht, die dem Strom $i_{\frac{m+1}{2}+1}$ allein entsprechen, da ja die Gesamtwiderstände $\left(r_{\frac{m+1}{2}+1}+r_v\right)$ zu dem Gesamtstrom $\left(i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}+2}\right)$ gehören. (Der ununterbrochenen Bezifferung wegen wurden für den einen Bürstenübergangswiderstand zwei Beschriftungen angegeben: $r_{\frac{m+1}{2}+1}=r_{\frac{m+1}{2}+2}$).

Der Widerstand von 1 — II ergibt sich also aus:

$$\left.\begin{aligned}&\frac{1}{\left(r_{\frac{m+1}{2}+1}+r_v\right)\dfrac{i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}+2}}{i_{\frac{m+1}{2}+1}}+r_s}+\frac{1}{\left(r_{\frac{m+1}{2}}+r_v\right)}=\frac{1}{r_{1-II}}\\ &r_{1-II}=\frac{\left(r_{\frac{m+1}{2}}+r_v\right)\left[\left(r_{\frac{m+1}{2}+1}+r_v\right)\dfrac{i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}+2}}{i_{\frac{m+1}{2}+1}}+r_s\right]}{\left(r_{\frac{m+1}{2}+1}+r_v\right)\dfrac{i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}+2}}{i_{\frac{m+1}{2}+1}}+r_s+r_{\frac{m+1}{2}}+r_v}\end{aligned}\right\}\quad(2)$$

Aus dem zweiten Kirchhoffschen Satze für den geschlossenen Stromkreis 1 — I — II — 2 — 1

$$\left(i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}+2}\right)\left(r_{\frac{m+1}{2}+1}+r_v\right)+i_{\frac{m+1}{2}+1}r_s-i_{\frac{m+1}{2}}\left(r_{\frac{m+1}{2}}+r_v\right)=0$$

folgt in Verbindung mit Gleichung (2):

$$r_{1-II}=\frac{i_{\frac{m+1}{2}}\left(r_{\frac{m+1}{2}}+r_v\right)}{i_{\frac{m+1}{2}}+i_{\frac{m+1}{2}+1}}\quad.\;.\;.\;.\;.\quad(3)$$

Der Widerstand von 1 bis III besteht aus den beiden parallelgeschalteten Widerständen $(r_{1-II}+r_s)$ und $\left(r_{\frac{m+1}{2}-1}+r_v\right)$.

$$\frac{1}{r_{1-III}}=\frac{i_{\frac{m+1}{2}}+i_{\frac{m+1}{2}+1}}{i_{\frac{m+1}{2}}\left(r_{\frac{m+1}{2}}+r_v\right)+r_s\left(i_{\frac{m+1}{2}}+i_{\frac{m+1}{2}+1}\right)}+\frac{1}{r_{\frac{m+1}{2}-1}+r_v}\quad(4)$$

Aus dem zweiten Kirchhoff-Satze für den geschlossenen Stromkreis 2 — II — III — 3 — 2

$$i_{\frac{m+1}{2}}\left(r_{\frac{m+1}{2}}+r_v\right)+\left(i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}}\right)r_s-i_{\frac{m+1}{2}-1}\left(r_{\frac{m+1}{2}-1}+r_v\right)=0$$

folgt mit Gleichung (4):

$$r_{1-III}=\frac{i_{\frac{m+1}{2}-1}\left(r_{\frac{m+1}{2}-1}+r_v\right)}{i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}}+i_{\frac{m+1}{2}-1}}\quad.\;.\;.\;.\quad(5)$$

Der Widerstand von 1 bis IV besteht aus den beiden parallelgeschalteten Widerständen

$$\left(r_{1-III}+r_s\right)\text{ und }\left(r_{\frac{m+1}{2}-2}+r_v\right).$$

$$\frac{1}{r_{1-IV}}=\frac{i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}}+i_{\frac{m+1}{2}-1}}{i_{\frac{m+1}{2}-1}\left(r_{\frac{m+1}{2}-1}+r_v\right)+r_s\left(i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}}+i_{\frac{m+1}{2}-1}\right)}+\frac{1}{r_{\frac{m+1}{2}-2}+r_v}\quad(6)$$

Aus dem zweiten Kirchhoff-Satze für den geschlossenen Stromkreis 3 — III — IV — 4 — 3

$$i_{\frac{m+1}{2}-1}\left(r_{\frac{m+1}{2}-1}+r_v\right)+\left(i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}}+i_{\frac{m+1}{2}-1}\right)\times r_s-i_{\frac{m+1}{2}-2}\left(r_{\frac{m+1}{2}-2}+r_v\right)=0$$

und aus Gleichung (6) folgt:

$$r_{1-IV}=\frac{i_{\frac{m+1}{2}-2}\left(r_{\frac{m+1}{2}-2}+r_v\right)}{i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}}+i_{\frac{m+1}{2}-1}+i_{\frac{m+1}{2}-2}}\quad.\quad(7)$$

Aus den Gleichungen (3), (5), (7) dürfte das Bildungsgesetz für den Widerstand von 1 bis zum Punkte A zu erkennen sein. Dieser Widerstand ist offenbar:

$$r_{1-A}=\frac{i_1(r_1+r_v)}{i_{\frac{m+1}{2}+1}+i_{\frac{m+1}{2}}+i_{\frac{m+1}{2}-1}+i_{\frac{m+1}{2}-2}+\ldots+i_3+i_2+i_1}.$$

Nach Gl. (1) ist aber der Nenner dieses Bruches nichts anderem als J_s, dem Stabstrom, gleich; daher

$$r_{1-A}=\frac{i_1}{J_s}(r_1+r_v).\quad.\;.\;.\quad(8)$$

Der Widerstand von Punkt A nach Punkt B ist:

$$r_{A-B}=\left[\frac{K}{2a}-(m+1)\right]r_s.\quad.\;.\quad(9)$$

Der Widerstand von Punkt B nach Punkt C ist entsprechend dem Widerstande von 1 bis A augenscheinlich:

$$r_{B-C}=\frac{i_{m+3}}{J_s}(r_{m+3}+r_v).\quad.\quad(10)$$

Daher ist der Widerstand des gesamten Ankerstromkreises (von 1 bis C)

$$r_{az}=r_{1-A}+r_{A-B}+r_{B-C}=\frac{i_1}{J_s}(r_1+r_v)+\left[\frac{K}{2a}-(m+1)\right]r_s+\frac{i_{m+3}}{J_s}(r_{m+3}+r_v),$$

und der Widerstand des ganzen Ankers wird mit den Bürstenübergangswiderständen

$$r_a=\frac{1}{2a}\left\{\frac{i_1}{J_s}(r_1+r_v)+\frac{i_{m+3}}{J_s}(r_{m+3}+r_v)+\left[\frac{K}{2a}-(m+1)\right]r_s\right\}\quad(11)$$

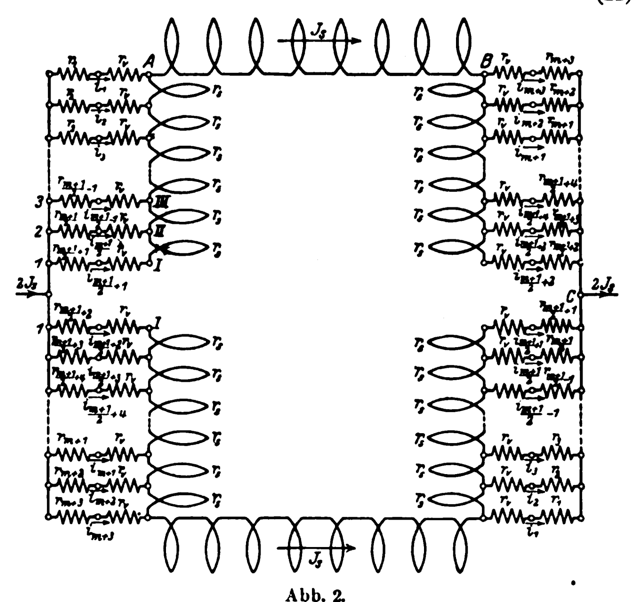


Abb. 2.

Daß, wie ich schon eingangs erwähnte, diese Formel auch für ein gerades m gilt, dürfte ohne weiteres aus dem Rechnungsgange zu erkennen sein.

Der Ankerwiderstand wird zu jenen Zeiten, wo durch die Bürsten nur m Spulen kurzgeschlossen werden, durch die Formel ausgedrückt werden können:

$$r_a=\frac{1}{2a}\left\{\frac{i_1}{J_s}(r_1+r_v)+\frac{i_{m+2}}{J_s}(r_{m+2}+r_v)+\left[\frac{K}{2a}-m\right]r_s\right\}.\,(12)$$

Ist die **Bürstenbreite kleiner als eine Stegteilung**, so hat man in Gl. (11) $m=0$ zu setzen.

Für den Fall, daß also eine Spule kurzgeschlossen wird, ist der Ankerwiderstand

$$r_a = \frac{1}{2a}\left[\frac{i_1}{J_s}(r_1 + r_v) + \frac{i_2}{J_s}(r_2 + r_v) + r_s\left(\frac{K}{2a} - 1\right)\right] \quad (13)$$

i_{m+3} und r_{m+3} werden zu i_2 und r_2.

Bei der Ableitung dieser Widerstandsformeln wurde stillschweigend eine wichtige Voraussetzung gemacht; es wurde nämlich eine sogenannte „r e i n e W i d e r s t a n d s s t r o m w e n d u n g" angenommen. Denn nur für eine solche Stromwendung gelten die einfachen Formen des zweiten Kirchhoffschen Satzes, die für die verschiedenen kurzgeschlossenen Spulenkreise angeschrieben wurden.

II. Berechnung der Kurzschlußströme für eine reine Widerstandstromwendung.

1. B ü r s t e n b r e i t e < S t e g t e i l u n g.

Bildet man die elektrische Umlaufspannung über den Stromkreis der kurzgeschlossenen Spule (Abb. 3) und setzt man sie gleich Null, weil die induzierten Spannungen zu vernachlässigen sind, so ergibt sich die Gleichung:

$$i_1 (r_1 + r_v) - i\, r_s - i_2 (r_2 + r_v) = 0.$$

Außerdem gelten die Beziehungen:

$$i_1 + i = J_s$$
$$i_2 - i = J_s.$$

Das sind also im ganzen drei Gleichungen mit den 3 Unbekannten i_1, i_2 und i. Für den Ankerwiderstand braucht man die Unbekannten i_1 und i_2, die daher auszurechnen sind. [Ankerwiderstand siehe Gl. (13).]

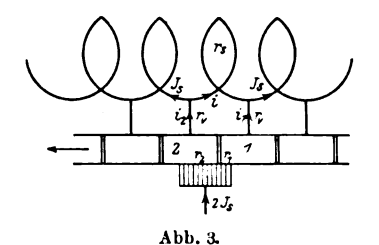


Abb. 3.

III. Berechnung der Ankerwiderstände bei einer reinen Widerstandstromwendung.

1. B ü r s t e n b r e i t e < S t e g t e i l u n g.

a) Größe des Ankerwiderstandes.

Werden in Gl. (13) des Ankerwiderstandes die Werte aus Gl. (14) eingesetzt, so bekommt man für den Ankerwiderstand

$$r_a = \frac{1}{2a}\left[2\, r_v + r_s\left(\frac{K}{2a} - 1\right) + r\, \frac{4\, r + 2\, r_v + r_s}{r + (2\, r_v + r_s)\, \frac{t}{T}\left(1 - \frac{t}{T}\right)}\right] \quad (15)$$

b) Veränderlichkeit des Ankerwiderstandes mit der Zeit.

Zur Zeit $t = 0$ wird der Ankerwiderstand

$$r_a = \frac{1}{2a}\left[4\,(r + r_v) + \frac{K}{2a}\, r_s\right].$$

Am Ende der Stromwendung, also zur Zeit $t = T$, ist der Ankerwiderstand ebenso groß.

Während der Stromwendungsdauer T verläuft der Ankerwiderstand nach einer krummen Linie (Abb. 4), die durch die Gl. (15) gegeben ist; während der Zeit

$$\frac{\tau_K - b}{v_K} = \frac{\tau_K}{v_K} - T$$

behält er einen gleichbleibenden Wert:

$$\frac{1}{2a}\left[4\,(r + r_v) + \frac{K}{2a}\, r_s\right].$$

Dies wiederholt sich in Zeitabschnitten von der Dauer

$$\frac{\tau_K}{v_K}\ \text{Sek.},$$

wenn τ_K die Stegteilung und v_K die Geschwindigkeit am Umfange des Stromwenders ist.

c) Mittelwert des Ankerwiderstandes.

Dieser Mittelwert r_{am} beträgt:

$$r_{am} = \frac{v_K}{\tau_K}\left\{\frac{1}{2a}\left[4\,(r + r_v) + \frac{K}{2a}\, r_s\right]\frac{\tau_K - b}{v_K} + \frac{T}{2a}\left[2\, r_v + r_s\left(\frac{K}{2a} - 1\right) + 2\, r\sqrt{1 + \frac{4\, r}{2\, r_v + r_s}}\, \ln \frac{\sqrt{1 + \frac{4\, r}{2\, r_v + r_s}} + 1}{\sqrt{1 + \frac{4\, r}{2\, r_v + r_s}} - 1}\right]\right\}.$$

d) Mittlere Verkleinerung des Ankerwiderstandes.

Der Mittelwert des Ankerwiderstandes ist also um

$$\frac{1}{2a}\left[4\, r + \frac{K}{2a}\, r_s\right] - r_{am} = \frac{1}{2a}\left[2\, r_v\left(\frac{b}{\tau_K} - 2\right) + \frac{b}{\tau_K}\, r_s + 2\, r\, \frac{b}{\tau_K}\left(2 - \sqrt{1 + \frac{4\, r}{2\, r_v + r_s}}\, \ln \frac{\sqrt{1 + \frac{4\, r}{2\, r_v + r_s}} + 1}{\sqrt{1 + \frac{4\, r}{2\, r_v + r_s}} - 1}\right)\right]$$

Man erhält:

$$\frac{i_1}{J_s} = 1 - \frac{r_1 - r_2}{r_1 + r_2 + 2\, r_v + r_s}$$
$$\frac{i_2}{J_s} = 1 + \frac{r_1 - r_2}{r_1 + r_2 + 2\, r_v + r_s}.$$

Bezeichnet man nun mit r den Übergangswiderstand der ganzen Bürste, so sind die Übergangswiderstände für die Stege 1 und 2 für einen Zeitpunkt $0 < t < T$

$$r_1 = r\, \frac{T}{t}$$
$$r_2 = r\, \frac{T}{T - t},$$

wenn T die Kurzschlußdauer bedeutet.

Mit diesen Werten lauten die oberen Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} \frac{i_1}{J_s} &= 1 - \frac{1 - 2\,\frac{t}{T}}{1 + \frac{2\, r_v + r_s}{r}\left[\frac{t}{T} - \left(\frac{t}{T}\right)^2\right]} \\ \frac{i_2}{J_s} &= 1 + \frac{1 - 2\,\frac{t}{T}}{1 + \frac{2\, r_v + r_s}{r}\left[\frac{t}{T} - \left(\frac{t}{T}\right)^2\right]} \end{aligned}\right\} \quad (14)$$

2. B ü r s t e n b r e i t e > S t e g t e i l u n g.

Die Ermittlung der Kurzschlußströme gibt für diesen Fall langwierige, umständliche Rechnungen. Da später eine Näherungsrechnung angegeben werden wird, so soll diese Rechnung entfallen.

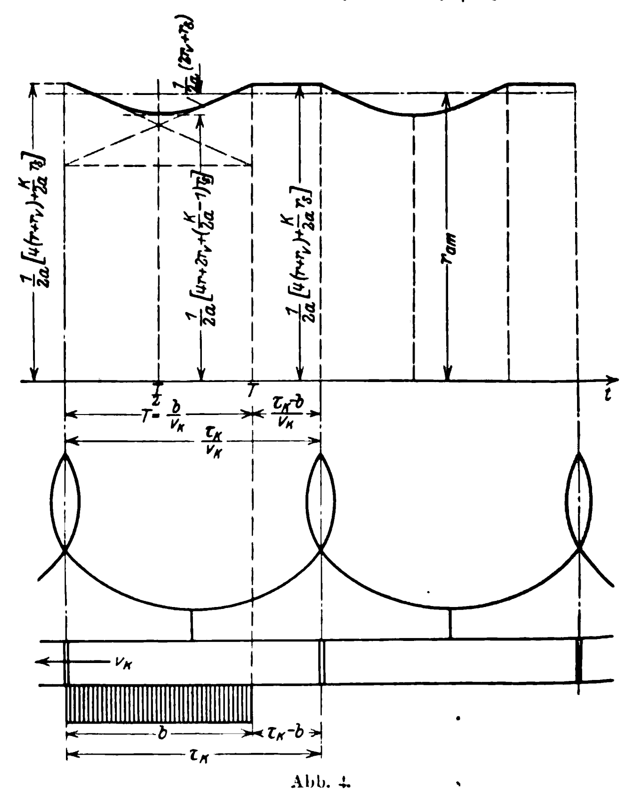


Abb. 4.

kleiner als der nach den gebräuchlichen Formeln berechnete Ankerwiderstand.

2. Bürstenbreite > Stegteilung.

Wieder soll wie im vorigen Abschnitt diese Rechnung unterbleiben.

IV. Berechnung der Ankerwiderstände für „geradlinige" Stromwendung.

In dem vorstehenden Abschnitte wurden die Ankerwiderstände für eine reine Widerstandstromwendung berechnet.

Die Formeln für die Ankerwiderstände sind aber nicht einmal für den Fall, daß die Bürstenbreite kleiner ist als eine Stegteilung, einfach und werden für größere Bürstenbreiten sehr verwickelt. Es soll daher jetzt eine Näherungsrechnung angegeben werden, die eine „geradlinige" Stromwendung voraussetzt.

1. Berechnung der Kurzschlußströme für geradlinige Stromwendung.

a) Die Kurzschlußströme bei einer „reinen Widerstands"- und einer „geradlinigen" Stromwendung.

Berechnet man den Kurzschlußstrom für eine geradlinige Stromwendung und für den Fall, daß die Bürstenbreite kleiner ist als eine Stegteilung, so erhält man:

$$i = J_s\left(1 - 2\frac{t}{T}\right).$$

Berechnet man aber den Kurzschlußstrom für eine reine Widerstandstromwendung, so wird

$$i = \varrho J_s\left(1 - 2\frac{t}{T}\right),$$

wobei

$$\varrho = \frac{1}{1 + \frac{2 r_v + r_s}{r}\left[\frac{t}{T} - \left(\frac{t}{T}\right)^2\right]}.$$

Der Kurzschlußstrom weicht also von dem geradlinigen Verlauf ab. Der Wert ϱ ist für $t = 0$ und $t = T = 1$, für $0 < t < T$ immer kleiner als 1 und hat seinen Kleinstwert

$$\varrho_{\min} = \frac{1}{1 + \frac{2 r_v + r_s}{4 r}}$$

bei $t = \frac{T}{2}$. Bei Gleichstrommaschinen mit Kohlebürsten ist $\frac{2 r_v + r_s}{r}$ wesentlich kleiner als 1, so daß die Abweichung des Kurzschlußstromes vom geradlinigen Verlauf verschwindend klein ist. (Vgl. Richter, Elektr. Maschinen, S. 390. Verlag Julius Springer, Berlin 1924.)

b) Berechnung der Kurzschlußströme.

Ist aber die Übergangskurve eine Gerade, so sind die Stromdichten in jedem Augenblick der Stromwendung die gleichen; d. h. die Ströme

$$i_1, i_2, i_3 \ldots . i_{m+3}$$

verhalten sich umgekehrt wie die Übergangswiderstände

$$r_1, r_2, r_3 \ldots . r_{m+3}.$$

α) Bürstenbreite < Stegteilung.

Für diesen Fall gilt:

$$\frac{i_1}{2 J_s} = \frac{r}{r_1} = \frac{t}{T}$$

und

$$\frac{i_2}{2 J_s} = \frac{r}{r_2} = \frac{T - t}{T}.$$

β) Bürstenbreite > Stegteilung.

Hier wird für den Fall, daß $(m + 1)$ Spulen kurzgeschlossen werden,

$$\frac{i_1}{2 J_s} = \frac{r}{r_1} = \frac{t}{T}$$

und

$$\frac{i_{m+3}}{2 J_s} = \frac{r}{r_{m+3}} = \frac{T - t(m n + 1)}{T(m n + 1)};$$

bzw. für die Zeiten, wo m Spulen kurzgeschlossen werden,

$$\frac{i_1}{2 J_s} = \frac{r}{r_1} = \frac{t}{T}$$

und

$$\frac{i_{m+2}}{2 J_s} = \frac{r}{r_{m+2}} = \frac{T(n+1) - t(m n + 1)}{T(m n + 1)}.$$

2. Berechnung der Ankerwiderstände.

a) Bürstenbreite < Stegteilung.

Mit den errechneten Kurzschlußströmen wird der Ankerwiderstand

$$r_a = \frac{1}{2a}\left[4 r + 2 r_v + r_s\left(\frac{K}{2a} - 1\right)\right]$$

für jene Zeiten, in denen eine Spule kurzgeschlossen wird. Für jene Zeiten, wo keine Spule kurzgeschlossen ist, wird nach früherem

$$r_a = \frac{1}{2a}\left[4 r + 4 r_v + r_s \frac{K}{2a}\right].$$

b) Bürstenbreite > Stegteilung.

Für jene Zeiten, wo m Spulen kurzgeschlossen werden, ist der Ankerwiderstand

$$r_a = \frac{1}{2a}\left\{4 r + 2 r_v \frac{n+1}{m n + 1} + \left[\frac{K}{2a} - m\right] r_s\right\}.$$

Für die Zeiten, wo $(m + 1)$ Spulen kurzgeschlossen sind, ist

$$r_a = \frac{1}{2a}\left\{4 r + 2 r_v \frac{1}{m n + 1} + \left[\frac{K}{2a} - (m + 1)\right] r_s\right\}.$$

3. Berechnung des Mittelwertes des Ankerwiderstandes.

a) Bürstenbreite < Stegteilung.

Während der Zeit $\frac{\tau_K - b}{v_K}$ ist keine Spule kurzgeschlossen; während der Zeit $T = \frac{b}{v_K}$ befindet sich eine Spule im Kurzschluß (Abb. 5).

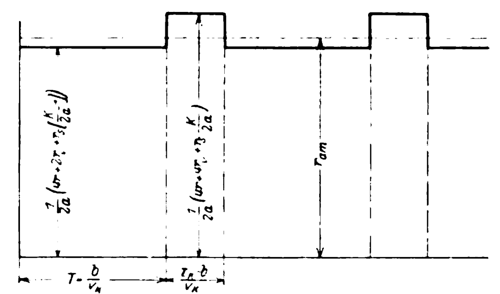


Abb. 5.

Der Mittelwert des Ankerwiderstandes ist also

$$r_{am} = \frac{1}{2a}\left[4 r + 4 r_v + r_s \frac{K}{2a} - \frac{b}{\tau_K}(2 r_v + r_s)\right].$$

b) Bürstenbreite > Stegteilung.

Aus Abb. 6 ersieht man, daß $(m + 1)$ Spulen in der Zeit $\frac{1}{n}\frac{\tau_K}{v_K}$ kurzgeschlossen sind und m Spulen in der Zeit $\frac{n-1}{n}\frac{\tau_K}{v_K}$.

Abb. 6.

Es wird daher der Mittelwert des Ankerwiderstandes

$$r_{am} = \frac{1}{2a}\left[4 r + \frac{K}{2a} r_s + 2 r_v \frac{\tau_K}{b} - \frac{b}{\tau_K} r_s\right].$$

4. Verminderung des Ankerwiderstandes durch die Stromwendung.

a) Bürstenbreite < Stegteilung.

Der Mittelwert des Ankerwiderstandes ist also um

$$\frac{1}{2a}\left[4r+\frac{K}{2a}r_s\right]-r_{am}=\frac{1}{2a}\left[2r_v\left(\frac{b}{\tau_K}-2\right)+\frac{b}{\tau_K}r_s\right] \text{ Ohm}$$

kleiner als jener Widerstand, der auftreten würde, wenn keine Stromwendung, d. h. wenn kein Kurzschluß von Spulen durch die Bürsten vorhanden wäre, und wenn der Widerstand der Verbindungen zwischen der Ankerwicklung und den Stromwenderstegen vernachlässigt würde.

Dieser Mittelwert der Verkleinerung, der nach der Näherungsrechnung ermittelt wurde, unterscheidet sich von dem genauen Werte um

$$\frac{b}{\tau_K}\cdot\frac{1}{2a}\cdot 2r\left[2-\sqrt{1+\frac{4r}{2r_v+r_s}}\,\ln\frac{\sqrt{1+\frac{4r}{2r_v+r_s}}+1}{\sqrt{1+\frac{4r}{2r_v+r_s}}-1}\right] \text{ Ohm.}$$

b) Bürstenbreite > Stegteilung.

In diesem Falle ist der Mittelwert des Ankerwiderstandes um

$$\frac{1}{2a}\left[4r+\frac{K}{2a}r_s\right]-r_{am}=\frac{1}{2a}\left[r_s\frac{b}{\tau_K}-2r_v\frac{\tau_K}{b}\right] \text{ Ohm}$$

kleiner als der Ankerwiderstand ohne Berücksichtigung der Stromwendung und des Widerstandes der Stromwenderverbindungen (Fahnen).

Diese Gleichung gilt, wie aus ihrer Ableitung zu ersehen ist, nur für Ring- und eingängige Schleifenwicklungen.

5. Widerstandsverminderung (gebräuchliche Werte).

Bei den gewöhnlichen Ausführungen von Gleichstromankern bedeckt eine Bürste 2 ... 3 Stege. Es ist für diese Fälle also

$$\frac{b}{\tau_K}=2\ldots3.$$

Der nach der allgemeinen Formel berechnete Ankerwiderstand ist

$$r_a=\frac{K r_s}{(2a)^2},$$

wenn K die Ankerspulenzahl und r_s den Spulenwiderstand bedeuten.

Die Ankerwiderstandsverminderung wird in Prozent des Ankerwiderstandes

$$\frac{1}{2a}\left[r_s\frac{b}{\tau_K}-2r_v\frac{\tau_K}{b}\right]\frac{100}{r_a}\,\%$$

oder

$$\left\{\frac{1}{2a}\cdot\frac{r_s b\cdot100\cdot(2a)^2}{K r_s\tau_K}-\frac{1}{2a}\cdot\frac{2r_v\tau_K\cdot100\cdot(2a)^2}{b K r_s}\right\}\%.$$

Für die eingängigen Schleifenwicklungen, für di die Verminderungsformel abgeleitet wurde, ist

$$2a=2p,$$

also

$$\frac{K}{2a}=\frac{K}{2p}.$$

$\frac{K}{2p}$ liegt aber für die mittleren Maschinen zwischen 24 und 54 (vgl. Pichelmayer, Dynamobau, S. 117. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1908). Dabei gilt die Zahl 54 für eine Bürstenbedeckung von 3 Stegen und die Zahl 24 für eine Bürstenbedeckung von 2 Stegen. Daher wird

$$\frac{K}{2a}\cdot\frac{\tau_K}{b}=18 \text{ bis } 12.$$

Die Widerstandsverminderung in Prozent des Ankerwiderstandes ist mit diesen Zahlen

$$\left[\frac{100}{18\ldots12}-\frac{r_v}{r_s}\cdot\frac{200}{(24\ldots54)\cdot(2\ldots3)}\right]\%=$$

$$\left[(5{,}5\ldots8{,}3)-\frac{r_v}{r_s}\cdot(4{,}2\ldots1{,}2)\right]\approx\left(7-3\frac{r_v}{r_s}\right)\%.$$

Ist der Verbindungsleitungswiderstand r_v vernachlässigbar klein, so kann also

$$r_v=0$$

gesetzt werden; dann wird die Widerstandsverminderung 7 % ausmachen.

Aus der genauen Formel

$$\frac{1}{2a}\left[r_s\frac{b}{\tau_K}-2r_v\frac{\tau_K}{b}\right]$$

folgt, daß diese Widerstandsverminderung Null ist, wenn der Verbindungsleitungswiderstand

$$r_v=\frac{1}{2}r_s\left(\frac{b}{\tau_K}\right)^2$$

wird.

Für $\frac{b}{\tau_K}=(2\ldots3)$ wird daraus die Bedingung

$$r_v=r_s(2\ldots4{,}5).$$

Wird

$$r_v>\frac{1}{2}r_s\left(\frac{b}{\tau_K}\right)^2,$$

also im allgemeinen größer als $(2\ldots4{,}5)\,r_s$, dann geht die Widerstandsverminderung in eine Widerstandserhöhung über. Dieser Fall kann eintreten, wenn man die Verbindungen zwischen Ankerwicklung und Stromwenderstegen mit verhältnismäßig hohem Widerstande ausführt, um die Stromwendung bei Maschinen, die unter sehr schwierigen Verhältnissen arbeiten, zu verbessern.

Erweiterung des Berliner Schnellbahnnetzes.

Zur Erweiterung des Berliner Hoch- und Untergrundbahnnetzes und der Vervollkommnung bestehender Schnellbahnstrecken sind gegenwärtig bemerkenswerte Bauarbeiten im Gange, auf die in nachstehendem näher eingegangen sei.

I. Erweiterungsbauten auf dem Stammnetz.

Auf den Stammlinien der Hochbahngesellschaft, bestehend aus der Nordwestlinie (Nordring—Stadion mit der Abzweigung Bismarckstraße—Wilhelmplatz und Wittenbergplatz—Thielplatz) und der Ostwestlinie (Warschauer Brücke—Gleisdreieck—Untergrundbahnhof Nollendorfplatz—Hauptstraße (Schöneberg) mit Abzweigung Wittenbergplatz—Uhlandstraße) war die Durchführung einer Reihe baulicher Maßnahmen erforderlich, um den seit Einführung des Einheitstarifs mit Umsteigeberechtigung recht lebhaften Übergangsverkehr auch in den Stunden stärksten Verkehrs zu bewältigen. Um den geplanten Umlauf von Achtwagenzügen (102 m von Puffer zu Puffer) statt der gegenwärtigen Sechswagenzüge auf der Nordwestlinie zu ermöglichen, war es nötig, die Bahnsteige der Untergrundbahnhöfe Zoologischer Garten und Knie, deren Länge bisher nur rd. 80 m betrug, auf 110 m zu verlängern. Gleichzeitig ist für diese Bahnhöfe an ihrem Ostende ein zweiter Zugang geschaffen worden. Auch die Hochbahnhöfe Nollendorfplatz und Bülowstraße sind entsprechend zu verlängern.

Über Bahnhof Stadion hinaus wird die Bahn um rd. 1,1 km bis zur Spandauer Chaussee verlängert, um für Spandau einen bequemen Anschluß an die Hoch- und Untergrundbahn zu schaffen. Hier sollen Einrichtungen getroffen werden, die ein bequemes Umsteigen zwischen Straßenbahn und Hochbahn ermöglichen.

Nördlich von dem als Hochbahnhof angelegten jetzigen Endbahnhof Nordring wird eine Rampe gebaut werden, um die Bahn unterirdisch zunächst bis zum Bahnhof Mühlenstraße in Pankow zu führen. Die Stationsentfernung zwischen Bahnhof Nordring und Bahnhof Mühlenstraße wird rd. 1,1 km betragen.

Nach langwierigen Verhandlungen ist man sich nunmehr auch über die Verlängerung der Dahlemer Bahn über den im Einschnitt liegenden Bahnhof Thielplatz hinaus einig geworden. Die Linie wird als Einschnittbahn über die neu anzulegenden Stationen Kronprinzenallee, Onkel Toms Hütte zum Endbahnhof Alsenstraße in Zehlendorf-West führen. Die Stationsentfernung zwischen Thielplatz und Kronprinzenallee beträgt 915 m, von hier bis Onkel Toms Hütte 1080 m und weiter bis Bahnhof Alsenstraße 1060 m. Danach beträgt die Länge der Neubaustrecke rd. 3 km. Östlich vom Bahnhof Alsenstraße werden ein kleiner Betriebsbahnhof, dessen Wagenschuppen vier Achtwagenzüge aufnehmen kann, und ein Umformerwerk errichtet. Die neue Bahn, deren Baukosten von den Interessenten getragen werden, soll vor allem dem Zehlendorfer Siedlungsbau und dem Ausflugsverkehr zum Grunewald dienen; ihre Verlängerung zum Bahnhof Zehlendorf-West der Wannseebahn wird sich bald als nötig erweisen.

Auf der Ostwestlinie ist der Hochbahnhof Hallesches Tor mit breiteren Zugangstreppen und breiteren Bahnsteigen versehen worden. Die Arbeiten sind nur behelfsmäßig ausgeführt worden; der endgültige Bahn-

hofsumbau wird im Zusammenhang mit der zu erwartenden Umgestaltung des Platzes am Halleschen Tor durchgeführt werden. Auf die im Gange befindliche großzügige Umgestaltung des Hochbahnhofs Kottbusser Tor zum Umsteigebahnhof mit der Untergrundbahn Gesundbrunnen—Neukölln ist bereits auf S. 533 der ETZ 1928 hingewiesen worden[1]. Die Verschiebung des alten Hochbahnhofs Kottbuser Tor in westlicher Richtung erforderte die vorübergehende Errichtung von Viaduktstrecken zu beiden Seiten des Umbauabschnittes, die inzwischen fertiggestellt sind.

Nach Abb. 1 werden auf dem Alexanderplatz vier Untergrundbahnen zusammentreffen[2]. Es wird hier eine Anlage geschaffen, die vier Untergrundbahnhöfe in Form eines H zusammenfaßt: In Frage kommt der Bahnhof der bestehenden Stammbahn im Zuge der Alexanderstraße, der Bahnhof der Schnellbahn Gesundbrunnen—Neukölln in der Dircksenstraße. Diese Bahnhöfe werden verbunden durch zwei als Doppelbahnhöfe gestaltete Untergrundbahnhöfe, die in Richtung Königstraße unter dem Alexanderplatz liegen. Hier sind die Gleise nach Richtungen nebeneinander verlegt (Richtungsbetrieb); das eine Gleispaar gehört zur Schnellbahn Alexanderplatz—Lichtenberg — Friedrichsfelde, das andere wird später der Schnellbahn nach Weißensee dienen. Der Verkehr zwischen dem Untergrundbahnhof in der Dircksenstraße und dem in der Alexanderstraße wird über einen Verbindungsgang vermittelt, der unter diesen beiden Bahnhöfen, aber über dem Doppelbahnhof liegt (vgl. Abb. 1). Letzterer muß so tief angelegt werden, daß die Bausohle etwa 15 m unter der Straßenoberfläche liegt. Um den Zugang zu den Bahnsteigen und das Umsteigen von Bahn zu Bahn zu erleichtern, werden Rolltreppen eingebaut. Da sich die große Tiefenlage bis in die Königstraße fortsetzt, müssen zu beiden Seiten alle Häuser bis zur Jüdenstraße, deren Fundamente später bis dicht an die Tunnelwandungen heranreichen, durch Tieferführung der Fundamente bis unter die Tunnelsohle gesichert werden. Auch die Reichsbahnanlagen am Bahnhof Alexanderplatz, insbesondere die Überführung der Bahngleise über die Königstraße, waren besonders zu sichern. Die Fundamente der Überführung sind bis zu einer Tiefe von 15 m zu unterfangen, bevor die Ausschachtung für den Tunnelbau auf die erforderliche Tiefe heruntergeführt werden kann.

Abb. 1. Die Bahnhofsanlagen am Alexanderplatz nach endgültigem Ausbau.

Anfang des laufenden Jahres sind auch die Arbeiten auf den übrigen Strecken in Lichtenberg—Friedrichsfelde begonnen worden. Obwohl die Durchführung der Untergrundbahn unter der Ringbahnbrücke am Bahnhof Frankfurter Allee, die bei dieser Gelegenheit zwecks Verbreiterung der Straße zu erneuern ist, und die Unterfahrung des Bahnhofs der Reichsbahn Lichtenberg — Friedrichsfelde voraussichtlich viel Zeit in Anspruch nehmen werden, hofft man die gesamte Untergrundbahnlinie nach Friedrichsfelde bis Mitte 1929 fertigzustellen.

Mit den Untergrundbahn-Bauarbeiten ist die Anlage einer neuen Straße zwischen der Mündung der Landsberger Straße auf den Alexanderplatz und der Großen Frankfurter Straße verknüpft. Nach erfolgtem Straßendurchbruch ist die Untergrundbahn in die neue Straße einzubauen.

II. Schnellbahn Alexanderplatz—Lichtenberg.

Nach dem Geschäftsbericht der bauausführenden Berliner Nordsüdbahngesellschaft für das Jahr 1927 wurde der Hochbahngesellschaft am 19. III. 1927 von den Aufsichtsbehörden die Genehmigung für den Bau und Betrieb der den dicht bevölkerten Osten Berlins bedienenden rd. 8 km langen Untergrundbahn erteilt. Die Bahn führt von dem im Stadtzentrum gelegenen Alexanderplatz durch die Frankfurter Allee nach Lichtenberg und Friedrichsfelde. Während die Bauarbeiten in der verhältnismäßig breiten Frankfurter Allee leicht durchzuführen sind, bereiten sie auf dem Alexanderplatz und in der schmalen und äußerst belebten Königstraße ganz außerordentliche Schwierigkeiten. Hier sind im Zusammenhang mit dem Bahnbau einschneidende städtebauliche Fragen zu lösen. In der Dircksenstraße zwischen Grunerstraße und Kaiser-Wilhelm-Straße und zwischen Landsberger, Neue Königstraße und Georgenkirchplatz war eine Reihe von Häusern niederzulegen. Die Wiederbebauung wird nach Fertigstellung der Untergrundbahnbauten im Zusammenhang mit einer Neugestaltung des Alexanderplatzes erfolgen.

Die Schnellbahn Alexanderplatz—Friedrichsfelde erhält das breite Profil der Nordsüdbahn und der Gesundbrunnen—Neukölln-Bahn. Alle Bahnhöfe sind von den Bürgersteigen aus durch Quergänge zugänglich. Die Länge der Bahnsteige beträgt 120 m; dies ist ausreichend für Sechswagenzüge, zusammengestellt aus Langwagen (18 m Kastenlänge). Am Endbahnhof Friedrichsfelde ist ein Betriebsbahnhof geplant.

Die Stromversorgung der Linie Alexanderplatz—Lichtenberg wird durch zwei Umformerwerke besorgt werden; das Unterwerk Alexanderplatz, das gleichzeitig die Mittelstrecke der Gesundbrunnen—Neuköllner Bahn versorgen soll, liegt auf dem Grundstück Kaiser-Wilhelm-Straße Ecke Dircksenstraße, das Unter-

[1] Auf S. 531 befindet sich ein Übersichtsplan des Berliner Schnellbahnnetzes, der auch die geplanten und im Bau befindlichen Strecken kenntlich macht, soweit diese damals bekannt waren.

[2] Vgl. auch ETZ 1928, S. 531, Abb. 1.

werk Lichtenberg wird in der Frankfurter Allee in der Nähe der Möllendorfstraße erbaut. Es wird vom Unterwerk Alexanderplatz gesteuert. Das Unterwerk Alexanderplatz wird als Gleichrichterwerk ausgebaut. Für den endgültigen Ausbau sind zehn Großgleichrichter von je rd. 1200 kW bei 1500 A und 780 V vorgesehen, von denen vorderhand sechs Stück aufgestellt werden. Es handelt sich um eine Bauart, wie sie die Siemens-Schuckertwerke A. G. letzthin für die Berliner Stadtbahn verwendet hat. Im Unterwerk Lichtenberg werden zunächst vier Großgleichrichter und später noch zwei Stück von der gleichen Leistung, wie beim Unterwerk Alexanderplatz erwähnt, zur Aufstellung gelangen. Es besteht selbstverständlich die Möglichkeit, das normalerweise ferngesteuerte Unterwerk Lichtenberg im Störungsfalle an Ort und Stelle auch von Hand zu bedienen. Die Unterwerke erhalten 6000 V Drehstrom von der Berliner Elektrizitätswerke A. G.

III. Erweiterungsbauten auf der Nordsüdbahn.

Auf der Nordsüdbahn steht zur Zeit die Stammstrecke Seestraße—Belle-Alliance-Straße mit den Zweigen bis zum Bahnhof Bergstraße in Neukölln und bis zum Bahnhof Flughafen in Neu Tempelhof im Betriebe. Mit den Erweiterungsbauten über den Bahnhof Bergstraße hinaus — zum Bahnhof Südringbahnhof Neukölln — geht es besonderer Umstände wegen nur langsam vorwärts. Der unter der Ringbahn gelegene Untergrundbahnhof kann nämlich erst hergestellt werden, wenn die neue Ringbahnbrücke im wesentlichen fertiggestellt sein wird. Mit einer Inbetriebnahme dieser Strecke kann, dem Vernehmen nach, erst Anfang 1929 gerechnet werden. Bis dahin werden auch der noch südlicher an der Gemarkungsgrenze Britz geplante Bahnhof Grenzallee und die Verbindungsstrecke zu der dort geplanten großen Wagenhalle fertiggestellt sein. Eine weitere Verlängerung bis zum eigentlichen Orte Britz dürfte folgen. Die Länge der Neubaustrecke zwischen der jetzigen Endstation Bergstraße und Bahnhof Grenzallee beträgt etwa 1,6 km.

Auch die Fortführung der Nordsüdbahn südlich von dem auf dem Tempelhofer Feld angelegten Bahnhof Flughafen bis zum künftigen Untergrundbahnhof Tempelhof hängt von dem Umbau der Ringbahnüberführung am Südringbahnhof Tempelhof ab, der im Zusammenhang mit den Untergrundbahn-Bauarbeiten erfolgen sollte. Der Umbau dieser Überführung sieht eine Vergrößerung der bisherigen Straßenbreite von 20 m auf rd. 38 m vor. Der Untergrundbahnhof Tempelhof wird südlich vom Südringbahnhof gleichen Namens angelegt. Von hier wird die Bahn einstweilen bis zum Teltowkanal verlängert. Die Entfernung zwischen Bahnhof Flughafen und dem Bahnhof „Ullsteinhaus" am Teltowkanal beträgt rd. 2,7 km. Als nächster Bauabschnitt kommt dann in Richtung Mariendorf die Strecke bis zur Trabrennbahn in Frage; dies entspricht einer Erweiterung von rund 2,5 km über den Teltowkanal hinaus.

IV. Schnellbahn Gesundbrunnen—Neukölln (G-N-Bahn).

Hierüber ist in ETZ 1928, S. 531 u. 620, eingehend berichtet. Es sei daran erinnert, daß die G-N-Bahn vom Bahnhof Christianiastraße im Norden Berlins bis zum Südringbahnhof Hermannstraße geplant ist. Ihre Gesamtlänge beträgt von Mitte zu Mitte der genannten Endstationen rd. 12 km. Die durchschnittliche Stationsentfernung beläuft sich auf 730 m. Es ist geplant, die Bahn im Norden Berlins einstweilen im Bahnhof Gesundbrunnen am Humboldthain beginnen und im Süden am Südringbahnhof Hermannstraße enden zu lassen. Im Betriebe ist die G-N-Bahn gegenwärtig zwischen den Bahnhöfen Boddinstraße und Neanderstraße.

Auf der nördlichen Baustrecke sind die Abschnitte der Brunnen- und Rosenthaler Straße zwischen Invaliden- und Weinmeisterstraße im Rohbau fast vollendet. Die Reststrecke Weinmeisterstraße—Münzstraße wird im Herbst dieses Jahres im Rohbau fertiggestellt sein. Wie schon an dieser Stelle früher vermerkt, ist die Spree in der Nähe des Stadtbahnhofs Jannowitzbrücke zu untertunneln. Zu diesem Zweck ist die alte Jannowitzbrücke abgerissen worden; sie wird durch eine neue, bedeutend breitere ersetzt. Dort ist auch ein erheblicher Umbau des Stadtbahnviadukts erforderlich. Der Untergrundbahnhof Jannowitzbrücke wird voraussichtlich durch Rolltreppen mit dem Stadtbahnhof gleichen Namens verbunden werden.

Das für die Nordstrecke der G-N-Bahn vorgesehene, in der Bastianstraße gelegene Umformerwerk „Pankstraße" ist zur Zeit im Bau; es erhält wie alle anderen Unterwerke von der Berliner Städt. Elektrizitätswerke A. G. Drehstrom von 6000 V. Die Ausrüstung wird im endgültigen Ausbau aus sechs Gleichrichtersätzen von je 1500 A bestehen. Bemerkenswert ist, daß das Unterwerk Pankstraße gleichfalls vom Unterwerk Alexanderplatz gesteuert werden soll. Das Unterwerk Alexanderplatz wird, wie bereits erwähnt, die Mittelstrecke der G-N-Bahn versorgen, und das in Erweiterung befindliche, in der Hermannstraße zu Neukölln gelegene Umformerwerk Hermannplatz die Südstrecke der G-N-Bahn. Im Unterwerk Hermannplatz stehen zur Zeit fünf Gleichrichter im Betriebe, nämlich vier von je 1000 A, d. h. 780 kW bei 780 V, und ein Gleichrichter von 1500 A oder rd. 1200 kW. Nach endgültigem Ausbau ist das Unterwerk für zehn Gleichrichter von je 1500 A geplant.

Alle in dieser Abhandlung erwähnten Neubaustrecken sind nach dem Muster der bereits im Betriebe befindlichen mit selbsttätigen Signalen zu versehen. Es werden nach wie vor die sich gut bewährenden zweistelligen Signale verwendet, die in Verbindung mit mechanischen Fahrsperren arbeiten.

Auf der G-N-Bahn und der Frankfurter-Allee-Linie werden später Züge verkehren, die nur aus Triebwagen (Langwagen) zusammengesetzt sind. Die Züge werden voraussichtlich mit der selbsttätigen reinelektrischen Zugsteuerung versehen sein. Ein Teil der Züge wird probeweise auf der G-N-Bahn mit Kurzschlußbremse in Verbindung mit einer Getriebebremse der AEG-Bauart laufen.

Soviel über die gegenwärtigen Erweiterungsbauten. Bleibt zu wünschen, daß nun auch in absehbarer Zeit die längst geplante und dringend nötige, den Stadtteil Moabit mit der Innenstadt verbindende Schnellbahn und die Verlängerung vom Bahnhof Uhlandstraße nach Halensee verwirklicht wird. *W. Mk.*

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 262.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird folgende Elektrizitätszählerform dem untenstehenden, beglaubigungsfähigen Systeme eingereiht.

Zusatz zu System 131, die Form J, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der **Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 12. VI. 1928.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

Zusatz zu System 131,

die Form J, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 219 vom 7. VIII. 1926 (ETZ 1926, S. 1200) und Nr. 240 vom 15. VI. 1927 (ETZ 1927, S. 1376) für Stromstärken von 1,5 ... 15 A, für Spannungen bis 250 V und für Frequenzen von 40 ... 60 Hz als Zweileiterzähler in ein- und zweipoliger Schaltung sowie als Dreileiterzähler zur Beglaubigung zugelassenen Zähler der Form J können auch für Stromstärken über 15 A bis zu 100 A und für Spannungen über 250 V bis zu 550 V bei Frequenzen von 40 ... 60 Hz beglaubigt werden. Für Nennstromstärken bis 30 A erhalten die Zähler das gleiche Gehäuse wie die Zähler der bisher zugelassenen Meßbereiche. Für Nennstromstärken über 30 A erhalten sie ein vergrößertes Gehäuse. Die Zähler für Nennstromstärken über 20 A haben eine höhere Amperewindungszahl als die bisher zugelassenen Zähler.

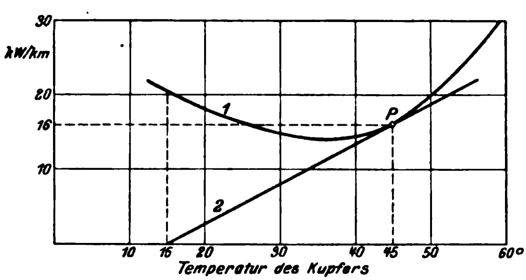
Die untersuchten Zähler hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 6,0 ... 7,1 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,2 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht betrug 27 ... 28 g, die Drehzahl bei Nennlast etwa 48 ... 66 U/min. Der Eigenverbrauch der Spannungsspule betrug etwa 0,80 W bei 380 V Nennspannung und etwa 1,60 W bei 550 V Nennspannung. Der Eigenverbrauch im Hauptstromkreis belief sich auf etwa 1,82 W bei einem Zähler für 30 A und auf etwa 2,50 W bei einem Zähler für 100 A Nennstromstärke.

[1] Reichsministerialblatt 1928, S. 3[illegible]0.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Prüfung von Hochspannungskabeln[1]. — Früher wurden bei der Prüfung von Hochspannungskabeln dieselben Methoden benutzt wie bei Niederspannungskabeln, aber später wurde die sog. Ionisationsprüfung, d. h. die Verlustfaktor-Spannungskurve[2] als Charakteristik der Hochspannungskabel eingeführt. Diese Prüfung wurde zuerst in Holland zu einer Art Stabilitätsprüfung für Kabel von 10000 V entwickelt. Es wurde auch vorgeschlagen, mit Hilfe der Zeitspannungscharakteristik die wahrscheinliche Lebensdauer eines Kabels zu schätzen und die maximal zulässige Feldstärke seiner Isolation zu bestimmen. Nach M. Höchstädter sind die hochspannungskabeltechnischen Bestrebungen in den V. S. Amerika auf einem ganz anderen Wege als in Europa. Es ist typisch, daß dort auch die Elektrizitätswerke sich in sehr enger Verbindung mit der Forschung halten, zum Teil in weiterem Maß als die Kabelfabriken. Sie gehen oft sogar so weit, daß sie in die Fabrikationsprozesse eindringen. Sie haben viele komplizierte Prüfungen vorgeschrieben. Das Kabel muß z. B. gebogen und hinterher aufgeschnitten werden, um zu sehen, wieviele Lagen der Papierisolation zerrissen sind usw. Trotz dieser strengen Bestimmungen kann man nicht bemerken, daß die Fehlerstatistik in den V. S. Amerika erfreulicher geworden wäre als in Europa. Keine von den Einzelprüfungen kann jedoch das Problem des Hochspannungskabels allein lösen, sondern es sind immer gewisse Ergänzungsprüfungen nötig. M. Höchstädter hat zusammen mit E. Bowden einen Vorschlag für die Prüfung von 33 kV-Kabeln gemacht[3].



1 Dielektrische Verluste bei maximal 24 kV/mm
2 Wärmeableitung

Abb. 1. Grenz-Gleichgewichtszustand eines 60 kV-Einleiterkabels, geprüft bei hoher Beanspruchung in Luft.

Zeitspannungscharakteristik. Timms hatte die Zeitspannungscharakteristik als Prüfung der Hochspannungskabel vorgeschlagen, jedoch haben Bowden und der Vortragende diese nicht in ihren Vorschlag aufgenommen. Diese Prüfung, so wertvoll sie der wissenschaftlichen Forschung auch sein mag, ist wegen der großen Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen z. Zt. noch nicht für Abnahmeprüfungen geeignet. Nach Höchstädter kann die Zeitspannungscharakteristik durch thermische Gründe ohne Annahme von schlechten Kanälen im Isolierstoff erklärt werden. Viele Versuche sind gemacht worden und zusammen mit Barrat wurde eine mathematische Theorie der Erscheinung entwickelt. Die Ergebnisse werden bald veröffentlicht werden: sie geben eine Bestätigung dafür, daß die Zeitspannungscharakteristik thermisch erklärt werden kann. Unter Spannungsbeanspruchung wird das Dielektrikum des Kabels durch dielektrische Verluste erwärmt. Bis ein Stabilitätszustand erreicht ist, wird die entstandene Wärme teilweise von dem Kabel absorbiert und teilweise an die Umgebung abgegeben. Dieses kann für einen bestimmten Augenblick folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$W\,\mathrm{d}t = A\,\mathrm{d}\Theta + B\,\Theta\,\mathrm{d}t;$$

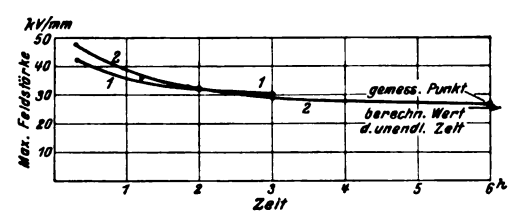
W	Verlustenergie in 1 s	B	Wärmeableitungskoeffizient der Oberfläche
Θ	Temperatur des Dielektrikums		
A	Wärmekapazität des Kabels	t	Zeit.

Diese Gleichung ist unter der Annahme entstanden, daß die Temperatur des Dielektrikums überall dieselbe ist.

Die zum Erreichen einer bestimmten Temperatur nötige Zeit wird dann folgendermaßen ausgedrückt:

$$t = \int \frac{A}{W - B\,\Theta}\,\mathrm{d}\Theta.$$

Die Lösung der Gleichung kann graphisch erfolgen. Man findet, daß für eine bestimmte Feldstärke die Zeit unendlich wird. Diese Feldstärke kann Grenzfeldstärke genannt werden, und ihr Wert wird direkt gefunden. In Abb. 1 sind die Verluste und die Wärmeableitung als Funktion der Temperatur für ein 60 kV-Einleiterkabel von 150 mm² Querschnitt und 12 mm Isolationsdicke dargestellt, und zwar bei einer maximalen Feldstärke von 24 kV/mm und bei einer Prüfraumtemperatur von 15°. In dem Berührungspunkt P der Kurven ist der Gleichgewichtszustand erreicht. Bei 24 kV/mm ist die Temperaturerhöhung also 30°. Punkt P entspricht dem Unendlichkeitspunkt der Zeitspannungscharakteristik. Durch Verkleinerung der Spannung wird die Verlustkurve *1* nach unten verschoben, so daß sie die Kurve *2* immer schneidet; der Gleichgewichtszustand wird also dann immer erreicht. Wird dagegen die Spannung vergrößert, so steigt die Verlustkurve, und ein Gleichgewicht ist nicht mehr möglich. Die Temperatur steigt, bis endlich ein Durchschlag entsteht. Die der Isolation gefährliche Temperatur, welche den Durchschlag herbeiführen kann, liegt ungefähr zwischen 60 und 80°.



1 Gemessen für Einleiterkabel mit 4 mm Isolation
2 Berechnet „ „ „ 12 „ „

Abb. 2. Zeitspannungscharakteristik in Luft, gemessen und berechnet.

Auf Grund dieser Grenztemperatur kann die Zeitspannungscharakteristik durch Auflösung des oben angegebenen Integrals gefunden werden. Die Kurve *2* in Abb. 2 ist eine so errechnete Kurve für das oben erwähnte Kabel. Als gefährliche Grenztemperatur ist 65° angenommen worden. Die Kurve *1* ist eine experimentell erhaltene Zeitspannungscharakteristik eines Kabels von derselben Bauart, aber mit nur 4 mm Isolationsdicke. Die auf diese Weise erhaltene maximal zulässige Feldstärke ist für die betreffenden Kabel ungefähr durch Experiment bestätigt worden. Die oben angegebene Theorie bedarf selbstverständlich einer Korrektion für Kabel mit nicht vollständig homogenem Dielektrikum.

Die Vermutung, daß die thermische Natur des Durchschlags nur bei längeren Zeiten und größeren Isolationsdicken erhalten bleibe, hat nach Erfahrungen des Vortragenden keine volle Gültigkeit. Er hat auf dem steilen Teil der Zeitspannungscharakteristik den rein elektrischen Durchschlag vergeblich gesucht; immer zeigten die Durchschlagwerte eine Abhängigkeit von der Dauer der Beanspruchung. Aus diesem Grunde kommt man zu folgendem allgemeinem Ergebnis:

1. Je kürzer die Zeit der Beanspruchung, desto höher liegt die Durchschlagspannung des Kabels.
2. Die Zeitspannungscharakteristik eines Kabels kann wahrscheinlich thermisch erklärt werden.

Hinsichtlich der praktischen Bedeutung der Frage führte der Vortragende folgendes aus:

A. Weil die Wärmeableitungskurve sehr von dem Zustand außerhalb des Kabels abhängt, kann die Zeitspannungscharakteristik nicht als feststehende charakteristische Kurve eines Kabels angesehen werden, nach der man seine Qualität in allen Fällen beurteilen könnte.

B. Die Wärmeerscheinungen und insbesondere der Verlustfaktor sind von größter Wichtigkeit für die Sicherheit und Lebensdauer des Kabels im Betriebe.

C. Thermischer Durchschlag entsteht 1., wenn die gefährliche Temperatur des Kabels infolge hoher Belastung oder hoher elektrischer Beanspruchung oder beider zusammen erreicht wird; deswegen ist ein hoher Verlust-

[1] Nach einem Vortrag von M. Höchstädter vor der Electrical Power Engineers Association, London, am 25. IV. 1928.
[2] Unter Verlustfaktor versteht man in diesem Zusammenhang den Tangens des Verlustwinkels (tg δ).
[3] El. Review Bd. 101, S. 894.

faktor schädlich; oder 2., wenn das Kabel in die Zone der thermischen Unstabilität gelangt. Dann ist der steile Anstieg der Verlustfaktor-Temperaturkurve besonders schädlich.

D. Es ist wünschenswert, daß der Wert des Verlustfaktors klein und die Verlustfaktor-Temperaturkurve flach ist.

Die Ionisationscharakteritik und Stabilitätsprüfung. Die Verlustfaktor-Spannungskurve (Ionisationscharakteristik) gibt sehr wertvolle Aufschlüsse über die Qualität der Kabel und ist seit einigen Jahren in praktischer Verwendung. Diese Kurve soll, wenn möglich, eine gerade Linie sein, horizontal oder möglichst wenig geneigt. Der Vortragende und E. Bowden haben in ihren Vorschlag diese Prüfung mit Vorschriften für den Verlauf der Kurve aufgenommen. Die Ionisationscharakteristik reicht jedoch nicht allein zur Beurteilung eines Kabels aus. Von den noch nötigen Prüfungen ist die vorgeschlagene Stabilitätsprüfung von großer Wichtigkeit[1]. Die Erfahrung zeigt, daß umkehrbare Änderungen eine Verschlechterung des Kabels im Laufe der Zeit verursachen, insbesondere unter schweren Betriebsverhältnissen. Nach Höchstädter sind Fabriken mit neuzeitlichen Einrichtungen und mit wissenschaftlicher Kontrolle der Fabrikation imstande, völlig stabile Kabel zu bauen, und es ist also nicht nötig, zur Erreichung dieses Zweckes mit dünnflüssigem Öl gefüllte Kabel zu verwenden.

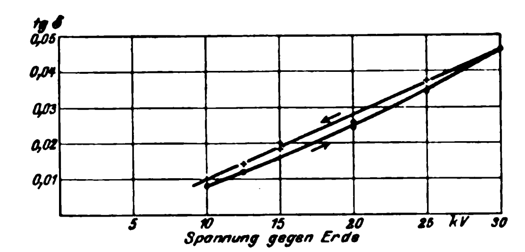
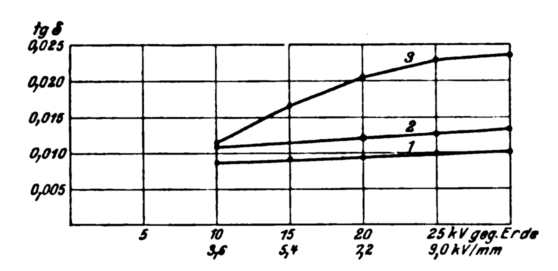


Abb. 3. Die Unstabilität eines kalten Kabels hinter dem Ionisationspunkt (3×50 mm², 15 kV.

Abb. 3 zeigt die Ionisationscharakteristik eines Kabels mit ausgesprochenem Ionisationspunkt, und zwar nach oben und unten gemessen. Man sieht, daß eine Unstabilität erscheint, sobald man über den Ionisationspunkt hinausgeht, so daß jede Messung hinter dem Ionisationspunkt von der früheren Geschichte des Kabels abhängig ist. Die Kurve in Abb. 3 ist die jungfräuliche Kurve eines 15 kV-Dreileiterkabels. Der Ionisationspunkt liegt also unterhalb der Nennspannung. Instabilität kann also schon in einem neuen Kabel bestehen. Die Erfahrung zeigt, daß ein solches Kabel nicht für den Betrieb geeignet ist, weil es durch die Beanspruchung im Betriebe eine weitere Verschlechterung erfahren kann.



1 Bei 25° vor Erwärmung
2 Bei 18° nach 10 Temperaturschwankungen bis auf 60°
3 Bei 16° nach 4 Temperaturschwankungen bis auf 72°

Abb. 4. Änderung des Verlustfaktors vor und nach der Erwärmung auf verschiedene Temperaturen (3×35 mm², H-Type für 15 kV).

Auch durch äußere Wirkungen, z. B. durch zu starke Erwärmung, kann ein Kabel verschlechtert werden. In Abb. 4 ist die Kurve *1* die Verlustfaktor-Spannungskurve eines Kabels vor der Erwärmung. Nach zehn Erwärmungen auf 60° wurde die Kurve *2* gemessen; es ist keine Verschlechterung zu bemerken. Kurve *3* wurde nach vier weiteren Erwärmungen auf 70° erhalten. Man sieht daran, daß die gefährliche Temperatur überschritten worden ist. Die später ausgeführten Durchschlagversuche haben bestätigt, daß das Kabel wirklich eine Verschlechterung erlitten hat. Ausgedehnte Versuche[1] Höchstädters ergaben, daß die gefährliche Temperatur für die Stabilität zwischen 60 und 80° liegt. Als Ursache des Auftretens von Unstabilität gibt er das Überschreiten der mechanischen Elastizitätsgrenze des Papiers an. Bei der Erwärmung wird die Isolation durch Ausdehnung des Leiters auf Zug beansprucht. Wenn die Elastizitätsgrenze des Papiers dabei überschritten wird, entstehen wahrscheinlich zunächst mikroskopisch kleine Risse, die das Kabel verschlechtern. Aus diesem Grunde ist die maximale Temperatur der Hochspannungskabel auf einen sichern Wert, z. B. 60°, zu begrenzen. Der Vortragende war der Meinung, daß die Grenze, der Vorsicht halber, besser bei 50° anzunehmen wäre, weil es im Betriebe oft vorkommt, daß die vorher angenommene Grenztemperatur an einzelnen Stellen einer Kabelstrecke überschritten wird. *Pla.*

[1] Das Kabel heißt hier stabil, solange es keine unumkehrbaren Änderungen erlitten hat.

Elektromaschinenbau.

Spannbolzenschwingungen bei großen Asynchronmotoren. — Beim Anfahren eines dreiphasigen Asynchronmotors von 3500 kW Leistung und einer synchronen Drehzahl von 600 U/min wurde bei 150 U/min im Stator ein Geräusch bemerkt, das von den Spannbolzen herrührte, die mit Hilfe von Drucksegmenten die Ständerblechpakete zusammenpressen. Die Spannbolzen gerieten bei der erwähnten Drehzahl in transversale Schwingungen und schlugen an die Rippen des Gehäuses an. Die Berechnung der Eigenfrequenz der Spannbolzen von 1100 mm Länge und 21 mm Dmr. ergab 46 s^{-1}. Zur Ermittlung der Erregungsfrequenz wurden die Oberfelder des Läufergrundstroms untersucht. Das fünfte Oberfeld bildet mit dem Ständergrundfeld eine Schwebung, deren Frequenz mit der Eigenschwingungszahl des Spannbolzens zusammenfällt und so die Resonanzerscheinung hervorruft. (K. Hinz, Z. Techn. Phys. Bd. 8, S. 370.) *Br.*

Mathematische Grundlagen der „verlustlosen" Drehzahlregelung, Kompoundierung und Kompensierung von Asynchronmotoren unter besonderer Berücksichtigung der Kaskadenschaltungen. — In der Theorie der Drehfeldmotoren geht man üblicherweise von den Gleichungen eines irgendwie vorgegebenen Systemes aus, welche durch Konstruktion der Ortsdiagramme für veränderliche Drehzahl gedeutet werden. L. Dreyfus versucht, die umgekehrte Aufgabe zu lösen, die für ein vorgeschriebenes oder erwünschtes Ortsdiagramm erforderliche Schaltung zu finden. Mit Rücksicht auf einen stets stabilen Betrieb muß man für eine „ideale" Maschine Schleifenkurven mit mehrdeutigen Betriebspunkten vermeiden, vielmehr stets ein Kreisdiagramm anstreben. Man erreicht ein solches, wenn man die Schleifringspannung von Primärstrom, Primärspannung, Sekundärstrom und Schlüpfung linear abhängen läßt, wobei die Koeffizienten der hierin eingehenden Funktion die Eigenschaften der Kaskadenschaltung mathematisch erfassen. Es zeigt sich, daß dem Konstrukteur bei der Verwirklichung der Schaltung noch große Freiheit gelassen bleibt: Selbst nach Festsetzung des Leerstromes und der Kreismittelpunktslage lassen sich noch unendlich viele, in dieser Beziehung gleichwertige Schaltkombinationen angeben. Diese Unbestimmtheit wird durch zusätzliche Forderungen aufgehoben, die sich mittels der analytischen Theorie des Kreisdiagrammes in die Rechnung einfügen lassen: Die Eigenschaften der Regelung können in gewisser Hinsicht willkürlich vorgeschrieben werden. Damit ergibt sich dann eine Vorschrift für die notwendige Schleifringspannung, die sich in einfacher Weise physikalisch interpretieren läßt; die Möglichkeit hierzu ist dadurch gegeben, daß man diese Spannung in drei Komponenten zerlegen kann, deren beide ersten von den Motorströmen abhängen und also im Betriebe veränderlich sind, während die dritte für eine bestimmte Anordnung und feste Betriebspannung konstant bleibt; sie regelt daher im wesentlichen Leerlaufstrom und Leerlaufdrehzahl. — Die Ergebnisse der im einzelnen nicht ganz einfachen mathematischen Ableitungen lassen sich für Sonderschaltungen leicht übersehen und werden insbesondere zur Klärung der Wirkungsweise der SSW-Kaskade und einer von der ASEA entwickelten Schaltung angewandt und durch ein Zahlenbeispiel erläutert. (L. Dreyfus, Bull. SEV Bd. 18, S. 744.) *Oldff.*

[1] Einige Resultate sind in Rev. Gén. d'El. Bd. 22, S. 1175 veröffentlicht. Vgl. ETZ 1928, S. 1302.



Apparatebau.

Freileitungsmastschalter. — Von der Duquesne Light Co. wurden im Jahre 1927 umfangreiche, durch oszillographische und Filmaufnahmen unterstützte Schaltversuche mit verschiedenen Typen von Freileitungsmastschaltern durchgeführt, um insbesondere über das Verhalten der einzelnen Schalterkonstruktionen bezüglich Ausbildung und Löschung von Lichtbögen Aufschluß zu erhalten. Die Mastschalter waren als Hörnerschalter zum Ausschalten unter Last bei einer Betriebspannung von 22 000 V ausgelegt. Die Stromstärke bei den verschiedenen Versuchen schwankte zwischen 300 und 480 A in 1 Phase und wurde durch Wasserwiderstände geregelt. Die erste Versuchsschaltreihe wurde bei normalen Phasenabständen durchgeführt. Hierbei traten in der Mehrzahl Fehlschaltungen auf, da sich entweder die drei Lichtbögen zu dreiphasigen Kurzschlüssen entwickelten oder ein Lichtbogen über einen Isolator nach Erde überging. Kurzschlüsse zwischen zwei Phasen bildeten sich meistens zu dreiphasigen Kurzschlüssen aus. Nur in wenigen Fällen kam der Kurzschluß selbsttätig zum Erlöschen. Bei Vergrößerung der Phasenabstände auf 1,5 ... 1,8 m nahm die Zahl der Fehlschaltungen nur unwesentlich ab. In einem Falle wurde der Lichtbogen von dem in Richtung des Schalters einkommenden Wind bis zu einer Länge von über 4,5 m ausgeblasen. (Die Windstärke schwankte bei den Versuchen zwischen 0 und 9 m/s.) Bei Phasenabständen von 2,1 m wurden etwa 75 % einwandfreie Schaltungen erzielt. An einem Schalter erfolgte bei 28 Schaltungen nur eine Fehlschaltung. Eine weitere Versuchsreihe diente dem Studium der zweckmäßigsten Hörnerausbildung. Die besten Ergebnisse bezüglich des Erlöschens sowie der Rückbildung von Lichtbogen wurden mit einem Vertikalschalter erzielt, dessen verlängertes bewegliches Horn am oberen Ende mit Ringen versehen und elastisch ausgebildet war. Infolge der ringförmigen Spitzenkonstruktion (an Stelle von zugespitzten Hörnerenden) konnte sich der Lichtbogen auf einer größeren Fläche ausbilden, so daß die entwickelte Wärmemenge und somit der Metalldampfgehalt des Lichtbogens verringert und dieser schneller zum Erlöschen gebracht wurde. Die hohe Bewegungsgeschwindigkeit der elastischen Hornspitze am Ende des mechanischen Ausschaltvorganges erschwerte eine Rückbildung des Lichtbogens wesentlich. Versuche bezüglich der zweckmäßigsten Ausschaltgeschwindigkeit ergaben, daß Mastschalter, bei denen die Ausbildung der Lichtbogen am Hörnerfuß erfolgte, nicht zu schnell geöffnet werden dürfen, da andernfalls die Lichtbogen keine Zeit finden, um an den Hörnern heraufzusteigen, und daher leicht nach Erde übergehen. Die Lichtbogen waren im allgemeinen sehr unstabil und bildeten sich häufig nach dem Erlöschen wieder zurück. Bei höheren Stromstärken besaßen die Lichtbogen stabileren Charakter, da die hierbei entwickelte größere Metalldampfmenge eine gleichmäßigere Ionisation der Luft zur Folge hatte. Die Stärke des Lichtbogens blieb bei den meisten Schaltungen für etwa 1 s konstant, fiel dann während der zweiten Sekunde allmählich und während der folgenden Sekunde sehr schnell ab. Schalter mit einseitiger Ausschaltbewegung sind wegen ihres einfachen mechanischen Aufbaus und ihres leichten Gewichtes den Schaltertypen mit zwei beweglichen Schaltarmen überlegen. Vertikal und horizontal arbeitende Schalter können bei sorgfältiger Konstruktion als nahezu gleichwertig angesehen werden, doch wird dem Vertikalschalter auf Grund der Versuche eine größere Betriebsicherheit zugesprochen. Bei einem Phasenabstand von mindestens 2,1 m und einem Phasenstrom von nicht mehr als 300 A bei 22 000 V kann die Zahl der einwandfreien Schaltungen mit etwa 90 % angenommen werden. (Raymond C. R. Schulze, El. World Bd. 89, S. 799.) *Wa.*

Beleuchtung.

Zur Haushalt-Lichtwerbung 1928[1]. — Wie uns die Zentrale für Lichtwerbung, Berlin, mitteilt, haben bis Ende August 49 Installateur-Ausbildungskurse in 41 Städten mit durchweg gutem Erfolg stattgefunden, und weitere 40 Kurse in 36 Städten liegen bereits fest. Insgesamt haben sich bisher 31 Elektrizitätswerke sowie die folgenden Gesellschaften für die Durchführung der Haushalt-Lichtwerbung entschlossen: Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft, Gesellschaft für Elektrizitäts-Anlagen, Gesfürel und das Märkische Elektricitätswerk A. G., Berlin, sowie die Landelektrizität G. m. b. H., Halle a. S., und die Thüringer Gasgesellschaft, Leipzig. In 20 Städten wurde im Anschluß an die von der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Elektro-Installateur- und Beleuchtungs-Gewerbes veranstalteten Kurse die im Organisationsplan vorgeschlagene Elektrogemeinschaft gegründet, in vier Städten ohne vorherige Kurse. Aussichtsreiche Verhandlungen zur Errichtung solcher Gemeinschaften schweben z. Z. noch mit einer ganzen Anzahl von Elektrizitätswerken und Installateurverbänden. Die Haushalt-Lichtwerbung wird von dem Reichsausschuß für hygienische Volksbelehrung gefördert, dessen Landesausschüsse sich bereit erklärt haben, mit den örtlichen Elektrogemeinschaften zusammenzuarbeiten.

Als wertvollen Ratgeber für eine gute Beleuchtung von Küche, Speisekammer, Bade- und Arbeitszimmer, des Vorraums, der Waschküche und anderer Nebenräume hat die Zentrale für Lichtwerbung soeben eine zweckmäßig illustrierte Broschüre „Gutes Licht gehört zum Haushalt" herausgegeben, die allen Interessenten von Nutzen sein wird. Sie soll anläßlich der geplanten Werbung an alle dem Stromnetz angeschlossenen Haushaltungen verteilt werden.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 691, 974 ff.

Fluoreszenz-Ultraviolett-Photometer. — Die steigende Verwendung der ultravioletten Strahlung in der Technik und besonders in der medizinischen Praxis machten immer stärker den Mangel eines einfachen und handlichen Meßgerätes fühlbar, welches schnell und dabei hinreichend zuverlässig die Intensität einer Ultraviolettstrahlung zu messen gestattet. Die üblichen, mehr laboratoriumsmäßigen Methoden sind entweder zu ungenau oder zu umständlich und zeitraubend. Anderson und Gordon haben ein einfaches Photometer entwickelt, welches die schwache grüne Fluoreszenzstrahlung einer Uranglasscheibe mißt, wenn diese der zu untersuchenden ultravioletten Strahlung ausgesetzt wird. Die Ultraviolettstrahlung trifft nach Passieren einer ultraviolett-durchlässigen Schwarzglasscheibe, welche das sichtbare Licht zurückhält, senkrecht auf das Uranglas. Hinter diesem befindet sich, durch eine undurchsichtige Scheibe getrennt, eine mattgeschliffene Klarglasscheibe, welche von einer elektrischen Glühlampe beleuchtet wird. Verglichen wird durch ein grünes Okularfilter hindurch in einem Photometer das seitlich aus den Rändern der beiden Glasplatten (des Uranglases und der Mattscheibe) austretende Licht, wobei an einem Amperemeter die durch einen eingebauten Vorschaltwiderstand zu regelnde Stromstärke der Lampe abgelesen wird, bei welcher im Photometer Helligkeitsgleichheit vorhanden ist. Verschieden breite Eintrittspalte am Apparat ermöglichen einen weiten Meßbereich.

Da die Fluoreszenzstrahlung des Uranglases aber nicht nur von der Intensität, sondern auch von der spektralen Energieverteilung der Ultraviolettstrahlung abhängig ist, so muß das Photometer für jede Form der Energieverteilung, d. h. also für jede einzelne Lampentype, besonders geeicht werden. Die umständliche Eichung einer Apparateserie, nach welcher aus der am Amperemeter abgelesenen Stromstärke die Energie der Ultraviolettstrahlung direkt in Erg/s bestimmt werden kann, wird beschrieben. (W. T. Andersen jr. u. E. Gordon, J. Opt. Soc. Am. Bd. 16, S. 224.) *Schb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Elektrisierung der Strecke Bozen—Brenner[1]. — Die Übertragungsleitungen Bozen—Brenner (2 parallele Gestänge geringen Abstandes mit je einer Drehstromleitung zu 60 kV) sind fast fertiggestellt; ebenso ist die Arbeit in den Transformatorenstationen und an den Fahrleitungen weit vorgeschritten, so daß im Herbst der Unterspannungsetzung kein Hindernis mehr im Wege stehen dürfte. Von den drei vorgesehenen Stromlieferanten ist das Pfitscher-Werk lieferfähig, doch kann es infolge der sehr geringen Winterwasserführung nur einen kleinen Teil der Winterleistung übernehmen. Für die Bahnstromlieferung sind dort zwei Maschinensätze von je 9000 kVA aufgestellt. Im Kardauner-Eisackwerk wurde mit der Montage der Bahnturbinen noch nicht begonnen. Das gleiche gilt von der Freiluftschaltanlage, so daß dieses Werk kaum vor Mitte des Jahres 1929 für die Bahn lieferfähig wird. Der dritte Stromlieferant für die Brennerbahn, das Kraftwerk der „Soc. Generale Elettrica Tridentina" bei Mezolombardo am Ausgange des Nonstals wird, wie dessen Bruderwerk Cogolo im obersten Nonstal, vor Ende 1929 nicht fertiggestellt. Es soll aber noch in diesem Jahre dort ein Umformer für 9000 kVA aufgestellt werden, der den mit Industriefrequenz von den Etschwerken in Meran bezogenen Strom auf Bahnfrequenz

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 477, 620, 658.



(16⅔ Hz) umformt. Mit dem Bau der Übertragungsleitung Mezolombardo—Bozen zum Anschluß an die elektrisierte Strecke ist jedoch noch nicht begonnen worden.

Es ist daher anzunehmen, daß die Anlage wohl kaum vor Mitte 1929 betriebsfähig sein wird. Das gleiche gilt auch von dem durch die Bahnelektrisierung bedingten Umbau der Eisackbrücke bei Atzwang, deren Eisenüberbauten durch Betonbogen ersetzt werden.

Ganz allgemein ist festzustellen, daß die italienische Bahnverwaltung das ganze Werk auf Grund ihrer nahezu 25jährigen Erfahrungen mit peinlicher Genauigkeit und ohne Übereilung durchführt. Dies gilt insbesondere für die vielgliedrige Drehstrom-Fahrleitung. *Bf.*

Die Elektrisierung der Zweigstrecke der New-Haven-Bahn nach Danbury. — Die Bahn zweigt von der am Ufer des Long Island-Sundes entlang führenden Hauptstrecke New York—New Haven bei South Norwalk nach Norden ab und erschließt ein Gebiet mit großen landschaftlichen Reizen, das auch große Entwicklungsmöglichkeiten als Gebiet für ausgedehnte Vorortsiedlungen besitzt. Die Elektrisierung dieser Zweiglinie erfolgte wegen ihres Anschlusses an die bestehende Hauptstrecke mit Einphasenstrom von 11 kV, 25 Hz.

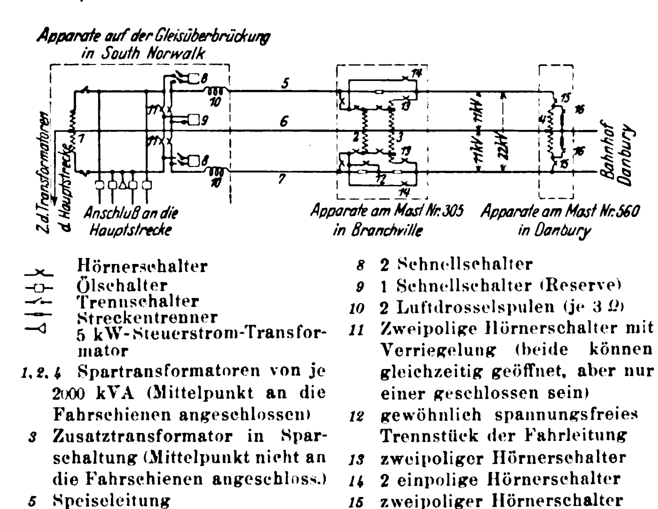


Abb. 5. Streckenspeisung in Dreileiteranordnung zur Verminderung der Beeinflussung der Schwachstromleitungen.

Da auf den Höhen, die das verhältnismäßig enge Tal begleiten, durch welches die Bahn führt, Schwachstromleitungen in geringer Entfernung von der Bahn entlang geführt sind, so mußte besondere Sorgfalt auf die Vermeidung induktiver Beeinflussung der letzteren verwandt werden. Aus diesem Grunde entschloß man sich zur Anwendung des ausgeglichenen Dreileitersystems, das auf der Hauptstrecke in Betrieb ist. Ausgleichtransformatoren wurden an beiden Enden und ungefähr in der Mitte der Strecke eingebaut. Auf der ganzen Strecke wurde auf den Fahrleitungsmasten eine Speiseleitung verlegt, die den Außenleiter des Dreileitersystems darstellt, während der zweite Außenleiter und der Mittelleiter durch den Fahrdraht und die Schienen gebildet werden. Die Spannung der Außenleiter gegeneinander beträgt 22 kV. Die Schaltung ist in Abb. 5 wiedergegeben. Die Strecke besitzt eine rd. 24 km lange ununterbrochene Steigung von Norwalk bis Topstone, die stellenweise bis zu 1,3 % beträgt, so daß die Belastung der elektrischen Ausrüstung gegenüber der auf der Hauptstrecke zulässigen herabgesetzt werden mußte, um übermäßige Erwärmung zu verhindern.

Das Aufbringen der Leitungen geschah von einem Arbeitszuge aus. Zuerst wurde die Speiseleitung und die Erdleitung aufgebracht; darauf folgten die Montage des stählernen Tragseils, das Ziehen des Hilfstragdrahtes aus Kupfer und des Fahrdrahtes. Letzterer ist aus Phonoelectricmetall mit 45 % Leitfähigkeit und in jedem Leitungsfeld an 4 bis 5 Punkten durch Drähte von der ungefähren Länge der Hängedrähte befestigt und dann gespannt. Hierbei wurden Thermometer verwandt, die statt in „F" in „Pfundspannung" eingeteilt waren. Das Tragseil wurde auf den richtigen Durchhang und die richtige Mittenabweichung in den Kurven gebracht. Danach konnte mit dem Einbau der Hängedrähte begonnen werden. Außer in besonders ungünstigen Fällen von Spannweite und Krümmung wurde nur wenig Nacharbeit durch Zuschneiden der Hängedrähte erforderlich. Als Isolatoren sind 3teilige Hängisolatoren verwandt. Der Fahrdraht liegt 6,7 m über SO, unter Brücken etwa 4,85 m.

Zur Verminderung der induktiven Beeinflussung der Schwachstromleitungen sind außer der Dreileiteranordnung noch besondere Maßnahmen ergriffen. So sind Schnellschalter eingebaut, die bei Kurzschlüssen oder starken Überlastungen die Zweigstrecke von der Hauptstrecke trennen und den Strom innerhalb einer Periode ($^1/_{25}$ s) unterbrechen.

Ferner ist in Branchville ein Zusatztransformator von 300 kVA Leistung in Sparschaltung eingebaut, der durch verschiedene Anzapfungen die Erhöhung der Fahrdrahtspannung um 2 ... 10 % ermöglicht. Um Kurzschließen der Endwindungen dieses Transformators im Falle der Überbrückung der Streckentrennung durch die Stromabnehmer einer Lokomotive zu verhindern, ist ein spannungsfreies Leitungsstück von 60 m Länge in die Trennstelle gelegt.

Der Verkehr zwischen Norwalk und Danbury wird jetzt durch Triebwagenzüge mit Vielfachsteuerung bedient, während die Durchgangszüge zwischen New York, Danbury und Pittsfield mit elektrischen Lokomotiven befördert werden. Es war nicht nötig, neue Betriebsmittel zu beschaffen, da die Fahrpläne eine bessere Ausnutzung des vorhandenen Materials gestatteten. (H. F. Brown, El.-Railw. Journ., Bd. 66, S. 309.) *Gthe.*

Fernmeldetechnik.

Neue Funksprechverbindungen nach Übersee. — Der Funksprechverbindung zwischen London und New York haben sich in neuester Zeit zwei neue Übersee-Fernsprechverbindungen Berlin—Buenos Aires und Holland—Niederländisch-Indien (beide je 12 000 km) hinzugesellt, die sich ebenfalls der drahtlosen Übertragung bedienen. Während auf den erstgenannten Funkfernsprechwegen lange Wellen mit großem Leistungsaufwand als Träger der Sprechströme dienen, werden hier kurze Wellen mit bedeutend geringerer Leistung verwendet.

Schon im August 1927 war es gelungen, in der Richtung von Nauen nach Buenos Aires Sprache mit großer Vollkommenheit zu übertragen. Auch bei Besprechungen des Nauener Kurzwellensenders von Berlin und Hamburg über neuzeitliche Fernkabelleitungen mit Weitverkehrseigenschaften war es möglich, das in Berlin und Hamburg gesprochene Wort klar verständlich nach Buenos Aires zu übertragen. Nachdem im Laufe des Winters ein von Telefunken für die Transradio Internationale in Monte Grande bei Buenos Aires errichteter Telegraphiersender mit Strahlwerfer Zusatzeinrichtungen für Sprachmodulation erhalten hatte, gelang es Telefunken am 29. IV. 1928, Sprache von Buenos Aires nach Berlin über die Empfangstelle in Geltow bei Potsdam mit bestem Erfolg zu übertragen. Damit war die Möglichkeit gegeben, den wechselseitigen Sprechverkehr zwischen Berlin und Buenos Aires aufzunehmen. Dank der Verwendung von Luftleitern mit Richtwirkung bei den Sendern und Empfängern sowie von besonderen Einrichtungen für die Milderung der Intensitätschwankungen infolge der Fading-Erscheinungen gelang es sehr bald, eine ebenso gleichmäßig laute und klar verständliche Sprachübertragung zu erzielen, wie wir sie bei einem guten Orts- und Ferngespräch gewohnt sind. Nach einigen Vorversuchen ist die neue Sprechverbindung von Berlin aus der Presse und auf Grund der günstigen Ergebnisse einer größeren Öffentlichkeit von der Ausstellung „Pressa" in Köln vorgeführt worden. Die beiden Sprechwege wurden zu diesem Zweck von Berlin aus in einer für den großen Weitverkehr schwachpupinisierten Vierdrahtleitung nach Köln verlängert. Diese mußte auf einem Umweg über Hamburg, Hannover, Frankfurt a. M. nach Köln (etwa 1000 km) geführt werden, weil die unmittelbare Fernkabelverbindung Berlin—Hannover—Dortmund—Köln noch keine leichtpupinisierten Leitungen enthält. Bei dieser Vorführung hat der Staatssekretär im Reichspostministerium Dr.-Ing. Feyerabend Begrüßungsworte mit dem deutschen Geschäftsträger in Buenos Aires ausgetauscht, die beiderseits vollkommen klar und deutlich verstanden wurden.

Eine weitergehende Aufgabe stellten die Versuche, Buenos Aires mit Berliner Sprechstellen zu verbinden. Während bei den Vorführungen beide Sprechwege völlig voneinander getrennt waren, mußten bei Weiterschaltung zu normalen Sprechstellen die beiden Sprechwege über Gabelschaltungen miteinander und mit den Teilnehmerleitungen verbunden werden. Dies war ohne weiteres

möglich, ohne die Gefahr von Rückkoppelungen zwischen den beiden Sprechwegen herbeizuführen, solange in Buenos Aires eine Sprechstelle mit getrenntem Mikrophon und Fernhörer verwendet wurde. Das hierbei in Buenos Aires entstehende Echo wurde zunächst in Kauf genommen. Später ist auch mit einer sprechgesteuerten Schaltung gearbeitet worden, die die Echostörung unterdrückt. Alle angerufenen Teilnehmer hoben rühmend die Güte der Übertragung hervor. Gegenwärtig werden die Versuche fortgesetzt, um neue Schaltungen zu erproben und Erfahrungen zu sammeln. Voraussichtlich wird im Herbst mit der Aufnahme des Sprechverkehrs gerechnet werden können.

Über die technischen Einzelheiten sei noch folgendes gesagt: Die beiderseitigen Sender mit Strahlwerfer Nauen und Monte Grande bei Buenos Aires entwickeln eine Röhrenleistung von 20 kW und strahlen eine Trägerwelle von 14,83 m und 15,34 m aus. Der Empfänger in Buenos Aires steht in Villa Elisa. Sender und Empfänger sind auf argentinischer Seite durch 25 km lange Pupinkabel mit der Betriebszentrale der Transradio Internationale verbunden. Auf deutscher Seite verbinden ebenfalls Fernkabelleitungen den Sender in Nauen und den Empfänger in Geltow mit dem Verstärkeramt Berlin, Neue Winterfeldtstraße, und mit dem Fernamt in der Französischen Straße.

Die zweite neue vom europäischen Kontinent (Holland) ausgehende Kurzwellenverbindung hat ebenfalls eine längere Vorgeschichte. Anfänglich hatte die Firma Philips in Eindhoven mit Hilfe eines von ihr gebauten Kurzwellensenders in Eindhoven eine einseitig wirksame Sprechverbindung mit Niederländisch-Indien eingerichtet und u. a. der Königin von Holland vorgeführt. Später, etwa vor Jahresfrist, hat die niederländische Telegraphenverwaltung sich der Aufgabe unterzogen, eine wechselseitige Sprechmöglichkeit mit der niederländischen Kolonie einzurichten. Unter der Leitung von Dr. Koomans ist der Kurzwellensender auf niederländischer Seite mit einer Röhrenleistung von 25 kW in Kootwijk bei Apeldoorn aufgestellt worden, der Empfänger in Meijendel bei Den Haag. Auf indischer Seite steht der Sender in Malabar und der Empfänger in Rantja Ekket, beide auf der Insel Java. Gesendet wird in Richtung nach Indien mit der Wellenlänge 18,4 m und in umgekehrter Richtung mit der Wellenlänge 15,96 m. Auf der niederländischen Seite sind Sender und Empfänger durch Kabelleitungen mit Amsterdam verbunden; auf indischer Seite sind Hör- und Sprechweg durch Leitungen nach Bandoeng auf Java verlängert. Hör- und Sprechweg sind völlig getrennt voneinander. Solange auf indischer Seite Hör- und Sprechweg getrennt bleiben, besteht auch hier die Möglichkeit, beide Wege auf niederländischer Seite miteinander nach Art der Vierdrahtgabelschaltung in Landleitungen zu verbinden, um auf eine Zweidrahtleitung überzugehen und damit gewöhnliche Teilnehmersprechstellen und ferne Orte anzuschalten. Die Sprachübertragung ist überraschend klar; sie leidet allerdings etwas unter den für Kurzwellenübertragungen bezeichnenden schnellen Fading-Erscheinungen; eine Unterhaltung ist aber trotzdem möglich. Die indische Sprechverbindung wird in Holland an mehreren Tagen in der Woche der Öffentlichkeit kostenfrei vorgeführt. Zeitweilig wird die indische Verbindung über eine Zweidrahtkabelleitung von Amsterdam nach Köln zur Pressa-Ausstellung weitergeleitet und in der niederländischen Abteilung der Pressa der Öffentlichkeit gezeigt. Dem Vernehmen nach beabsichtigt die holländische Telegraphenverwaltung, den kommerziellen Verkehr erst nach Umbau der zunächst noch behelfsmäßigen Sender und Empfänger aufzunehmen. (K. Höpfner, Europ. Fernspr. 1928, S. 159.) *Bkm.*

Zwischenstaatlicher beratender Ausschuß für den Fernsprechweitverkehr (CCI)[1]. — In der Woche vom 11. bis 18. VI. trat das CCI in Paris zu seiner fünften Vollsitzung zusammen, nachdem in der vorhergehenden Woche die Berichterausschüsse für den Fernsprech-Eichkreis und für Übertragungsfragen noch einige letzte Fragen zum Teil in gemeinsamer Sitzung geklärt hatten. Die diesjährige Vollversammlung hob sich besonders dadurch hervor, daß der von der American Telephone and Telegraph Co. dem CCI gewidmete Ureichkreis für die Fernsprechübertragung in Paris aufgestellt und dem CCI übergeben wurde. — Auf Grund der Berichte der Berichterausschüsse ist die Vollversammlung zu folgenden Entschlüssen gekommen.

I. Pupinisierung der Fernkabel. Mit Rücksicht darauf, daß seit Aufstellung der bestehenden Pflichtenhefte für Kabel, Spulen und Verstärker erhebliche Fortschritte im Fernsprechweitverkehr erzielt worden sind, empfiehlt das CCI den ihm angegliederten Verwaltungen die Prüfung folgender Fragen:

1. Ist es praktisch und erscheint es vorteilhaft, gelegentlich dieser Verbesserung die europäischen Systeme des Fernsprechweitverkehrs zu vereinheitlichen?
2. Welche Werte der Grenzfrequenz, des Frequenzbandes usw. sind zu wählen?
3. Empfiehlt es sich, die Vereinheitlichung so weit zu treiben, daß Spulenabstand, Verstärkerabstand, Leiterdurchmesser usw. oder einige dieser Elemente überall in Europa einheitlich sind?
4. Sollen die dann neu aufzustellenden Pflichtenhefte die alten Pflichtenhefte ersetzen oder sollen sie ihnen nur angegliedert werden?

Um den Fernsprechverwaltungen die Beantwortung dieser Fragen zu erleichtern, hat das CCI auf Vorschlag des dritten Berichterausschusses eine Reihe von Leitsätzen aufgestellt, nach denen die Güte einer Fernsprechübertragung beurteilt werden muß.

Diese Frage wird voraussichtlich weitgehend geklärt werden durch umfangreiche Versuche an dem neuen Fernkabel Hannover—Minden—Wiedenbrück, die einen möglichen Weg zur Vereinheitlichung der Pupinisierungssysteme darstellen; das wesentlichste Kriterium der zwischen Hannover und Wiedenbrück angewandten Pupinisierung ist die Erhöhung der Grenzfrequenz für die mittelstarke Belastung der Stammleitungen von 2800 Hz auf etwa 3400 Hz und eine entsprechende Erhöhung der Grenzfrequenz für die Viererleitungen mittelstarker Belastung und für die schwachbelasteten Stamm- und Viererleitungen. Das neue Pupinisierungssystem strebt eine gleichmäßige Übertragungsgüte in allen Fernleitungen geringer oder großer Länge im inneren und zwischenstaatlichen Verkehr an, was durch die bisher üblichen Pupinisierungssysteme nicht gewährleistet ist. Als Material für die Beurteilung der Frage der Vereinheitlichung hat das CCI bemerkenswerte Beiträge der Siemens & Halske A. G. und der International Standard Electric Corporation zu der in Rede stehenden Frage, ferner von Dr. Mayer (S & H), vom GPO in London und von Collard (ISEC) zur Frage der Messung der Silbenverständlichkeit beigefügt.

II. Einschwingvorgänge. Nach wie vor betrachtet man eine Einschwingzeit von 30 ms für die höchste zu übertragende Frequenz als einen äußersten Grenzwert. Die Frage, bis zu welcher oberen Frequenz die Leitungen mit Rücksicht auf die Einschwingvorgänge übertragen sollen, ist in diesem Zusammenhang offen geblieben. Hiermit beschäftigt sich die Frage unter I. Die Siemens & Halske A. G. hat zu der Frage der Einschwingvorgänge und ihrer Beseitigung einen bemerkenswerten Beitrag geliefert, der sich auch eingehend mit der Phasenentzerrung befaßt.

III. Zur Frage des Messens der Nebensprechdämpfung mit der Sprache oder ihres Ersatzes durch einzelne Frequenzen oder Frequenzgemische konnte endgültig nicht Stellung genommen werden, weil von keiner Seite abschließende, allgemein annehmbare Vorschläge vorlagen. Bemerkenswerte Beiträge der International Standard Electric Corporation, der schweizerischen, englischen und deutschen Verwaltung sowie von Dr. Jordan suchen die in Rede stehende Frage zu klären, ohne eine endgültige Antwort auf die Fragen zu bringen.

IV. Es sind Richtlinien für die Aufstellung von Pflichtenheften für Verstärkerämter und deren Einzelteile aufgestellt worden; ferner sind die bestehenden Pflichtenhefte für Verstärker vervollkommnet worden. Die Richtlinien betreffen u. a. die Endverschlüsse von Fernkabeln, die Einschaltung von Sicherungen an den Kabelenden, die Stromversorgung der Verstärkerämter, die Nachbildungen für Zweidrahtleitungen und die Echosperrer. Da es nicht möglich war, für diese Teile allgemeingültige Einzelheiten festzulegen, hat man sich darauf beschränkt, nur allgemeine Forderungen aufzustellen.

Bemerkenswert sind die Änderungen an den Pflichtenheften namentlich für Zweidrahtverstärker; das CCI empfiehlt, daß künftig auch im Zweidrahtbetrieb Verstärker verwendet werden, deren Verstärkung im Frequenzbereich, den die Leitung gut übertragen soll, so frequenzabhängig ist, daß die Dämpfungsverzerrung der Leitung genügend ausgeglichen wird. In der Nähe der Grenzfrequenz der Leitung soll die Verstärkung unterdrückt sein; für die niederen Frequenzen darf die Verstärkung die Werte der Kurve einer Verstärkungsziffer bei genauer Entzerrung nicht überschreiten. Die Frequenzkurven der Verstärkung für die verschiedenen Stellungen des Schwächungswiderstandes (Potentiometers) sollen in dem Frequenzbereich der Übertragung einander parallel sein. Die

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1287.

in der deutschen Technik schon lange erkannte Zweckmäßigkeit, auch im Zweidrahtbetrieb mit entzerrenden Verstärkern zu arbeiten, wird damit vom CCI allgemein empfohlen.

Das Pflichtenheft für Zweidrahtverstärker ist ferner ergänzt worden durch eine Empfehlung über die Anpassung der Verstärker an die Leitung. Die Anpassung unter Berücksichtigung der Leitungsübertrager soll so vollkommen sein, daß $2\frac{Z-W}{Z+W} = 0{,}4$ ist, wobei Z den Wellenwiderstand der Leitung und W den Scheinwiderstand des Zweidrahtverstärkers bedeuten. Das nutzbare Frequenzband in mittelstark belasteten Leitungen ist auf 300 bis 2000 Hz beschränkt worden (früher 300 ... 2200 Hz). Die Wirkleistung des nicht unterbrochenen, sinusförmigen Rufstroms soll beim Nullpegel zwischen 3 und 6 mW liegen; ferner soll eine einheitliche Modulationsfrequenz angenommen werden, sobald die Möglichkeit dazu besteht, und zwar 20 Hz.

V. Die Pflichtenhefte für Fernkabel und Pupinspulen sind den Fortschritten im Kabel- und Spulenbau namentlich bezüglich der Gleichmäßigkeit der Kabel bis zu einem gewissen Grade angepaßt worden. Die Pflichtenhefte für Trommellängen sind insofern vervollständigt worden, als gewisse Grenzwerte für die Kapazitätsunsymmetrie der Viererkreise gegen Erde eingeführt worden sind. Die Kapazitätsunsymmetrie zwischen einer Viererleitung und jeder der beiden Stammleitungen desselben Viererseils wird nunmehr nach der deutschen Praxis definiert durch die Kapazität, die zwischen dem Drahte eines Drahtpaares und einem der Drähte des anderen Paares geschaltet werden muß, um die Unsymmetrie zu beseitigen, während sie früher definiert wurde durch die Kapazität, die zwischen einem der Drähte des in Rede stehenden Paares und dem geerdeten Bleimantel zum gleichen Zweck geschaltet werden mußte. Die nach den beiden Definitionen bestimmten Kapazitätsunsymmetrien stehen bekanntlich im Verhältnis von 1 : 2. Endlich sind die Bestimmungen über Kapazitätsunsymmetrien zwischen Stammleitungen und Viererschaltungen verschiedener Vierer ergänzt worden.

VI. Die „Anleitung für die Inbetriebnahme und Unterhaltung zwischenstaatlicher Fernsprechleitungen" ist einer gründlichen Nachprüfung unterzogen worden. Die Pegelwerte (Leistungspegel) am Ausgang des Verstärkeramts an der Grenze sollen künftig, sofern nicht besondere Verhältnisse vorliegen, einheitlich auf + 0,5 Neper festgesetzt werden. Die Pflichten und Aufgaben des Voramts (Directrice) und des Hilfsvoramts (Sous-Directrice) sind den neuesten Erfahrungen angepaßt und neu redigiert worden. Die regelmäßigen Messungen an den zwischenstaatlichen Leitungen sollen künftig obligatorisch sein.

VII. Die bei den Erörterungen über die Übertragungseinheit vor etwa drei Jahren aufgestellten Definitionen der verschiedenen Dämpfungs-, Verstärkungs- und Verständlichkeitsbegriffe sind nachgeprüft worden. Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei gewidmet

a) dem Begriff des „équivalent de transmission" (Bezugsdämpfung), der für die Messungen mit dem Fernsprech-Eichkreis von Bedeutung ist; ferner
b) dem Begriff der räumlichen Dämpfung (affaiblissement) im allgemeinen,
c) der Vierpoldämpfung (affaiblissement image),
d) den aus der deutschen Technik stammenden Begriffen der „Betriebsdämpfung" und „Betriebsverstärkung", die besondere Beachtung in der Leitungs- und Verstärkertechnik mit Recht beanspruchen können, und
e) dem Begriff der Verständlichkeit (netteté, intelligibility) für Laute, Silben, Wörter und Sätze. Ein neuer Begriff, der der Sinnverständlichkeit (netteté pour une conversation suivie, intelligibility) wurde aufgestellt; er wird gekennzeichnet durch das Verhältnis der richtig verstandenen Hauptbegriffe (mots essentiels, key words) zur Gesamtzahl der übermittelten Hauptbegriffe.

Im Ständigen Ausschuß für die Eichkreise wurde festgelegt, daß es künftig neben dem Ureichkreis noch Haupteichkreise und Arbeitseichkreise geben soll. Die technische Gestaltung der Haupteichkreise und der Arbeitseichkreise und ihre Eichung am Ureichkreis sind im einzelnen festgelegt worden.

VIII. Die Fragen des Schutzes gegen induktive und Korrosionstörungen sind durch die bisherigen Arbeiten so weit gefördert worden, daß die Arbeiten fernerhin zweckmäßig in der gemischten internationalen Kommission (CMI) behandelt werden, die schon im vergangenen Jahr für die Frage der induktiven Störungen gegründet wurde und in deren Arbeitsbereich in diesem Jahr auch die Arbeiten der Kommission für Korrosionschutz verwiesen worden sind. Diese gemischte Kommission wird unter deutschem Vorsitz tagen. — Weiter sind Fragen der Organisation, des Verkehrs und Betriebs, die Aufstellung einer Liste von graphischen Symbolen für die Fernsprechtechnik, die Herausgabe eines mehrsprachigen Wörterbuchs für die Fernsprechtechnik u. a. erörtert worden. Auch für das nächste Berichtsjahr ist wieder ein recht reichhaltiges Arbeitsprogramm aufgestellt; unter den zu prüfenden Fragen sind u. a. bemerkenswert:

Zulässige Grenzen für die von Starkstromanlagen herrührenden Geräusche in Freileitungen und Kabeln.

Wie kann man die von einer benachbarten Starkstromanlage herrührende Störwirkung definieren und bestimmen?

Die schon oben erwähnte Frage der Möglichkeit zur Vereinheitlichung der Übertragungsysteme für den Weitverkehr.

Maßnahmen zur Beseitigung der zeitlichen Schwankungen der Restdämpfung langer zwischenstaatlicher Leitungen mit mehr als 12 Verstärkern.

Eignung der Doppelsternkabel für den Fernsprechweitverkehr.

Die Beziehung zwischen Silben- und Sinnverständlichkeit in sehr langen zwischenstaatlichen Leitungen und Beschreibung und Ergebnisse der verschiedenen Verfahren zum Prüfen der Teilnehmerapparate und Leitungen vom Amt aus.

In welchem Maße darf eine drahtlose Fernsprechverbindung von den Regeln abweichen, die das CCI für Drahtleitungen empfohlen hat, bezüglich der Lautstärke und des Frequenzbandes der Übertragung sowie der Störgeräusche?

Sollen einem Flieger bei einer Notlandung besondere Vorrechte bei der Abwicklung seiner Ferngespräche mit seinem Heimatflughafen oder dem nächstgelegenen Flughafen zugebilligt werden?

Kann eine Formel aufgestellt werden, die angibt, wieviel Leitungen erforderlich sind, um den Verkehr in den verschiedenen Tagesstunden ohne Überschreitung einer Höchstwartezeit abzuwickeln?

Die deutsche Einladung an das CCI zur Tagung im Juni 1929 in Berlin ist mit Beifall angenommen worden. (Europ. Fernspr. 1928, H. 9, S. 171.) *Bkm.*

Hochspannungstechnik.

Überspannungen durch Blitzschlag auf Hochspannungsfreileitungen. — Über das Ergebnis der letzten amerikanischen Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der atmosphärisch bedingten Überspannungserscheinungen bei elektrischen Freileitungen berichtete der „Ausschuß für Kraftübertragung und -verteilung" gelegentlich der Sommertagung des Am. Inst. El. Engs. zu Detroit im Jahre 1927. Die Messung der Höhe der bei atmosphärischen Entladungen an Hochspannungsfreileitungen auftretenden Überspannungen erfolgte mittels des auf einer Anwendung der Lichtenberg-Figuren beruhenden Klydonographen[1] (Wellenschreiber), welcher im Jahre 1923 von den Amerikanern herausgebracht und inzwischen wesentlich verbessert wurde. Mit diesem Apparat, welcher eine Meßgenauigkeit von etwa 25 % besitzen soll, wurden auf Grund mehrjähriger, sorgfältig durchgeführter Messungen an Hochspannungsfreileitungen mit 120 ... 140 kV Betriebspannung Blitzüberspannungen in der Größenordnung von 1200 ... 1400 kV, an 220 kV-Netzen solche von 1800 ... 2000 kV festgestellt. Die meisten vom Klydonographen aufgezeichneten Überspannungen waren positiv, erreichten jedoch nur in wenigen Fällen Werte von 1000 kV und darüber.

Die höchsten als negative Figuren aufgezeichneten Blitzüberspannungen waren eine Folge direkter Blitzschläge in die Leitung. Diese führten stets zu Über- bzw. Durchschlägen der Isolatoren, wobei ein einzelner Überschlag gewöhnlich nicht genügte, um die Energie abzuführen, so daß noch weitere Isolatoren beschädigt wurden. Sehr hohe Überspannungen wurden bereits nach 10 ... 15 km bis unter die Korona-Spannung gedämpft, während Wellen niedrigerer Spannungen oft längere Strecken durchwanderten, ohne daß eine wesentliche Dämpfung derselben erfolgte. Die Höhe der bei atmosphärischen Entladungen auftretenden Ströme schwankt naturgemäß in weiten Grenzen. Bei direkten Blitzschlägen kann mit Strömen in der Größenordnung von 10 000 bis

[1] Vgl. ETZ 1924, S. 753; 1927, S. 737.



100 000 A, bei indirekten Entladungen mit solchen von etwa 3000 A gerechnet werden. Bei der Ableitung der bei Blitzschlägen auftretenden Überspannungsenergien spielt der Widerstand des Mastes sowie der Erde eine wesentliche Rolle, da bei zu niedrigem Erdwiderstand die Ausbildung starker Lichtbögen infolge der höheren Ströme begünstigt werden kann, während anderseits die Ableitung der Blitzenergie an möglichst wenig Leitungspunkten einen nicht zu hohen Widerstand erfordert. Die mit Rücksicht auf diese Bedingungen zweckmäßigste Größe des Erdwiderstandes soll durch theoretische und experimentelle Untersuchungen noch geklärt werden.

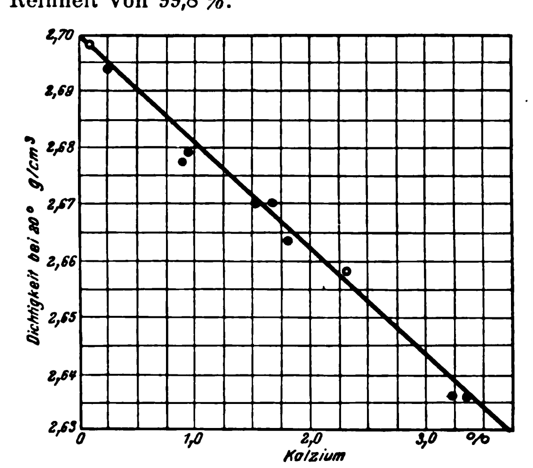
Die vielfach umstrittene Frage über den Schutzwert von Erdseilen bei Freileitungen wurde durch sorgfältige Beobachtungen von atmosphärischen Überspannungserscheinungen an Hochspannungs-Freileitungen mit und ohne Erdseil dahin geklärt, daß die Höhe der Blitzüberspannungen bei Verwendung von Erdseilen wesentlich herabgesetzt wird und zwar um so mehr, je höher die Betriebspannung des Netzes ist. Bei einem mit 132 kV ohne Erdseil betriebenem Drehstrom-Freileitungsnetz wurden im Jahre 1925 während der gewitterreichen Zeit 88 durch Blitzüberspannungen hervorgerufene Überschläge festgestellt, welche in der Mehrzahl an den Isolatoren des zu oberst angeordneten Leiters, und zwar besonders an den in erhöhtem Gelände verlegten Stellen des Leitungszuges auftraten. Nach Verlegung eines Erdseiles ging die Zahl der während der Gewitterperiode des Jahres 1926 beobachteten Überschläge auf 10 herunter. Die erhöhte Gefährdung des obersten Leiters einer Drehstrom-Leitung läßt sich durch die Anordnung der Leiter in derselben Horizontalen nebeneinander, und zwar am zweckmäßigsten an einer schwenkbaren Traverse vermeiden, da hierbei das aus mechanischen Gründen verlegte Erdseil gleichzeitig den Schutz gegen atmosphärsiche Erscheinungen übernimmt. (In Deutschland befinden sich bereits seit Jahren derartige Drehstromleitungen in Betrieb.) Als Material für die Herstellung der Erdseile werden, im Gegensatz zu der in Deutschland allgemein üblichen Praxis (Stahl), von den amerikanischen Gesellschaften Stahl-Aluminium, Kupfer bzw Kupferlegierungen bevorzugt. Die bisher noch nicht völlig geklärten Blitzüberspannungs-Erscheinungen — wie Stirnlänge der Blitzüberspannungswellen, Dauer, Energie usw. — sollen durch weitere Forschungen systematisch untersucht werden. Über die vielfachen Faktoren, welche die Isolationsfestigkeit von Verteilungsanlagen beeinflussen, sowie über den zweckmäßigsten Schutz von Hochspannungs-Verteilungsleitungen gegen atmosphärische Überspannungen liegt ein abschließendes Urteil noch nicht vor. Praktische Erfahrungen, welche mit Blitzableitern verschiedener Typen in einem 4000 V-Verteilungsnetz gewonnen wurden, standen teilweise im Gegensatz zu den auf Grund von theoretischen Überlegungen und Laboratoriums-Untersuchungen zu erwartenden Ergebnissen. Diese Widersprüche sollen durch sorgfältige Untersuchungen noch geklärt werden.

Die höchste bei Kabelnetzen bisher vom Klydonographen aufgezeichnete Überspannung betrug das 4,6fache der Normalspannung. Rd. 99 % aller Blitzüberspannungen lagen unter dem dreifachen der normalen Spannung. Die höchsten Überspannungen traten nur einen geringen Bruchteil einer Sekunde auf, so daß sie wahrscheinlich keinen nachteiligen Einfluß auf die Isolation des Kabels hatten. Die zweckmäßigste Konstruktion von Kabeln für Übertragungspannungen von 110 kV und darüber wurde durch praktische Versuche soweit geklärt, daß die Verwendung von Kabeln für diese Betriebspannungen unbedenklich erfolgen kann (J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 691). *Wa.*

Chemie.

Die Ventilwirkung des Silbers in wässerigen Lösungen von Kaliumsilbercyanid. — Es ist bekannt, daß bei der galvanischen Versilberung mit wässeriger Lösung von Silbercyanid dem Elektrolyten stets ein Überschuß von Cyankalium zugesetzt werden muß, da sich sonst auf der Anode eine Schicht schwerlöslichen, schlecht leitenden Paracyansilbers bildet, die den Strom unterdrückt. A. Güntherschulze hat die daher zu erwartende Ventilwirkung des Silbers in reinen Lösungen von Kaliumsilbercyanid untersucht und gefunden, daß es sich um eine echte Elektronenventilwirkung handelt, die jedoch nur gegen Gleichstrom wirksam ist, weil die Paracyansilberschicht kathodisch reduziert wird. Die Formierung setzt erst nach einer Latenzzeit ein, die mit abnehmender Formierungstromdichte zunimmt. Die Formierungsgeschwindigkeit ist der Stromdichte proportional, nimmt mit der Konzentration des Elektrolyten ab und ist von der Temperatur nur wenig abhängig. Wird die Silberanode dauernd an eine unter der Funkenspannung liegende Spannung geschaltet, so sinkt der Strom asymptotisch auf sehr kleine Beträge, denen Widerstände von mehr als 10 Mill. Ω/cm² entsprechen, also für eine elektrolytische Zelle sehr hohe Werte. Die elektrostatische Kapazität der die Ventilwirkung bedingenden Schicht ist sehr viel kleiner als beim Tantal und infolge großer Energieverluste nicht genau meßbar. (A. Güntherschulze, Z. Phys. Bd. 40, S. 876.) *Br.*

Elektrischer Widerstand von Aluminium-Kalziumlegierungen. — Oft wird ein niedriger und in anderen Fällen ein hoher elektrischer Widerstand verlangt. Der niedrige Widerstand des reinen Aluminiums ist bekannt, für hohen Widerstand hat sich ein Zusatz von Kalzium bis zu 3 % sehr bewährt. Das Kalzium vereinigt sich mit dem Silizium und bildet eine Zusammensetzung von Kalzium und Silizium, welche im Aluminium unlöslich ist und wenig Wirkung auf die Leitfähigkeit hat. Das für die Versuche benutzte Aluminium bestand aus ungefähr 99,94 % reinem Aluminium und enthielt ferner 0,022 % *Fe*, 0,013 % *Si* und 0,022 % *Cu*. Das Kalzium hatte eine Reinheit von 99,8 %.



○ kalt gewalzt • gegossen

Abb. 6. Widerstandszahlen von Aluminium-Kalziumlegierungen.

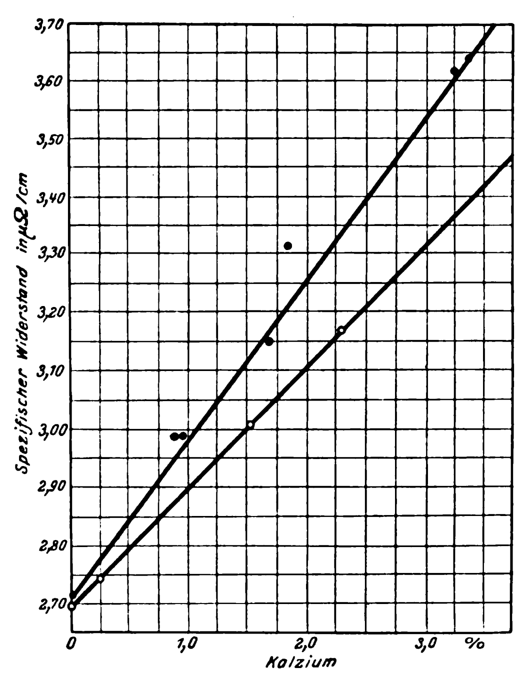
Mit gegossenem und kalt bearbeitetem Material wurden eine Anzahl Versuche unternommen. Die gegossenen Stäbe hatten einen Durchmesser von 1,2 cm und eine Länge von 12,5 cm und waren in Graphitformen gegossen und bearbeitet. Ihr Widerstand wurde gemessen, indem man die Proben in Serie mit einem normalen Widerstand von 0,001 Ω schaltete und den Abfall im Potential über eine gewisse Länge mit dem Abfall im Potential über die 0,001 Ω verglich, während ein konstanter Strom durchging. Während des Versuchs wurden die Proben in ein Ölbad von der konstanten Temperatur von 20° getaucht. Die Ergebnisse sowohl der elektrischen als auch der Dichtigkeitsmessungen sind in folgender Zahlentafel zusammengestellt:

Probe Nr.	Kalziumgehalt %	Dichtigkeit g/cm³	Widerstand μΩ/cm
1	0,00	2,700	2,708
2	0,89	2,677	2,988
3	0,93	2,679	2,992
4	1,67	2,669	3,143
5	1,82	2,664	3,309
6	3,26	2,637	3,610
7	3,34	2,636	3,632

Die kalt gewalzten Proben wurden auch zunächst in Graphit im Querschnitt 1,2 × 2,2 cm gegossen und dann gewalzt und bearbeitet. Die Ergebnisse waren die folgenden:

Probe Nr.	Kalziumgehalt %	Dichtigkeit g/cm³	Widerstand μΩ/cm
8	0,00	2,700	2,699
9	0,25	2,693	2,742
10	1,52	2,670	3,006
11	1,54	2,670	3,011
12	2,29	2,658	3,169
13	2,32	2,658	3,168

Zum Vergleich mögen die Messungen einer reinen Aluminiumprobe von 99,971 % Reinheit gelten, die im geglühten Zustand einen Widerstand von 2,669 µΩ/cm und eine Dichtigkeit von 2,6996 g/cm³ hatte.



• gegossene Proben   o kalt gewalzte Proben.

Abb. 7. Dichtigkeit von Aluminium-Kalziumlegierungen.

Die Widerstandszahlen sind graphisch in Abb. 6 aufgetragen und sind angenähert proportional dem Kalziumgehalt; die gegossenen Proben haben einen höheren Widerstand. In Abb. 7 sind die Dichtigkeiten der verschiedenen Versuchstäbe als Funktionen der Zusammensetzung aufgetragen. Auch die Dichtigkeit ist nahezu proportional dem Kalziumgehalt. Die errechneten Dichtigkeitswerte, bei Verwendung einer Dichtigkeit des Aluminiums von 2,700 und des Kalziums von 1,55, stimmen sehr nahe mit den interpolierten Werten der Abb. 2 überein. Die Vergleichswerte sind:

Kalzium %	Beobachtete Dichtigkeit	Errechnete Dichtigkeit	Unterschied
1	2,681	2,680	— 0,001
2	2,662	2,661	— 0,001
3	2,643	2,642	— 0,001

(Transact. Am. Electrochem. Soc. Bd. 50, S. 391.) *Ill.*

Werkstatt und Baustoffe.

Elektrizität in der Härterei. — Elektrisch geheizte Öfen zum Härten und zur Warmbehandlung finden immer weitere Verbreitung. Die Pratt & Whitney Co., Hartford, Conn., unternimmt die gesamte Warmbehandlung mit Ausnahme der Werkzeuge, die für Schnelldrehstahl benutzt werden, in elektrisch geheizten Öfen. Aber auch für diese Werkzeuge hat man Versuche mit einer neuen Art elektrischer Heizkörper angestellt in der Absicht, die benötigten höheren Temperaturen zu erreichen. Die Versuche sind bisher zufriedenstellend ausgefallen, so daß dann die letzten Öfen mit Ölheizung aus der Härterei verschwinden. Vor ungefähr vier Jahren wurde ein elektrisch geheiztes Bleibad angeschafft. Man fand, daß die elektrische Heizung ungefähr 25 ... 30 % mehr als die Ölfeuerung kostete, was aber mehr als ausgeglichen wurde durch die genauere Temperaturregelung und durch die geringeren Löhne, um den Ofen auf die richtige Temperatur zu bringen. Als Ergebnis dieser Versuche hat die Gesellschaft jetzt 14 solcher Öfen in Betrieb, zwei kastenförmige elektrisch geheizte Öfen und einen Bleibadofen zum Anlassen von Schnelldrehstahl, in dem ungefähr 2270 kg Blei auf der bestimmten Temperatur gehalten werden. Die Haltbarkeit der Bleibehälter scheint unbegrenzt zu sein, da Behälter, die schon drei Jahre in Betrieb sind, wie neue Behälter aussehen.

Auch bei der Firma Dodge Brothers, Inc. Detroit, ist die ganze Härterei mit elektrischer Heizung versehen. Die Vorteile sind: Bessere Qualität des Erzeugnisses, genaue Regelung der Wärme, geringe Instandhaltungskosten, bessere Arbeitsbedingungen, weniger Ausschuß und selbsttätiger Betrieb. Diese Gesellschaft verbraucht 7500 kW und behandelt ungefähr 200 000 kg täglich. Hierzu dienen 32 kastenförmige Öfen, 24 Ablöschöfen, 16 Anlaßöfen und 6 Durchstoßöfen.

Auch die Walworth Co., Boston, berichtet eine Produktionsteigerung von 50 % durch elektrisch geheizte Öfen für ihre Härterei. Die Erzeugung besteht in verschiedenen Arten Schraubenschlüsseln und anderen Schmiedestücken. Die Warmbehandlung dieser Schmiedestücke bei Verwendung von Öl zu 0,06 RM/l belief sich auf 57,20 RM/t. Nach Einführung der elektrisch geheizten Öfen reduzierten sich die Kosten auf 32,90 RM/t bei 0,05 RM/kW, was eine Ersparnis von 24,30 RM/t bedeutet. (The Iron Age Bd. 120, S. 1584.) *Ill.*

Verschiedenes.

Technische Zeitschriftenschau. — Die „Technische Zeitschriftenschau" hat mit ihrem vom VDE herausgegebenen Teil „Elektrotechnik" nunmehr nahezu dreiviertel Jahre lang die Titel und den wesentlichen Inhalt der bemerkenswerten Neuerscheinungen auf allen Gebieten der Elektrotechnik geliefert.

Sie hat damit allen denen, die am Fortschritt der elektrotechnischen und verwandten Wissensgebiete mitarbeitend beteiligt sind, ein wichtiges Hilfsmittel zur schnellen und mühelosen Erfassung der Fachliteratur des In- und Auslandes in die Hand gegeben.

Erste Fachleute sichten das Material von über 70 deutschen und 80 fremdsprachlichen bedeutenden elektrotechnischen Zeitschriften, das unter der bewährten Leitung von Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Strecker dann in der „Technischen Zeitschriftenschau" gesammelt und kurzfristig veröffentlicht wird.

Die „Technische Zeitschriftenschau" ist für VDE-Mitglieder zum ermäßigten Vierteljahrspreis von nur 6,50 M bei monatlich zweimaligem Erscheinen in je 20 Seiten Umfang beim Verlag des VDI zu beziehen.

Wir empfehlen unseren Mitgliedern dringend, von dieser Vergünstigung weitgehenden Gebrauch zu machen.

VDE.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Herbsttagung der American Electrochemical Society. — Die American Electrochemical Society wird in der Zeit vom 20. bis 22. IX. 1928 ihre Herbsttagung in Charleston, W. Va., im Hotel Kanawha abhalten. Für die Nachmittage der beiden ersten Tage sind technische Besichtigungen einiger chemischer Fabriken sowie der Werke der International Nickel Company in Huntington vorgesehen. Die Vormittage gehören der wissenschaftlichen Berichterstattung, und zwar werden u. a. folgende Themen behandelt werden: 20. IX., chemische Reaktionen bei Temperaturen von 1000° und darüber; 21. IX., Korrosion von Zinnkannen, Elektrochemie der Proteïne, Weston-Normalelement; 22. IX., galvanische Niederschläge von Tellur, von Kupfer und Graphit, neues Vernickelungsverfahren, Verchromung. Das vollständige Programm sowie Abdrucke der Vorträge können von dem Sekretär der Gesellschaft, Colin G. Fink, Columbia University, New York-City, bezogen werden.

Energiewirtschaft.

„Fragen aus der neuzeitlichen Elektrizitätswirtschaft." — So lautet das Thema eines Vortrags, den Direktor Dr. R. Werner der SSW am 13. VI. vor der Mitgliederversammlung des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller in Berlin gehalten hat und in dem er zunächst auf die engen Wechselbeziehungen zwischen Eisen- und Stahlindustrie und Elektroindustrie einging, die darin gipfeln: „Wir haben alle ein gleiches Interesse an einer billigen Kilowattstunde". Das gab dann den natürlichen Übergang zur Schilderung der Entwicklung der Elektrizitätserzeugung vor dem Kriege und heute. Mit Recht unterstrich der Vortragende dabei als besondere Leistung der deutschen Elektrizitätswirtschaft, daß trotz aller Preissteigerungen und des Sinkens der Kaufkraft unseres Geldes die „Tarife heute noch ungefähr dieselben sind wie 1914". Trotzdem die Anlagekosten der Großkraftwerke gegen 1914 auf das 1,5fache, die Verzinsung von 4,5 % auf 8 bis 10 %, die Kohlenpreise

auf das 1,3fache, die Gehälter und Löhne bei 8-, statt früher 10- bis 12stündiger Arbeitszeit auf das 1,75fache und die laufenden Unkosten auf das 1,5- bis 1,7fache, die Steuern sogar auf das 8fache gestiegen sind, betragen die Lichttarife heute durchschnittlich 43 Pf und die Krafttarife 23 Pf/kWh bei noch weiterer Verbilligung der Großabnehmertarife. Dies konnte nur erreicht werden durch eine bis in alle Konsequenzen intensivere Wirtschaftlichkeit. Während in Deutschlands öffentlichen Werken 1913 zur Erzeugung einer Kilowattstunde im Mittel etwa 1,25 kg Kohle verbraucht wurden, kommen die neuen Kraftwerke im Status von 1924/25 mit 0,8 und die modernsten sogar mit 0,5 kg aus. Die Wärmeausnutzung, die 1913 rd. 10 % betrug, ist bis auf 20 und 21 % im modernen Dampfkraftwerk gestiegen, und für 1930 prophezeit Dr. Werner eine weitere Zunahme (Ruthsspeicher, Bensonkessel) bis 28 %.

Die Aussichten für die Zukunft sind dabei die vielversprechendsten: Deutschland ist noch in hohem Maße aufnahmefähig für spezifisch höheren Elektrizitätsverbrauch. Verglichen mit einem Land wie Amerika, das 700 kWh/Kopf hat, beträgt der deutsche Elektrizitätsverbrauch nur etwa ein Drittel, „und ich glaube, rein gefühlsmäßig geschätzt, daß die sogenannte Sättigung des elektrotechnischen Verbrauchs an Starkstrom bei einer Größenordnung von 1000 kWh je Jahr und Kopf liegen mag". Die auf S. 3 mitgeteilte Verbrauchstabelle hat viel Beachtung gefunden, nichtsdestoweniger dürften diese Zahlen keine hohen Ansprüche an Realität machen können. Der Elektrizitätsverbrauch Norwegens beträgt z. B. je Jahr und Kopf nicht 490 kWh, sondern etwa 1420 kWh aus öffentlichen Werken, wozu 885 kWh für die meist elektrochemische Industrie kommen, also zusammen 2300 kWh je Kopf und Jahr[1]. An diesen Abweichungen in den Zahlen ist allein der Umstand schuld, daß eine einwandfreie Statistik in dieser Hinsicht überhaupt nicht existiert; jede gibt andere Zahlen an, und eine Unterscheidung zwischen „öffentlichem" und Industriekonsum ist selbst da, wo sie möglich wäre, nicht gemacht; es wäre sehr an der Zeit, wenn diesem Mangel bald abgeholfen würde.

Es ist das Naturgesetz für alle Maschinen, daß sie um so billiger produzieren, je pausenloser sie mit Volleistung arbeiten können, d. h. je höher der Jahresausnutzungsfaktor ist. Als ein Zeichen einer rationell arbeitenden Elektrizitätswirtschaft ist es anzusehen, daß dieser Ausnutzungsfaktor der deutschen öffentlichen Werke von 7 % im Jahre 1900 auf 15,2 % in 1913 und 27,4 % in 1927 gestiegen ist. Eine Verringerung der Betriebspausen ist bei schwankendem Verbrauch aber nur möglich, wenn die Maschine „auf Lager" arbeitet oder, wie man beim Wechselstrombetrieb sich ausdrückt, die Energie aufspeichert. Deshalb behandelte der Vortragende die Spitzendeckungs- und Speicherfrage in diesem Zusammenhang noch einmal in enzyklopädischer Übersicht und trat auch hier für den hydraulischen Speicher ein, weil seine wesentlichsten Bestandteile, die Wasserbauten, dauernden Bestand haben und nach deren Abschreibung die Kilowattstunde wie bei allen normalen Wasserkraftanlagen sehr billig (zum Bruchteil eines Pfennigs) abgegeben werden könnte. Allerdings sind die Fortleitungskosten des Stromes nicht außer acht zu lassen, und gerade dieser Umstand steht in den Städten einer billigen Heiz- und Kochstromabgabe zum mindesten hinderlich im Wege, weil die Kapitalbeschaffung für die dadurch bedingten Erweiterungen der Straßenleitungen enorme Schwierigkeiten bereiten würde. Die Kosten eines Kraftwerkes betragen rd. 300 RM/kW, aber die Verteilungskosten 900 bis 1000 RM/kW; „wenn es gelänge, die Verteilung um 30 % zu verbilligen, so wäre das ein wirtschaftlicher Erfolg, genau so wichtig, als wenn es gelänge, ein Großkraftwerk zu den Baukosten Null herzustellen".

Redner wandte sich dann zu den „letzten Fortschritten auf dem Gebiete der Elektrizitätsversorgung". Er besprach die Vorteile der „Bensonkessel", die Dampf von 224,2 at und 374 ° erzeugen und ihn an die Turbinen mit 200 at, 400 ° abgeben. Der thermische Wirkungsgrad dieses Prozesses ist etwa 28 % und der Wärmeverbrauch rd. 3000 kcal/kWh. Die Anlagekosten sinken dabei in Großkraftwerken auf 230 bis 250 RM/kW herab, und die Abschreibungen können, da die Gefahr der Entwertung durch wirtschaftliches Veralten hierbei nicht mehr besteht, auf 5 bis 6,5 % gesenkt werden.

Dr. Werner erwähnte ferner das mit 400 kV geprüfte 100 kV-Kabel, das die SSW vom Großkraftwerk Franken bis Nürnberg verlegt haben, nachdem alle Schwierigkeiten betr. Verbindungsmuffen erfolgreich behoben worden sind. Die für 380 kV gebaute Hohlseilleitung des RWE wird, vorerst mit 220 kV betrieben, von Essen bzw. Mannheim bis Vorarlberg verlängert, um einen Austausch der Alpenwasserkräfte mit dem Kohlenstrom zu erzielen. Auch die städtischen Elektrizitätswerke machen solche Fortschritte. Neben dem Klingenbergwerk wird Berlin jetzt das Westkraftwerk erhalten, mit dessem Bau die SSW demnächst beginnen. Beides sind Kohlenkraftwerke; in Zukunft werden vielleicht durch das System der Ferngasleitungen noch die Ferngaskraftwerke hinzukommen. Aber zuvor muß die Frage der Großgasmotoren gelöst werden. Mit den heutigen Größen von max. 10 000 kW kann man Großkraftwerke, die 20 bis 40 solcher Sätze enthalten müßten, praktisch nicht betreiben, und zudem müßte das Ferngas, um mit den 0,8 Pf/kWh der Kohlenkraftwerke konkurrieren zu können, zu 1,6 Pf/m³ zu beziehen sein.

Zum Schluß kam der Vortragende auf die sehr aktuelle Frage der thermodynamischen Ausnutzung des Meerwassers zu sprechen, wobei Energiemengen zu erzielen seien, die alle unsere Kraftquellen weit hinter sich ließen. Dr. J. Q. Stewart vom Franklin-Inst., Princeton, hat nach Engineer vom 4. XI. 1927 durch Versuche mit dem Pyrheliometer festgestellt, daß die sekundlich auf die Erde gestrahlte Sonnenenergie an einem hellen Junitag (Dez. = 70 %) $1{,}35 \cdot 10^6$ Ergs/cm² beträgt. Durch die Wirkung der Atmosphäre gelangen auf die Oberfläche hiervon nur 61,2 %. Das ergibt je 1 m² 0,8275 kW = 0,1985 kcal. Um die Größe dieser Zahl zu verstehen, sei mitgeteilt, daß z. B. die Insolation der Straßen und Plätze Berlins von 87,51 km² $72{,}5 \cdot 10^6$ kW oder, in amerikanischem Maß, 24 „Niagaras" (zu je $4 \cdot 10^6$ PS) beträgt. In Génie civil vom 15. I. 1927, S. 82, wird über die Eingabe zweier französischer Ingenieure, des Prof. G. Claude und seines Mitarbeiters P. Boucherot, an die Académie des Sciences vom 15. XI. 1926 bezüglich des gleichen Problems berichtet. Das Wasser der tropischen Meere hat an der Oberfläche eine Temperatur von 25 bis 30 °, in 200 m Tiefe 10 ° und in 700 m 5 bis 6 °. Nimmt man nun eine Flüssigkeit von niedrigem Siedepunkt, z. B. Ammoniak, und erhitzt sie in einem Wasserröhrenkessel durch Oberflächenwasser, läßt den Dampf durch eine Turbine laufen und kühlt den Oberflächenkondensator durch heraufgepumptes Tiefenwasser, so kann ohne zu hohe Kosten enorme Energie gewonnen werden. Das gleiche Prinzip verfolgt das Projekt der italienischen Ingenieure M. Dornig und C. Boggia in Mailand, welche das im Sommer 24 ° warme Oberflächenwasser der italienischen Seen und das Wasser der Schneeschmelzen, Gletscherwasser usw. der nahen Berge von 8 ° benutzen wollen. Vorgänger aller Genannten war übrigens der amerikanische Ingenieur Campbel, der schon 1913 mit einem solchen Plan hervortrat. Sehr eingehend hat Dr. E. Bräuer, Berlin, das Projekt von Claude und Boucherot in einem Vortrag vor dem Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband besprochen[1]. Er läßt in Siederohrkesseln, die vom warmen Oberflächenwasser umspült sind, Kohlensäure unter hohem Druck verdampfen und durch Turbinen hindurch in Oberflächenkondensatoren einströmen, wo Wiederverdichtung durch Kühlung mittels auf 200 m heraufgepumptem Tiefenwasser von 10 ° erfolgt. Bei einem thermischen Wirkungsgrad von 2 bis 3 % wird bei diesem Temperaturgefälle aus 1 m³ eine Energie gewonnen, die einem Fall des Wassers aus 25 bis 30 m Höhe entspricht. Die Anlagekosten werden durchaus nicht höher als die anderer Kraftanlagen. Auf Grund der physikalischen Tatsache, daß der Wärmedurchgang durch Kesselwände durchaus nicht allein von den Temperaturdifferenzen zu beiden Seiten abhängt — er ist schon bei Gasflammenheizung um ⅓ bis ½ höher als bei Feuergasen und wird bei warmem Wasser 100mal größer —, werden die Röhrenkessel nicht größer als bei Dampfanlagen, die CO_2 nur ¹/₆ des Wassergewichts. Der Pumpen-Energieverlust beträgt wegen Mithilfe des Auftriebs nur 17 % der erzeugten Energie. Für ein Kraftwerk von 2 Mill. kW betragen die Anlagekosten 300 RM/kW und die Jahresbetriebskosten 18 RM/kW. Solche Meereswärmekraftwerke wären namentlich in Java, Florida, Kuba, wo auch große Aufnahmefähigkeit für riesige Energiemengen besteht, sehr aussichtsreich. Es handelt sich also bei der Wernerschen Anregung durchaus nicht um eine Utopie, sondern um ein durchaus ernst zu nehmendes Projekt, und wenn der Praxis auch hier natürlich das letzte Wort bleibt, so kann man doch mit Dr. Werner das Vertrauen haben: Bei Gott und der Technik ist kein Ding unmöglich! *ch.*

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[2]. — Auch im Versorgungsgebiet der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen G. m. b. H., Dortmund, hat

[1] Elektrizitätswirtsch. 1927, Nr. 426, S. 59.

[1] „Fördertechnik und Frachtverkehr" v. 30. IX. 1927, S. 358/59.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 1379.



sich 1927 die allgemeine Steigerung des Stromabsatzes trotz des Ausscheidens einiger jetzt von den Vereinigten Stahlwerken A. G. belieferter industrieller Verbraucher erheblich bemerkbar gemacht. Zahl und Anschlußwert der Kleinabnehmer sind Ende des Berichtsjahres auf 188 621 bzw. 155 860 kW (178 950 bzw. 133 846 i. V.) und die für 673 (660 i. V.) Großabnehmer bereitzustellende Leistung von 185 180 auf 190 010 kW, der Anschlußwert im ganzen also auf 345 870 kW gestiegen (319 026 i. V.). Die Stromerzeugung betrug in den vier Wärmekraftwerken (Dortmund, Kruckel, Gersteinwerk, das zusammen mit der Stadt Barmen betriebene Gemeinschaftswerk) 351,326 Mill. kWh (258,359 i. V.), in den drei Möhnekraftwerken und der Lippezentrale bei Hamm zusammen 17,900 Mill. kWh (17,712 i. V.), der Strombezug aus eigenen Zechenkraftwerken 8,233 (1,476 i. V.) und aus fremden Zentralen 53,669 Mill. kWh (45,970 i. V.), so daß sich für beide Beschaffungsarten eine Gesamtenergiemenge von 431,129 Mill. kWh ergibt (323,517 i. V.). Nutzbar geliefert hat die Gesellschaft an Kleinabnehmer 30,559 (27,523 i. V.), an Großabnehmer 320,013 (235,682 i. V.), im ganzen also in ihrem Versorgungsgebiet 350,572 Mill. kWh (263,206 i. V.) und einschl. der Abgabe an benachbarte Elektrizitätswerke 367,114 Mill. kWh (274,581 i. V.). Wie der Geschäftsbericht sagt, hat die Elektrizitätswirtschaft des Unternehmens durch die Steigerung der Produktion und des Absatzes je um nahezu 34 % eine in seinem Versorgungsgebiet bisher nicht beobachtete Zunahme erfahren. In den vier Wärmekraftwerken standen 1927 185 100 kW, in den Wasserkraftwerken an der Möhne 6230 kW und an fremden Kraftquellen 35 000 kW zur Verfügung, also eine Gesamtleistung von 188 580 kW (175 650 i. V.), wenn man die Leistung des Gemeinschaftswerks nur zur Hälfte (37 750 kW) berücksichtigt. Diese soll bis 1929 um weitere 25 000 kW und die des Gersteinwerks zum Ende des laufenden Jahres auf 94 800 kW erhöht werden. Nach dem Erwerb der Kuxenmehrheit der „Gewerkschaft Caroline" in Holzwickede stehen den Dampfkraftwerken der Gesellschaft jetzt vier Magerkohlenzechen zur Verfügung. Die Stromerzeugung einschl. des Fremdbezugs entsprach im Berichtsjahr einem Gesamtverbrauch von rd. 0,35 Mill. t Steinkohle. Das schon erwähnte Lippe-Kraftwerk bei Hamm haben die VEW vom preußischen Staat gepachtet, eine bei Neheim erworbene Ruhrwasserkraft wollen sie zusammen mit den Anlagen an der Möhnetalsperre betreiben. Die der Kuppelung ihrer Kraftwerke dienenden Hochspannungsleitungen von 50 und 100 kV hatten Ende 1927 eine Länge von 735 km; der Bau der 100 kV-Verbindung zwischen dem Gersteinwerk und dem Großkraftwerk Hannover der Prea wurde in Angriff genommen. Die ja auch auf dem Gebiet der Gas- und Wasserlieferung tätige Berichterstatterin hat sich mit 40 % an der „Ferngasversorgung Westfalen G. m. b. H." beteiligt und ihre Gaswerksabteilung in eine besondere Gesellschaft, die „Vereinigte Gaswerke Westfalen G. m. b. H." mit 5 Mill. RM Kapital umgewandelt. Die Einnahmen aus Elektrizitätslieferung und Zählergebühren betrugen 39 849 499 RM (30 395 942 i. V.), die aus Gaslieferung und Messergebühren 1 187 641 RM (701 989 i. V.). Den mit Vortrag insgesamt 41 079 897 RM Gesamteinnahmen (31 272 047 i. V.) standen an Betriebs- und Verwaltungsunkosten 25 435 006 RM (18 483 388 i. V.) gegenüber. Aus dem Überschuß von 15 644 891 RM (12 788 659 i. V.) sind auf 42 Mill. RM Stammkapital 7 % Dividende verteilt worden (6 % i. V.).

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Änderungen des Patentgesetzes in Südslawien. — Durch Änderung des geltenden Gesetzes ist bestimmt worden, daß bei Patentanmeldungen auf Wunsch des Anmelders auch der Name des Erfinders angeführt werden kann. Ferner ist in Zukunft ein Antrag auf Rücknahme eines Patentes infolge ungenügender Ausübung nicht vor Ablauf von 3 Jahren nach der Bekanntmachung des Erteilungsbeschlusses zulässig. Auf Antrag des Klägers kann auch statt der Rücknahme eine Zwangslizenz gewährt werden, wenn der Kläger die fachmännische Befähigung und die Mittel zur Ausübung des Patentes nachweist. Außerdem ist für den Fall, daß jemand infolge eines unvorhergesehenen oder unabwendbaren Zufalls verhindert war, Fristen einzuhalten, wodurch Verluste von Rechten eintreten, die Wiedereinsetzung in den vorherigen Stand möglich, die innerhalb eines Monats vom Tage des Wegfalls des Hindernisses, spätestens aber ein Jahr vom Tage der versäumten Frist ab, eingereicht werden muß. Lediglich für die Frist von Einreden oder Beschwerden ist die Wiedereinsetzung nicht möglich.

Patentstatistik in Großbritannien. — Im Jahre 1927 sind in Großbritannien 35 469 Patentanmeldungen (1926: 33 080) eingegangen und 17 624 (17 333) Patente erteilt worden. In beiden Fällen handelt es sich um eine verhältnismäßig kleine Steigerung gegenüber dem Vorjahre. Dagegen haben die mit Prioritätsanträgen vom Ausland eingehenden Anträge wesentlich zugenommen, nämlich von 5834 in 1926 auf 6810 in 1927. Weiterhin ist bemerkenswert, daß nur 694 Anträge auf Licences of Right eingegangen sind, von denen 614 stattgegeben wurde. Man hatte sich von dieser Einrichtung s. Z. sehr viel für den sogen. kleinen Erfinder versprochen. Das englische Patentgesetz von 1919 sah eine Bestimmung vor, wonach jeder Patentinhaber in der Lage ist, sein Patent mit dem Vermerk „Licences of Right" zu versehen, was die Verpflichtung mit sich bringt, jedem geeigneten Bewerber eine Lizenz zu Bedingungen zu erteilen, die im Streitfall von der Behörde festgesetzt worden. Als Äquivalent dafür sind nur halbe Jahresgebühren zu zahlen. Die verhältnismäßig geringe Inanspruchnahme dieser Möglichkeit spricht nicht dafür, daß sie ein Bedürfnis ist, was für Deutschland deshalb Interesse hat, weil auch hier ähnliche Vorschläge schon gemacht worden sind.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

RECHTSPFLEGE.

Ein Gesetz über elektrische Anlagen in Finnland. — In der finnländischen Gesetzsammlung (Nr. 167, S. 521) ist ein am 11. V. 1928 ergangenes Gesetz über elektrische Anlagen veröffentlicht, dessen wichtigste Bestimmungen inhaltlich im folgenden wiedergegeben sind:

Nach § 1 muß eine elektrische Anlage so hergestellt und betrieben werden, daß sie keine Gefahr für Leben, Gesundheit und Eigentum bildet und daß jede Störung der Umgebung ausgeschaltet ist. Wer eine Anlage für mehr als 250 V errichten will, die er nicht nur für den eigenen Bedarf zu gebrauchen beabsichtigt, muß vorher die Genehmigung des Handelsministers nachsuchen, sonst genügt in der Regel Anmeldung beim Ministerium (§§ 2, 3). Das Ministerium übt eine allgemeine Aufsicht aus und kann auf Grund von Besichtigungen die Stillegung des Betriebes bis zur Ausführung der von ihm für zweckmäßig erachteten Sicherheitsmaßnahmen anordnen. Der Leiter einer genehmigungspflichtigen Anlage muß einen Befähigungsnachweis erbringen, dessen Einzelheiten und Umfang vom Ministerium vorgeschrieben sind (§ 7 ff.).

Sehr beachtlich sind die §§ 11 ff. Mit ihnen wird dem „Inhaber" eines genehmigungs- oder anmeldepflichtigen Werkes eine gesetzliche Pflicht zum Ersatz des durch den Betrieb verursachten Schadens auferlegt. Nur dann, wenn der Verletzte vorsätzlich oder grob fahrlässig den Schaden herbeiführte oder der Schaden ausschließlich durch eine nicht zum Personal der Anlage gehörige Person oder durch einen Fall höherer Gewalt oder ein Ereignis verursacht ist, das mit dem Betrieb des Unternehmens nicht in Zusammenhang steht, entfällt die Haftung. Neben dem „Inhaber" der Anlage haftet der Eigentümer, doch nur mit dieser und mit dem Zubehör.

Die folgenden Vorschriften behandeln die Störung fremder Rechte durch die Anlagen. Wenn eine elektrische Anlage in technischer Hinsicht störend auf eine andere derartige Anlage oder auf eine Telegraphen-, Telephonanlage oder ähnliches einwirkt, so hat derjenige, der das Gesuch um die Genehmigung seiner Anlage später gestellt hat, durch Veränderung seiner eigenen Anlagen Abhilfe zu schaffen oder, wenn dies bedeutend billiger ist, dem anderen Teil die Kosten zu ersetzen, die aufgewendet werden mußten, um die Störung durch Vervollkommnung der technischen Schutzeinrichtungen an jenen von der Störung betroffenen Anlagen zu beseitigen und für die Zukunft auszuschalten. Streitigkeiten über das Vorhandensein einer Störung oder über die Person des zur Änderung seiner Anlage Verpflichteten sind gemäß § 15 der Entscheidung durch die ordentlichen Gerichte entzogen und werden im Rahmen eines im einzelnen gesetzlich geregelten Schiedsverfahrens endgültig auf Grund eines Schiedsspruches durch das Handelsministerium entschieden. Das Gesetz tritt am 1. I. 1929 in Kraft.

Dr. jur. C. v. dem Busch.



VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Bekanntmachung.

Betrifft: Fachbericht-Sonderheft der VDE-Jahresversammlung Berlin 1928.

Wir machen auf die Beilage in diesem Heft aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des Fachbericht-Sonderheftes enthält. Der Inhalt der Fachberichte ist besonders wertvoll und aktuell, der Preis erheblich niedriger als im Vorjahr. Bei größeren Bestellungen wird Preisermäßigung gewährt. Verbandsmitglieder erhalten bedeutende Preisermäßigung. Bestellungen erbitten wir umgehend; der Versand erfolgt sofort nach Erscheinen des Heftes.

Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.

Unter Bezugnahme auf die in ETZ 1928, S. 1344, erfolgte Ankündigung über die künftige Gestaltung der Errichtungs- und Betriebsvorschriften und die in ETZ 1928, S. 1321 gebrachten näheren Ausführungen über die Umgestaltung der erwähnten Vorschriften gibt die Kommission hiermit bekannt, daß folgende Sonderdrucke aufgelegt sind:

a) Entwurf 1 zu „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstrom-Niederspannungsanlagen und Starkstrom-Hochspannungsanlagen mit Betriebspannungen von weniger als 1000 V, V. N. E./1929",
b) Entwurf 1 zu „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V. S. B./1929".

Diese Sonderdrucke können bei der Geschäftstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker bezogen werden und zwar der unter a) genannte Sonderdruck, der einen Umfang von 54 Seiten hat, zu einem Stückpreise von 0,50 M zuzüglich Versandspesen; der unter b) genannte Sonderdruck wird Interessenten kostenlos abgegeben.

Die Kommission räumt auch für diese beiden Entwürfe, die zum größten Teil der Fassung entsprechen, die in dem in ETZ 1927, S. 784 und 821 angekündigten Entwurf-Sonderdruck enthalten war, eine nochmalige Einspruchsfrist bis zum 31. Oktober 1928 ein, obgleich die zu dem vorjährigen Sonderdruck eingegangenen Einsprüche in der jetzt vorliegenden Fassung bereits weitestgehend berücksichtigt sind.

Begründete Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zu dem vorgenannten Zeitpunkt an die Geschäftstelle des VDE zu richten und zwar für die unter a) genannten Vorschriften unter dem Kennwort „Niederspannungs-Errichtungsvorschriften" und für den unter b) genannten Entwurf unter dem Kennwort „Betriebsvorschriften".

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Generalsekretär:
Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 25. September 1928, abends 7½ Uhr, pünktlich in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B. Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dr. techn. E. Rosenberg, Direktor der „Elin" Aktiengesellschaft für elektrische Industrie in Weiz (Steiermark) über: „Geschweißte Stahlkonstruktionen im Elektromaschinenbau".

Inhaltsangabe:

Geschweißte Stahlkonstruktionen im Elektro-Maschinenbau. — Herstellung von Gleichstrommagnetgestellen, Grundplatten und Spannschienen, Transformatorkasten, Gehäusen von Drehstrom-Generatoren und Motoren, Lagerschildern aus Stahl mit Verwendung der Elektroschweißung. Gewichtsersparnis bei gleichzeitiger Erhöhung der Steifheit. — Verwendung der Schweißung statt Schraubenverbindungen und statt Schraubensicherungen. — Elektroschweißung im Vorrichtungsbau. — Elektroschweißung im allgemeinen Maschinenbau. Herstellung von Werkzeugmaschinen aus Flußstahlprofilen. — Die Lichtbogenschweißung in ihrer Wirkung auf Elektrizitätswerke. — Änderung der altgewohnten Formen durch die neue Herstellungsweise.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Für Gäste werden am Eingang Gastkarten bereitgehalten.

Eingeführte Gäste willkommen.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Sitzung

am 27. III. 1928 in der Technischen Hochschule Berlin.

Vorsitz: Herr Ministerialdirektor Arendt.

Nach einigen geschäftlichen Mitteilungen erteilte der Vorsitzende zunächst Herrn Regierungsbaurat Reinhardt das Wort zu einem Vortrag über: „Anwendung von Druckluftsteuerungen an elektrisch angetriebenen Schienenfahrzeugen." Der Vortrag fand reichen Beifall der Zuhörer. Hierauf trug Herr Dr.-Ing. Oppenheimer vor über:

„Celos-Druckluftantriebe"

und führte dabei folgendes aus:

Für bewegliche Fahrzeuge, vorzugsweise im Eisen- und Straßenbahnbetriebe, ist die Verwendung von Druckluft zwecks Durchführung von Schaltvorgängen nicht neu; auch zur Schaltung von Ölschaltern in Zentralen hat man bereits vor vielen Jahren Druckluft als Energiespeicher verwendet. Diese Antriebsart hat sich derzeit nicht durchsetzen können, da für die Fern-Einschaltung inzwischen Motor- und Magnetantriebe, sowie Federkraftspeicher durchgebildet sind, während man sich für die Ausschaltung der am Ölschalter selbst untergebrachten Ausschaltfedern bedient. Der Vortragende redete der Verwendung von Druckluft erneut das Wort, wobei er die Fabrikate der „Celos" Anlasserbau G. m. b. H., Altenessen, näher besprach. In diesen Celos-Antrieben wird normalerweise Druckluft für den Ein- und Ausschaltvorgang verwandt; doch werden weitere Konstruktionen nur mit Drucklufteinschaltung auf besonderen Wunsch auch geliefert. In allen Fällen soll nach den Ausführungen des Redners die Möglichkeit schneller Geschwindigkeitsteigerung und weicher Abbremsung ausgenutzt werden bei Anschluß an eine Hilfskompressoranlage mit Druckluftsammelbehälter, der gegenüber einer Akkumulatorenbatterie den Vorzug der einfachen Unterteilungsmöglichkeit in mehrere Sammler besitzt. Diese werden dann an den äußersten Punkten des Netzes aufgestellt, so daß Druckverluste im Netz kaum auftreten, weil das gesamte Rohrnetz an der Speicherwirkung mit teilnimmt. Durch entsprechende Rückschlagklappen, Explosions- oder Absperrventile können einzelne Abschnitte des Netzes gegeneinander selbttätig oder von Hand abgesperrt und gesichert werden.

Der Druckluftbedarf eines Celos-Antriebes beträgt, je nach Größe des Schalters, rd. 1½ ... 2½ l von etwa



3...5 atü, entsprechend einer angesaugten Luftmenge von 10...12 l, so daß der jeweilige Druckluftverbrauch auch einer größeren Schaltstation schon durch einen sog. Kleinkompressor für rd. 300 l/m angesaugte Luft in Verbindung mit ausreichend großen Druckluftbehältern sichergestellt ist. Durch bekannte Ein- und Ausschaltvorrichtungen wird der Druckluftsammler über einen Druckregler selbsttätig auf Druck gehalten, der auf etwa 5½...6 atü bemessen wird, wenn am Antrieb die Druckspannung 3 bis äußerst 5 atü gewählt ist, so daß auch hierin eine große Sicherheit liegt. In ihrer Bedienung und Unterhaltung ist nach Ansicht des Redners die Kompressoranlage einfacher und billiger, als eine Akkumulatorenbatterie mit Lademaschine; erwähnt sei noch, daß Druckluft auch zum Schalten von Trennschaltern und zu anderen Zwecken erwünscht ist. Für die erste Inbetriebsetzung einer Anlage sowie für den Fall des zeitweiligen Versagens der Stromquelle des Hilfsmotors kann jederzeit eine Hochdruckstahlflasche oder eine Hilfspumpe zur Auffüllung des Druckluftsammlers oder zur direkten Betätigung des Druckluftantriebes herangezogen werden.

Die Schaltleistung wird am Antrieb selbst durch eine Drosselschraube für den Lufteintritt fest eingestellt, so daß auch verschiedene Schaltertypen stets mit den richtigen Geschwindigkeiten durch ein und dieselbe Antriebstype ein- und ausgeschaltet werden. Die erforderlichen Rohrleitungen von rd. 1" l. W. werden geschweißt, wozu praktische Erfahrungen insbesondere aus den Druckluftanlagen der Betriebsbahnhöfe mit weitverzweigten Rohrnetzen vorliegen. Die Zuverlässigkeit des Druckluftbetriebes unter Hitze, Kälte, Feuchtigkeit, Staub sowie bei schlechter Wartung ist durch zahlreiche günstige Erfahrungen im eigentlichen Eisenbahnbetrieb erwiesen. Obgleich mit Vereisungs- und Kondenserscheinungen infolge der nur äußerst geringen Luftbewegung bei einer einzelnen Schaltung und durch Temperaturangleichung der normalerweise ruhenden Druckluft im Netz nicht zu rechnen ist, werden bei Freiluftanlagen die besonders empfindlichen Teile durch doppelte Kapselung und erhöhte elektrische Isolation geschützt.

Die Celos-Antriebe für Hochspannungsölschalter sind nach Angabe des Redners aus der Notwendigkeit entstanden, bei hochspannungsseitig angeschlossenen selbsttätigen Anlaß- und Stillsetzvorrichtungen für Kompressoren den Hochspannungsölschalter in Abhängigkeit vom selbsttätigen Anlasser zu schalten, wobei sich die in besonderen Lichtbildern gezeigten Konstruktionen ergaben, bei denen die Einschaltung durch mittels Druckluft aufgezogene Gewichts- oder Federkraftspeicher erfolgte. Derartige Antriebe haben sich seit Jahren, auch unter schwierigen Verhältnissen über und unter Tage nach Angabe des Vortragenden bestens bewährt, wobei die Vorteile, Druckluft als Kraftreserve heranzuziehen, neben den eingangs besprochenen Vorteilen der Druckluft gegenüber sonstigen Antriebsarten erkannt und in Sonderkonstruktionen ausgenutzt wurden. Ein erstes Versuchsmodell, ursprünglich bestimmt für einen 350 A-Schalter, 15 000 V, für 3 atü Betriebspannung, wurde versuchsweise im Schaltwerk Siemensstadt an einem Dreikesselölschalter für 110 kV mit erhöhter Druckspannung von 7...10 atü ausprobiert, wobei sich die in Abb. 1 wiedergegebenen Ein- und Ausschaltkurven ergaben. Beim Einschalten wurden beim Berühren der Kontakte Geschwindigkeiten von 1,5 m/s beobachtet, die durch die erwähnte Drosselschraube bei der ersten Inbetriebnahme auch bei schwankender Druckspannung genau eingestellt werden können; die Ausschaltgeschwindigkeit wurde beim Trennen der Kontakte mit etwa 1,6 m/s beobachtet, stieg bis auf 2,6 m/s an, um dann mittels Druckluftbremsung weich abzufallen, so daß Schalter wie Antrieb durchaus geschont werden. In dieser Geschwindigkeitsteigerung nach dem Trennen der Kontakte, also in der erhöhten Sicherheit gegen Rückzündung sowie in dem dann folgenden weichen Abbremsen, werde ein besonderer Vorteil des Druckluftantriebes erblickt. Die Ausschaltfedern im Ölschalter selbst sind hierbei unverändert geblieben.

Die Abb. 2 gibt schematisch den Aufbau eines „doppelseitigen Druckluftantriebes" wieder, der u. a. für eine 110 kV-Freiluftstation des RWE geliefert ist, da zunächst der Wunsch aus Abnehmerkreisen vorlag, den Druckluftantrieb für große Schalter einzuführen. Bei einer Grundfläche von 560 × 560 mm wird eine Höhe von 1100 mm für dieses Modell beansprucht, während für kleinere Leistungen Wandmontage bei Abmessungen von rd. 300 × 800 mm und rd. 400 mm Tiefe möglich ist. Wie aus dem Schema ersichtlich, wird bei den großen Antrieben die Bewegung des Hauptarbeitskolbens unter Zahnstangen- und Segmentübertragung ausgenutzt, wobei die Druckluft über Beschleunigungsventile derart unter oder über den Arbeitskolben geleitet wird, daß mit großem Querschnitt und großer Geschwindigkeit die Luft in den Zylinder eintreten kann; die Steuerung selbst erfolgt über ein elektropneumatisches Steuerventil, das vom Schaltpult aus oder durch Druckknöpfe vom Antrieb selbst aus gesteuert wird. Eine Rückschlagklappe mit Vorbehälter, als Fuß des Antriebes ausgebildet, sichert das etwa durch Überstromauslösung eingeleitete Ausschalten mittels Druckluft im Falle des Versagens der Druckluftquelle, während in diesem Falle das Einschalten verhindert wird durch einen Druckwächter, der, bei gleichzeitiger Signalgebung und unter Öffnung des Stromkreises der Einschaltspule, verhindert, daß der Antrieb infolge nicht ausreichender Druckhöhe auf halbem Wege stehenbleiben könnte. Eine elektrische Freiauslösung bewirkt, daß bei Betätigung des Einschaltdruckknopfes und vorhandenem Kurzschluß nunmehr über ein Relais der Einschaltkontakt auf die Ausschaltspule umgeschaltet wird, so daß also das Pumpen des Antriebes verhindert wird. Zur Sicherung des Ausschaltvorganges kann außerdem auch eine mechanische Freiauslösung eingebaut werden, die gestattet, in der bisher üblichen Weise den Schalter durch seine eigenen Ausschaltfedern auszuschalten, derart aber, daß bei Vorhandensein von

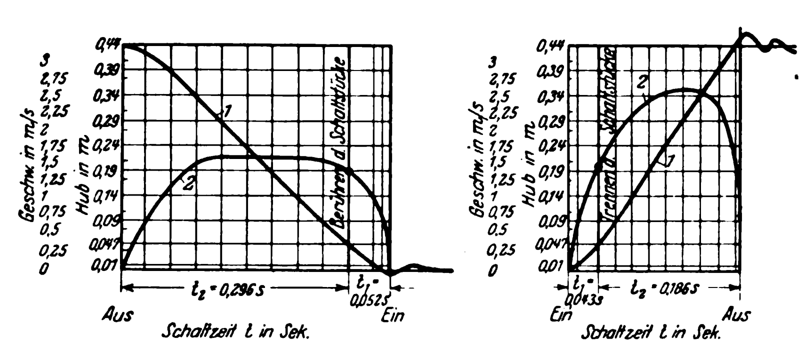


Abb. 1. Ein- und Ausschaltkurven eines Celos-Druckluftantriebes an einem 110 kV-Dreikessel-Ölschalter, 120 mkg.

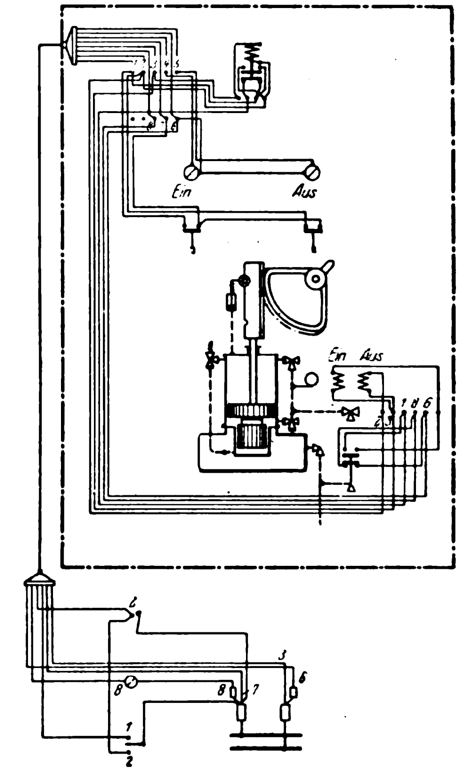


Abb. 2. Schema des doppelseitigen Druckluftantriebes, System „Celos".

Luftdruck die Freiauslösung durch eine besondere Kuppelung umfaßt wird, so daß alsdann mit erhöhter Geschwindigkeit ausgelöst wird, während bei sinkendem Druck der Antrieb mechanisch vom Schalter durch den Freilauf getrennt, also der Schalter in üblicher Weise ausgeschaltet wird.

Bei den kleineren Antrieben ist durch entsprechende Ausbildung des Kolbens und seiner Übertragungsglieder die Zahnstangenübertragung vermieden, so daß der Schalter direkt ein- und ausgeschaltet wird.

Die Möglichkeit, den Antrieb zwecks Justierung auch ohne Druckluft einzuschalten, ist bei großen Antrieben durch Aufsetzen eines Handhebels, zweckmäßiger aber durch Betätigung einer kleinen Handpumpe gegeben; ein betriebsmäßiges Einschalten von Hand kommt bei großen Antrieben wohl kaum vor, so daß hierfür besondere Druckknöpfe am Antrieb zwecks Betätigung des elektropneumatischen Vorsteuerventils angebracht sind. Die kleineren Antriebe können jederzeit auch betriebsmäßig von Hand bedient werden.

An Hand zahlreicher Lichtbilder wurden die Einzelteile und die Gesamtanordnung, sowie gelieferte Anlagen besprochen. Der Vortragende erklärte als charakteristische Merkmale für die gemischt elektrische und pneumatische Betriebsweise dieser Druckluftantriebe:

Bei kleinen Abmessungen und Gewichten des Antriebes kann die Ein- und Ausschaltgeschwindigkeit gegenüber bisher verwendeten Antrieben gesteigert werden, insbesondere beim Ausschalten auch nach Verlassen der Kontakte, bei weicher Abbremsung gegen das Ende des jeweiligen Schaltvorganges;

einfache Anpassung des Antriebes an beliebige Schaltertypen, da sich das nutzbare Drehmoment durch Änderung des Betriebsluftdruckes, und die Schaltgeschwindigkeit durch Verstellen einer Drosselschraube in weiten Grenzen einstellen läßt;

geringe Steuerstromleistungen, wodurch der Querschnitt der Steuerstromleitungen und die Kraftquelle für die elektrische Fernbetätigung des Druckluftantriebes, z. B. eine Akkumulatorenbatterie, kleingehalten werden kann.

Die bei Ölschaltern üblichen Sicherheitseinrichtungen — Ausschaltfedern an der Ölschalterkontaktbrücke, mechanische oder elektrische Freiauslösung (Freilaufkupplung) — werden nach Ansicht des Redners durch die Besonderheiten des Druckluftantriebes Celos in keiner Weise beeinträchtigt sondern in ihrer Wirkung noch wesentlich gesteigert. —

Der Vortrag löste lebhaften Beifall aus. Hieran schloß sich folgende Aussprache:

Besprechung.

Herr **Lux:** Ich möchte an vergangene Zeiten erinnern. Als die ersten elektrischen Zentralen gebaut waren, tauchten anfangs der 90er Jahre als Konkurrenz Druckluftzentralen auf, die als schlimme Konkurrenten gefürchtet wurden. In Paris war eine Reihe solcher Einrichtungen geschaffen worden; auch in Deutschland war in Offenbach durch die Firma L. A. Riedinger (Augsburg) eine Druckluftzentrale eingerichtet. Diese haben sich aber nicht bewährt, sie sind daher nach kurzer Zeit wieder verschwunden. Betriebschwierigkeiten beeinträchtigten diese Energieübertragungsmethoden; vor allem war es das Einfrieren der Druckluftmotoren, sobald sie angelassen wurden. Diejenigen der Anwesenden, die Interesse daran haben, näheres darüber zu erfahren, finden eine Beschreibung der Offenbacher Anlage von Prof. GUTERMUTH in der Z. VdI 1892, S. 1449.

Zu dem Vortrage des Herrn Dr. OPPENHEIMER möchte ich noch folgendes ausführen: Während meiner Tätigkeit bei der Firma Schuckert in Nürnberg haben wir bereits vor 1900 Druckluftantriebe projektiert. Sie kamen aber nicht zur Ausführung, weil die Auftraggeber im letzten Augenblick vor der Komplikation der Druckluftleitungen zurückschreckten. Um das Jahr 1900 wurden auf der Schwebebahn Barmen—Elberfeld die Wagenhauptschalter durch Druckluft bewegt. Mit dem Bremsventil wurde gleichzeitig der Strom abgeschaltet, beim Lüften der Bremse wurde der Schalter wieder geschlossen. Einen wichtigen größeren Antrieb durch Druckluft konnte man auf der Düsseldorfer Ausstellung im Jahre 1902 sehen. Von der Firma Siemens & Halske war eine für die Zeche Zollern II der Gelsenkirchener Bergwerks A. G. bestimmte Hauptschachtfördermaschine ausgestellt. Deren Steuerorgane wurden ausschließlich durch Druckluft nach Plänen des Herrn Gen.-Dir. Dr. KÖTTGEN der SSW bewegt. Die Beschreibung dieser Einrichtungen finden Sie in der ETZ 1902, S. 601. Die Siemens-Schuckertwerke haben ferner, wie Herr Dr. OPPENHEIMER schon erwähnt hat, eine Reihe von 60 kV-Ölschaltern mit Druckluftantrieben in der Wasserkraftanlage Quadalajara in Mexiko im Jahre 1908 ausgerüstet. Diese Ausrüstungen hat man der einfacheren Herstellung wegen mit doppelten Druckluftzylindern versehen; sowohl das Einschalten als auch das Ausschalten wurden durch Druckluft bewerkstelligt. Soweit ich mich erinnere, handelte es sich um 10 ... 12 derartige Antriebe.

Vorsitzender: In welchem Umfange werden zur Zeit für stationäre Anlagen Druckluftschalter verwendet?

Herr **Oppenheimer:** Die erneute Verwendung von Druckluft für Hochspannungs-Ölschalterantriebe befindet sich selbstverständlich erst in der Entwicklung. Die „Celos" G. m. b. H. hat bisher lediglich für das RWE eine 100 000 V-Anlage geliefert, die in kurzer Zeit in Betrieb genommen wird. Dann sind ausgedehnte Versuche mit größeren und auch kleineren Antrieben bei den SSW durchgeführt worden bzw. in der Durchführung begriffen. Darüber hinaus haben wir noch weitere Aufträge vorliegen. Da dieses Gebiet noch neu ist, können wir nur tastend und vorsichtig arbeiten.

Zu den Ausführungen des Herrn LUX möchte ich erwähnen, daß, soweit mir bekannt ist, es sich bei der Anlage in Mexiko um getrennte Druckluftzylinder beim Ein- und Ausschalten handelt, während bei den Celos-Druckluftantrieben für Hochspannungs-Ölschalter mit ein und demselben Zylinder das Ein- und Ausschalten vorgenommen wird.

Herr **Barth:** Herr Dr. OPPENHEIMER hat uns ein Lichtbild vorgeführt, das die Größe der Geschwindigkeit des Ölschalterkontaktes als Funktion des Schaltweges darstellt. Es wäre interessant zu hören, ob diese Diagramme auch an Ölschaltern aufgenommen worden sind, deren Schaltorgane durch Motoren oder Magnete mit Federkraftspeichern angetrieben werden, und wie sich bei diesen die Ein- und Anschaltvorgänge abwickeln.

Herr **Kesselring:** Wir haben selbstverständlich bei den Siemens-Schuckertwerken auch entsprechende Versuche mit Motorantrieb, Kraftspeichern und mit Schaltmagneten durchgeführt. Es zeigte sich dabei folgendes: Bei Magnetantrieb ist es möglich, durch passende Wahl der Hebelübersetzungsverhältnisse die Drehmomentkurve des Antriebs derjenigen des Schalters anzupassen. Von dem gleichen Mittel muß man auch bei den sog. Federkraftspeichern Gebrauch machen. In diesem Falle liegen die Verhältnisse zunächst ungünstiger; denn die sich entspannende Feder des Antriebs, die zum Schluß der Einschaltbewegung die kleinste Kraft hat, muß die anwachsende Gegenwirkung der Schaltfeder überwinden. Es scheint daher etwas widersinnig, derartige Federspeicher anzuwenden. Sie haben aber einen großen Vorteil, den man bei Druckluftantrieben nicht hat und der darin besteht, daß sie auch bei defekten Motoren oder bei Wegbleiben der Spannung von Hand aufgezogen werden können und dann gestatten, den Schalter mit der richtigen Schaltgeschwindigkeit einzuschalten. Die Anpassung des Federspeichers an die jeweilige Charakteristik der Ölschalter macht hingegen bedeutende Schwierigkeiten. Beim Motorantrieb liegen die Verhältnisse in dieser Hinsicht günstiger. Da man meistens Hauptstrommotoren verwendet, passen sie sich automatisch dem jeweiligen Kraftbedarf des Schalters an. Herr Dr. OPPENHEIMER hat schon erwähnt, daß der Druckluftantrieb einen großen Vorteil hat, indem man durch Änderung des Druckes leicht die Schaltgeschwindigkeit beeinflussen kann. Ferner ist es möglich, die „Ein"- und „Aus"-Stellung tangential zu erreichen, indem man rechtzeitig Gegendruck gibt bzw., wie es bei „Celos" geschieht, einen zweiten Kolben dem ersten entgegenwirken läßt.

Herr **Oppenheimer:** Nur wenige Worte zu den Ausführungen des Herrn Dr. KESSELRING über die Federkraftspeicher. Wir sind der Ansicht, daß die Druckluft eigentlich nur in wenigen Ausnahmefällen nicht zum Einschalten zur Verfügung steht, und zwar aus Gründen, die ich vorhin schon erläutert habe. Es ist aber ohne weiteres möglich, mit der Druckluft eines Reservebehälters oder eines kleinen Kompressors jederzeit einen Druckluftantrieb auch in solchen Fällen einzuschalten, wo nach Angabe von Herrn Dr. KESSELRING der Federkraftspeicher besondere Vorteile bieten würde.

Herr **Singer:** Wenn ich Herrn Dr. OPPENHEIMER richtig verstanden habe, stellt der Druckluftantrieb des 110 kV-Schalters eine Sonderausführung dar, während die ursprüngliche Idee des Druckluftantriebs dahin geht, daß ein Kraftspeicher — Gewicht oder Feder — mit Hilfe von Druckluft aufgezogen wird. Wenn das aber der Fall ist, dann ist der Vorteil der Druckluft nicht ohne weiteres einzusehen; denn dieser Apparat arbeitet dann genau so wie die bekannten Kraftspeicher. Nur führt er noch ein fremdes Element, die Druckluft, in den Betrieb eines Unterwerks oder einer Kraftstation ein.

Herr **Oppenheimer:** Ich möchte darauf erwidern, daß ich die kleinen Antriebe nur im Rahmen eines historischen Rückblickes behandelt habe, um zu erklären, wie wir darauf gekommen sind, jetzt wieder Druckluft für Ölschalterbetätigung einzuführen. Indem wir also zuerst Kompressorsteuerungen mit selbsttätigem Anlasser gebaut haben, sind wir dabei auf mit Hochspannung angetriebene Kompressormotoren gestoßen und haben dann aushilfsweise einen Gewichtskraftspeicher gewählt, der durch die in diesem Falle zur Verfügung stehende Druckluft aufgezogen wird. Der im Vortrag behandelte Antrieb hat also mit dem Selbstanlasser nichts zu tun. Wir sind aber hierdurch angeregt worden, den Druckluftantrieb weiterzuentwickeln und sind dann folgerichtig zuerst auf die großen Typen gekommen, weil in Abnehmerkreisen für große Ölschalter entsprechende Wünsche nach neuen Antriebsarten laut wurden. Hierfür konnten wir auch Bilder und Kurven zeigen. Für die kleinen Typen dagegen, die einen hin- und hergehenden und sich auch gleichzeitig drehenden Kolben haben, sind die Versuche noch nicht abgeschlossen.

Herr **Bandow:** Ich möchte zu der Verwendung von Druckluft für Betätigung von Steuerungsteilen in elektrischen Fahrzeugen noch einige Worte sagen. An sich scheint es ja ein Umweg zu sein, wenn man, obwohl elektrische Energie zur Verfügung steht, Druckluft zur Betätigung der Apparate heranzieht. In all den Fällen, in denen diese einfache direkte elektrische Steuerung ohne Schwierigkeiten durchzuführen ist, wird man sie auch selbstverständlich anwenden. Bei der Straßenbahn z. B. denkt niemand daran, Druckluft zur Steuerung zu verwenden. Wenn man aber an die Zahlen denkt, die Herr Baurat REINHARDT über den Energieverbrauch eines kleinen elektropneumatischen Ventils und entsprechend großer Magnete gegeben hat, dann wird einem klar, daß die Steuerströme, die man durch l ä n g e r e Züge hindurchführen muß, um große Magnete überhaupt steuern zu können, schon erhebliche starke Leitungen erfordern. Die Kuppelungen machen dann Schwierigkeiten, die Magnete werden schwerer als Druckluftzylinder, und viele andere Momente kommen noch hinzu, die schließlich zur Anwendung der Druckluft führen. Auch beim Bau einzelner Schalter hängt die Frage „rein elektrisch" oder elektrisch gesteuerte „Druckluft" zum großen Teil von der Größe der benötigten Magnete ab. Rein theoretisch können wir natürlich rein elektromagnetisch betätigte Schalter bauen, bei denen die durch die Magnete ausgeübten Kräfte jeden beliebigen benötigten Wert annehmen, in der Praxis sind diesen Werten jedoch Grenzen gesetzt. Bei ganz großen Lokomotiven handelt es sich z. B. oft darum, Ströme zu schalten, die man schlechterdings elektromagnetisch nicht mehr schalten kann. Es ist vorläufig jeder Fabrik unmöglich, elektromagnetische Schalter zu bauen, die bei 4000 ... 7000 A und 300 V etwa jede halbe Minute geschaltet werden können. Bei Verwendung von Druckluft dagegen gelingt dies; diese Schalter arbeiten so gut, daß die Kontakte, die vollständig in Luft schalten, von einer Hauptrevision bis zur anderen, also über 100 000 Laufkilometer aushalten, ehe eine Auswechselung notwendig wird. Hier zeigt sich also die in manchen Fällen vorhandene große Überlegenheit der Druckluft außerordentlich deutlich.

Ferner ist gefragt worden, warum man, da doch bei Verwendung von Druckluft die resultierende Bewegung natürlicherweise eine geradlinige ist, wie aus dem Vortrag hervorgeht, in vielen Fällen erst zu einer Drehbewegung übergeht. Nun, dort, wo dies nicht nötig ist, wird es natürlich auch nicht gemacht, z. B. bei den ebengenannten Schaltern und Schützen. Bei einer Steuerung aber, wie sie in dem letzten Schaltbild des Herrn REINHARDT gezeigt ist, muß eine ganze Reihe von Schaltbewegungen nacheinander vorgenommen werden, und dies wäre nur in der Weise möglich, daß man eine Reihe von Schützen organisch oder nicht miteinander verbunden nebeneinander aufbaut und jedes Schütz mit je einem Druckluftzylinder versieht, die in der gewünschten Reihenfolge geschaltet werden. Dann sind aber Verriegelungen zwischen den einzelnen Schützen erforderlich, die es verhindern, daß falsche Schützen eingeschaltet werden; diese Verriegelungen sind oft recht kompliziert. Man kommt daher besser weg, wenn man nicht jedes Schütz einzeln antreibt, sondern alle miteinander verbindet und mit einem gemeinsamen Antrieb versieht, so daß sie ohne weiteres mechanisch miteinander verriegelt sind. Das ergibt die sicherste und natürlichste Bauweise. Eine solche Konstruktion führt aber in natürlicher Weise auf eine Walze, die gedreht werden muß. Hierbei hat der Druckluftantrieb in Form eines Klinkwerkes vor anderen dann noch den großen Vorteil voraus, daß mit absoluter Sicherheit jedesmal nur ein einziger Hub ausgeführt werden kann, also immer nur genau eine Fahrstufe weiter geschaltet wird. Es zeigt sich also, daß die Verwendung der Druckluft oft recht viele Vorteile mit sich bringt.

Übrigens sei noch gesagt, daß selbstverständlich die Grenze, die uns für die Konstruktion rein elektrisch betätigter Schalter z. Z. gesetzt ist, niemals als festliegend betrachtet werden darf. Alle Firmen arbeiten daran, auch ganz große, rein elektromagnetische Schalter zu bauen, um in gewissen Fällen von der Druckluft wieder abzukommen; es wäre aber müßig, sich jetzt in Prophezeiungen über die Weiterentwicklung elektrischer Steuerungen ergehen zu wollen. Augenblicklich jedenfalls gibt es viele Fälle, in denen die rein elektromagnetische Steuerung einfach versagt und zur Druckluftsteuerung gegriffen werden muß. (Beifall.)

Herr **Singer:** Ich kann mich des Eindrucks nicht erwehren, daß die Instandhaltung der Druckluftantriebe gewisse Schwierigkeiten in sich birgt. Zunächst ist es ja bekannt, welche Mühe es z. B. bei einer Rohrleitung macht, bei auftretender Undichtigkeit das betreffende Rohrstück auszuwechseln oder auf andere Weise die Störung zu beseitigen. Jedenfalls ist es einfacher, eine Sicherung auszuwechseln oder in ein Isolierrohr einen neuen Draht einzuziehen. — Herr Dr. OPPENHEIMER sagte dann, daß es durch den Druckluftantrieb ermöglicht sei, die Notbatterien in den Unterwerken oder Kraftstationen lediglich so groß zu bemessen, daß sie die Beleuchtung versorgen können. Das ist aber auch der Fall, wenn mit einem der vorhandenen Kraftspeicher gearbeitet wird. Die Energie, die bei einem der bekannten Federkraftspeicher mit elektrischem Aufzug zum Auslösen benötigt wird, ist nicht so groß, daß deshalb die Batterie besonders groß sein muß.

Herr **Oppenheimer:** Selbstverständlich konnte sich die Bemerkung über die Bemessung der Batterie nur auf den magnetischen Antrieb beziehen, wo bekanntlich besonders starke Ströme nötig sind, während für die kleinen elektropneumatischen Steuerventile des Celos-Antriebes Spulen mit einem Wattverbrauch genügen, dessen Größenordnung nach Herrn REINHARDT bei 100 ... 150 W liegt.

Was die erste Frage betrifft, so habe ich vorhin wohl zu erwähnen vergessen, daß in den Betriebsbahnhöfen der Eisenbahnen, wo die sog. Knorrbremsen-Güterzüge mit Druckluft von 6 ... 8 atü geladen werden, kilometerlange Rohrnetze in Betrieb sind, ohne daß irgendwelche Störungen bisher aufgetreten sind. Neuerdings schweißt man Rohrleitungen zusammen und erzielt damit eine sehr gute Dichtigkeit. Letzten Endes würde aber auch eine kleine Undichtigkeit keine nennenswerte Rolle spielen, denn es ist gerade der Vorteil der Druckluft, daß sie in dem Augenblick, wo sie gebraucht wird, an diesen Fehlerstellen vorbeistreicht, ohne daß sich am Antrieb selbst ein Spannungsverlust — wenn ich mich so ausdrücken darf — bemerkbar macht.

Das Auswechseln der Rohrleitungen dürfte auch nicht derartige Schwierigkeiten bereiten, um damit die Frage des Druckluftantriebes überhaupt zu Fall zu bringen, die — wie schon andere Herren Vorredner gesagt haben — doch erst am Anfang der Entwicklung ist. Die Druckluft hat doch nun einmal große Vorteile, und diese werden auch neue Anwendungsgebiete für die Druckluft schaffen. Ich erinnere nur an die Löschkammervorgänge, deren man vielleicht auch mit Druckluft Herr werden kann. Ferner wird man wahrscheinlich auch Trennschalter mit Druckluft steuern. Auch bietet die Verwendung von Druckluft in stationären Anlagen zum Reinigen der Schalter und zum Sauberhalten der ganzen Anlage manche Vorteile, so daß man schon heute auch aus diesen Gründen besondere Drucklufterzeugungsanlagen aufstellt, wo von Druckluftantrieben für Ölschalter noch gar nicht die Rede ist.

Elektrotechnischer Verein.

Der Generalsekretär:
Dr. S c h m i d t.



AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Zuschriften mit dem Bemerk „Betrifft AEF" sind zu richten an die Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin W 35, Potsdamer Straße 118a, Fernsprecher Amt Kurfürst 9697.

Der AEF stellt den folgenden abgeänderten Entwurf 19, „Magnetischer Schwund", gemäß § 4, Abs. 3 seiner Satzung nochmals zur Beratung und lädt die beteiligten Vereine ein, ihm das Ergebnis ihrer Beratungen bis zum 31. Dezember 1928 mitzuteilen. Zur gleichen Frist kann sich auch jedes Mitglied der beteiligten Vereine und jeder, der an der Beratung teilnehmen will, zu dem Entwurf äußern. Es wird gebeten, von Äußerungen in Zeitschriften dem AEF stets wenigstens einen Abdruck zu senden.

Berlin, August 1928. Strecker.

Entwurf 19. Magnetischer Schwund.

Die Geschwindigkeit, mit der ein Spulenfluß abnimmt, heißt magnetischer Schwund. Als Einheit für den magnetischen Schwund kann z. B. die absolute elektromagnetische CGS-Einheit oder das Volt dienen.

Erläuterungen

von F. Emde und W. Jaeger.

In der Physik und in der Elektrotechnik kommt es meist nicht auf den magnetischen Induktionsfluß selbst an, sondern auf seine Änderung mit der Zeit. Zunahme des Spulenflusses und induzierter Strom sind einander zugeordnet wie Fortschreitung und Drehung einer Linksschraube. Da man aber für die Festsetzung der Vorzeichen meist die Rechtsschraube zugrunde legt, so muß man sagen, daß ein positiver Strom entsteht, wenn der Spulenfluß abnimmt. Wenn man daher, um eine kurze Ausdrucksweise zu ermöglichen, einen Namen einführt, so ist es vorteilhaft, ihn sogleich für die Abnahme des Flusses zu wählen, nicht für die Zunahme. Die Einführung eines besonderen Namens rechtfertigt sich durch das häufige Vorkommen des Begriffes.

Der Spulenfluß ändert sich oft durch mehrere Ursachen. Dann will man gewöhnlich die Einzelwirkungen für sich betrachten. So z. B. ändert sich der Fluß, den eine Ankerwindung eines Wechselstrommotors umfaßt, teils weil das Magnetfeld pulsiert, teils weil die Windung an der Ankerdrehung teilnimmt. Entsprechend kann man unterscheiden zwischen Ruheschwund und Bewegungsschwund oder zwischen Transformationschwund und Rotationschwund. In anderen Fällen wird man den resultierenden oder Gesamtschwund zerlegen in den Schwund der Selbstinduktion und den Schwund der gegenseitigen Induktion. Bei Wechselstromgeneratoren kann man dem Leerlaufschwund den Belastungschwund gegenüberstellen, bei Transformatoren dem Hauptschwund den Streuschwund.

Der AEF hat in seiner Sitzung am 13. II. 1926 nach satzungsgemäßer Beratung die früher veröffentlichten Entwürfe 21 (vgl. ETZ 1922, S. 403), 24 (vgl. ETZ 1922, S. 404) und 28 (vgl. ETZ 1923, S. 552) in der nachstehenden Form als Sätze 11, 12 und 13 angenommen und endgültig festgestellt.

Berlin, August 1928. Strecker.

Satz 11. Drehung, Schraubung, Winkel, rechts- und linkswendiges Koordinatensystem.

I. Drehungsinn, Winkel, rechts- und linkswendiges Koordinatensystem in der Ebene.

Unter „Ebene" soll in diesem Abschnitt I die eine Seite einer Ebene, z. B. die Vorderseite einer Tafelebene oder Bildseite einer Zeichenebene oder das Zifferblatt einer Uhr verstanden werden.

1. Drehungsinn in der Ebene.

Der dem Lauf des Uhrzeigers entgegengesetzte Drehungsinn in einer Ebene soll als der positive Drehungsinn in dieser Ebene bezeichnet werden.

2. Winkel zweier gerichteter Geraden in der Ebene.

Unter dem Winkel $\sphericalangle x y$ zweier nicht paralleler, nicht zusammenfallender gerichteter Geraden (Achsen, Speere) derselben Ebene, von denen die eine als erste (x-)Achse, die andere als zweite (y-)Achse bezeichnet werde, soll der Winkel verstanden werden, durch den die positive Richtung der x-Achse im positiven Drehungsinn um den Schnittpunkt beider Achsen in die positive Richtung der y-Achse übergeführt wird. Dieser Winkel ist nur bis auf das Vielfache eines vollen Umlaufes bestimmt.

3. Rechtswendiges und linkswendiges Koordinatensystem in der Ebene.

Eine x-Achse und eine y-Achse mit den in 1, 2 bezeichneten Eigenschaften bilden ein rechtswendiges (positives) bzw. linkswendiges (negatives) Koordinatensystem (Rechtssystem bzw. Linkssystem) in der Ebene, wenn der innerhalb eines Umlaufes gemessene Winkel $\sphericalangle x y$ kleiner bzw. größer als ein gestreckter Winkel ist.

Durch bloße Bewegung in der Ebene ist es nicht möglich, ein Rechtssystem mit einem Linkssystem gleichsinnig zur Deckung zu bringen.

II. Schraubungsinn, Winkel, rechts- und linkswendiges Koordinatensystem im Raume.

Unter einer Ebene soll in diesem Abschnitt eine zweiseitige Ebene des Raumes (Blatt, Scheibe) verstanden werden. Von einer mit irgendeinem Drehungsinn behafteten Ebene (gerichteten Ebene) soll die eine Seite als die positive, die andere als die negative bezeichnet werden, je nachdem auf dieser Seite der Drehungsinn der Ebene als der positive oder als der negative Drehungsinn im Sinne von I, 1 erscheint.

4. Schraubung.

Durch gleichzeitige Drehung einer Ebene und Verschiebung längs einer die Ebene schneidenden, ihr nicht parallelen und ihr nicht angehörenden Geraden entsteht eine Schraubung.

Hierbei ist der Schraubungsinn und die Fortschreitungsrichtung der Schraubung zu unterscheiden.

a) Schraubungsinn.

Der Drehungsinn einer gerichteten Ebene und der Richtungsinn einer sie schneidenden gerichteten Geraden bestimmen einen positiven (rechtswendigen) Schraubungsinn, wenn die positive Richtung der Geraden auf der positiven Seite der Ebene (und daher die negative Richtung der Geraden auf der negativen Seite der Ebene) gelegen ist. Sie bestimmen einen negativen (linkswendigen) Schraubungsinn, wenn die positive Richtung der Geraden auf der negativen Seite der Ebene (und daher die negative Richtung der Geraden auf der positiven Seite der Ebene) gelegen ist.

Der Schraubungsinn ändert sich nicht, wenn sowohl der Drehungsinn der Ebene als auch der Richtungsinn der Geraden umgekehrt werden. Dagegen wechselt der Schraubungsinn, wenn entweder der Drehungsinn der Ebene oder der Richtungsinn der Geraden umgekehrt wird.

b) Fortschreitungsrichtung der Schraubung.

Durch gleichzeitige Drehung einer gerichteten Ebene in ihrem Drehungsinn und Verschiebung längs einer sie schneidenden gerichteten Geraden in deren Richtungsinn entsteht eine Vorwärtsschraubung; wenn sowohl die Drehung der Ebene als auch die Verschiebung längs der Geraden im entgegengesetzten Sinne erfolgen, entsteht eine Rückwärtsschraubung. Diese Festsetzungen beziehen sich sowohl auf eine rechtswendige als auch auf eine linkswendige Schraubung: Rechtsschraubung vorwärts und rückwärts, Linksschraubung vorwärts und rückwärts.

Der Korkzieher und die gewöhnlichen käuflichen Schrauben haben einen positiven Schraubungsinn sowohl beim Vorwärtsschrauben, worunter etwa das Hineinschrauben in den Kork oder das Material oder in die festgehaltene Mutter zu verstehen ist, als auch beim Rückwärtsschrauben.

5. Winkel zweier gerichteter Geraden.

Unter dem Winkel $\sphericalangle x y$ zweier nicht paralleler, nicht zusammenfallender sich schneidender gerichteter Geraden im Raume, von denen die eine als die x-Achse, die andere als die y-Achse in dieser Reihenfolge festgelegt ist, soll der kleinste Winkel verstanden werden, durch den die positive Richtung der x-Achse in die positive Richtung der y-Achse übergeführt wird.

6. Rechtswendiges und linkswendiges Koordinatensystem im Raume.

Drei gerichtete Geraden, die durch denselben Punkt gehen, aber nicht in derselben Ebene gelegen sind, und deren Reihenfolge durch die Bezeichnung als x-Achse, y-Achse, z-Achse bestimmt ist, bilden ein rechtswendiges (positives) Koordinatensystem (Rechtssystem), oder ein linkswendiges (negatives) Koordinatensystem (Linkssystem), je nachdem die durch den Drehungsinn des Win-



kels ∢ $x\,y$ gerichtete $x\,y$-Ebene zusammen mit der gerichteten z-Achse einen positiven oder einen negativen Schraubungsinn ergibt.

In einem Rechtssystem entsteht durch Drehung der $x\,y$-Ebene in dem Sinne, daß dabei die positive x-Achse durch den kleinsten Winkel in die positive y-Achse übergeführt wird, und gleichzeitige Verschiebung im Richtungssinn der positiven z-Achse eine Rechtsschraubung vorwärts.

Bei Vertauschung der Reihenfolge zweier Achsen ändert sich der Schraubungsinn eines Koordinatensystems.

Durch bloße Bewegung ist es nicht möglich, ein Rechtssystem mit einem Linkssystem gleichsinnig zur Deckung zu bringen.

Daumen, Zeigefinger und Mittelfinger der rechten Hand bilden, in die Richtung der x-, y- und z-Achse eingestellt, ein rechtswendiges Koordinatensystem.

Wenn bei Gebrauch eines zwei- oder dreiachsigen Koordinatensystems nicht das Gegenteil ausdrücklich hervorgehoben wird, soll stets ein rechtswendiges System gemeint sein.

Elektrizitätsmenge, welche 1,11800 mg Silber zur Abscheidung bringt. Das Atomgewicht des Silbers beträgt nach der letzten Atomgewichtstabelle 107,88. Aus diesen beiden Zahlen ergibt sich[1] für die Größe F der Wert 96 500 C. Auch die Bunsengesellschaft hat die Zahl 96 500 angenommen.

Satz 13. Gehalt von Lösungen.

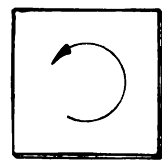
Die Menge eines Bestandteils in einer bestimmten Menge einer Lösung wird mit folgenden drei gleichbedeutenden Ausdrücken bezeichnet:

Gehalt einer Lösung (oder Mischung oder Verbindung) an einem Bestandteil,

Konzentration einer Lösung an einem Bestandteil,

Konzentration eines Bestandteils in einer Lösung.

Für besondere Zwecke (namentlich Gefrierpunktmessungen) wird die Konzentration einer Lösung auch als Menge des Bestandteils auf eine bestimmte Menge des Lösungsmittels ausgedrückt.


Abb. 1. Positiver Drehsinn in der Ebene.

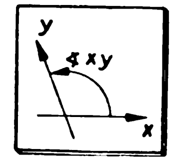


Abb. 2. Winkel zweier gerichteter Geraden in der Ebene.

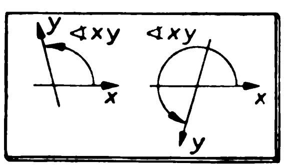
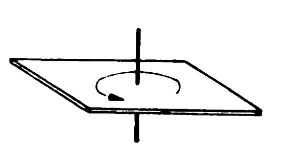
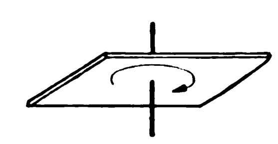
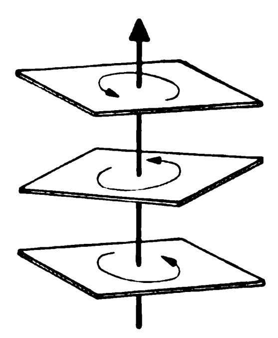
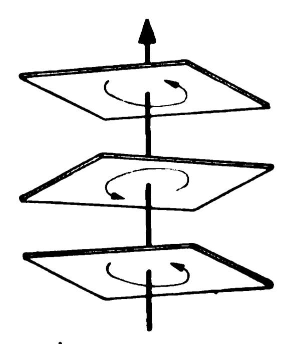


Abb. 3. Positives und negatives Koordinatensystem in der Ebene.


Abb. 4. Positive Seite einer gerichteten Ebene.


Abb. 5. Negative Seite einer gerichteten Ebene.


Abb. 6. Rechtsschraubung.


Abb. 7. Linksschraubung.

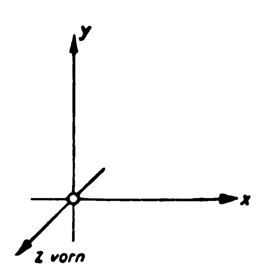


Abb. 8. Rechtssystem im Raume.

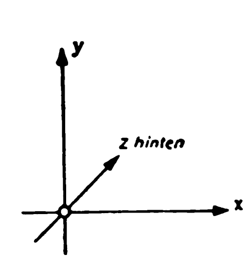


Abb. 9. Linkssystem im Raume.

Erläuterungen
von
F. Emde, G. Hamel, R. Rothe u. K. W. Wagner.

Begrifflich sind Rechtssysteme und Linkssysteme gleichberechtigt. Für die Frage, welche Art als grundlegend gewählt werden soll, kommt nur in Betracht, welche Wahl die genehmste und gebräuchlichste ist. Die Astronomen kennen nur Rechtssysteme, die Mathematiker, Physiker und Ingenieure legen teilweise Rechtssysteme, teilweise Linkssysteme ihren Untersuchungen zugrunde; doch ist die Mehrheit zweifellos für die Zugrundelegung von Rechtssystemen, im besonderen in den deutschsprechenden Ländern und in England.

Die Bedeutung einer bestimmten Festsetzung ergibt sich daraus, daß sich in vielen Formeln, welche eine Drehung mit einer Verschiebung oder (dem Stokesschen Satze entsprechend) ein Flächenintegral mit einem Randintegral verknüpfen, gewisse Vorzeichen umkehren, wenn man von einem Rechtssystem zu einem Linkssystem übergeht oder umgekehrt.

Das Wort „Rechtssystem", das im gleichen Sinne schon sehr gebräuchlich ist, ist mit einer Anlehnung an das Wort „Rechtsschraubung" gewählt worden.

Satz 12. Valenzladung.

Die elektrochemische Einheit der Elektrizitätsmenge, d. h. die Ladung, welche ein Grammäquivalent eines Ions an positiver oder negativer Elektrizität trägt und die mit dem Buchstaben F bezeichnet wird, beträgt 96 500 C.

Erläuterung
von H. v. Steinwehr.

Der Berechnung sind die internationalen elektrischen Einheiten und das Atomgewicht des Silbers zugrunde zu legen. International ist das Coulomb definiert als die

Sowohl die Menge des Bestandteils wie die Menge der Lösung (oder des Lösungsmittels) können in Masseneinheiten oder in Raumeinheiten angegeben werden.

Werden beide in Masseneinheiten oder beide in Raumeinheiten angegeben, so hat die Konzentration die Dimension einer reinen Zahl. Wird aber die Menge des Bestandteils in Masseneinheiten, die der Lösung in Raumeinheiten angegeben, so hat die Konzentration die Dimension (l^{-3} m).

Im letzten Falle kann statt der Konzentration auch deren Kehrwert, die Verdünnung, angegeben werden, d. h. die Raummenge der Lösung, die eine bestimmte Masse des Bestandteils enthält. Dimension (l^3 m^{-1}).

Konzentrationsangaben, die nur in Masseneinheiten ausgedrückt sind, haben den Vorzug, von der Temperatur unabhängig zu sein.

Als Masseneinheiten dienen	Einheitszeichen
das Gramm oder das Kilogramm	g kg
das Mol, d. h. soviel Gramm des Stoffes, wie sein Molekulargewicht angibt . .	mol
das Millimol, der tausendste Teil des Mols	mmol
das Val, d. h. soviel Gramm des Stoffes, wie sein Äquivalentgewicht angibt . .	val
das Millival, der tausendste Teil des Vals	mval
das Gramm-Atomgewicht, d. h. soviel Gramm eines Elementes, wie sein Atomgewicht angibt	g-atom
Als Raumeinheiten dienen	
das Kubikzentimeter oder das Liter	cm³ l

[1] Nach der neuesten Atomgewichtstabelle ist das Atomgewicht des Silbers gleich 107,880; daraus würde der Wert F = 96 494 folgen. Der AEF wird deshalb den Satz 12 im Einvernehmen mit der Deutschen Bunsengesellschaft von neuem prüfen.

Von den zahlreichen durch Verknüpfung dieser Einheiten möglichen Arten der Konzentrationsangabe sind, falls nicht besondere Gegengründe vorliegen, nur die folgenden zu benutzen:

	Benennung	Einheitszeichen
1. Gramm Bestandteil in 100 g Lösung	Prozent Massenprozent	% oder g/100 g
2. Kubikzentimeter Bestandteil in 100 cm³ Lösung	Volumprozent	cm³/100 cm³
3. Gramm Bestandteil in 1 l Lösung	—	g/l
4. Mol Bestandteil in 1 l Lösung	—	mol/l
oder Liter Lösung auf 1 mol Bestandteil	Verdünnung	l/mol
5. Val Bestandteil in 1 l Lösung	—	val/l
oder Liter Lösung auf 1 val Bestandteil	Verdünnung	l/val
6. Mol Bestandteil auf 1 kg Lösungsmittel	—	mol/kg Lösungsmittel
7. Mol Bestandteil in 100 Gesamt-Mol Lösung	Molprozent	mol/100 Gesamtmol
oder der hundertste Teil der Zahl der Molprozente	Molenbruch	mol/Gesamtmol
8. Gramm-Atomgewicht Bestandteil in 100 Gesamt-Gramm-Atomgewicht der Lösung	Atomprozent	g-atom/100 Gesamt-g-atom
oder der hundertste Teil der Zahl der Atomprozente	—	g-atom/Gesamt-g-atom
bei Mineralwässern auch		
9. Millimol Bestandteil in 1 kg Lösung	—	mmol/kg
10. Millival Bestandteil in 1 kg Lösung	—	mval/kg

die meisten Zwecke belanglos, so daß die Verwendung des gleichen Namens für zwei dimensional verschiedene Größen nicht stört.

Erläuterungen

von Fr. Auerbach, H. Freundlich, W. Kösters, H. v. Steinwehr und A. Stock.

In der Art und Weise, wie der Gehalt von Lösungen ausgedrückt wird, herrscht eine oft verwirrende und zu Mißverständnissen führende Mannigfaltigkeit, so daß eine Klarstellung der Begriffe, Festlegung der Bezeichnungen und möglichste Vereinheitlichung der Ausdruckarten angezeigt erschien.

Zwischen den Bezeichnungen „Gehalt" und „Konzentration" zu unterscheiden, ist im allgemeinen nicht nötig; lediglich bei chemischen Verbindungen von unveränderlicher Zusammensetzung wird nur der Ausdruck „Gehalt" gebraucht, weil mit „Konzentration" der Begriff der Veränderlichkeit verknüpft ist. Auch dagegen, daß bald von der „Konzentration" einer Lösung (nämlich an einem Bestandteil), bald von der „Konzentration des Bestandteils" (nämlich in der Lösung) gesprochen wird, ist wenig einzuwenden; beides ist gleichbedeutend.

Dagegen ist scharf hiervon zu unterscheiden die Angabe der Konzentration als der Menge eines Bestandteils auf eine bestimmte Menge Lösungsmittel. Wird diese Ausdrucksweise gewählt, so muß dies stets besonders hervorgehoben werden. Dabei ist zu beachten, daß der Begriff „Lösungsmittel" nur für binäre verdünnte Lösungen — als der der Menge nach überwiegende Bestandteil — eindeutig ist; in starker wässeriger Schwefelsäure kann man entweder die Schwefelsäure oder das Wasser als Lösungsmittel ansehen, in einer Lösung von Kochsalz und Zucker in Wasser entweder das Wasser als Lösungsmittel für beide festen Stoffe oder die wässerige Zuckerlösung als Lösungsmittel für das Kochsalz oder die Kochsalzlösung als Lösungsmittel für den Zucker. Einwandfrei bleibt natürlich eine derartige Konzentrationsangabe, wenn sie lediglich die Vorschrift zur Herstellung der Lösung wiedergibt, z. B. „Schwefelsäure von der Konzentration 1 Gewichtsteil H_2SO_4 auf 5 Gewichtsteile H_2O" (von den Pharmazeuten als „Schwefelsäure (1 + 5)" bezeichnet).

Für die Wahl der Einheiten, in denen die Mengen der Bestandteile und der Lösung ausgedrückt werden, können praktische oder theoretische Gesichtspunkte maßgebend sein. Das Ergebnis einer Gewichtsanalyse z. B. wird am unmittelbarsten wiedergegeben durch die Angabe der Konzentration der Bestandteile in Gewichtsprozenten (Massenprozenten); diese sind unabhängig von der Temperatur und unabhängig von allen Annahmen über die molekulare Konstitution der Stoffe.

Bei volumetrischen Gasanalysen liegt am nächsten die Angabe der gemessenen Raummenge des Bestandteils in einer bestimmten Raummenge des Gesamtgases, also z. B. in Volumprozenten; die gefundene Zahl gilt, weil die Ausdehnungskoeffizienten der meisten Gase praktisch gleich gesetzt werden können, in der Regel ohne weiteres auch für andere Temperaturen.

Bei verdünnten flüssigen Lösungen wird in den meisten Fällen die zur Analyse benutzte Menge der Lösung nur abgemessen, während die Menge des fraglichen Bestandteils gewöhnlich aus einer Wägung ermittelt wird: dem entspricht die Angabe der Konzentration als Gewichtsmenge in einer bestimmten Raummenge der Lösung. Daß eine solche Konzentration eine Größe von anderer „Dimension" ist als die nach Gewicht auf Gewicht oder Volumen auf Volumen berechnete, ist für

Beim Vergleich der Lösungen verschiedener Stoffe, z. B. NaCl und KCl, ist aber für die meisten physikalischen und chemischen Beziehungen nicht die in Gramm ausgedrückte Gewichtsmenge der gelösten Stoffe ein geeignetes Maß; vielmehr müssen solche Mengen verglichen werden, welche die gleiche Anzahl von Molekeln enthalten, so daß für die verschiedenen gelösten Stoffe nicht dieselbe Masseneinheit, sondern für jeden eine spezifische und zwar dem Molekulargewicht proportionale Masseneinheit zu wählen ist. Als solche werden seit langer Zeit das Gramm-Molekulargewicht oder Mol (und dessen tausendster Teil, das Millimol) benutzt, oder, wenn die verschiedene Wertigkeit eine Rolle spielt, wie bei allen elektrochemischen Vorgängen, Maßanalysen usw., das durch die Wertigkeit geteilte Gramm-Molekulargewicht, d. h. das Gramm-Äquivalentgewicht. Für diese Einheit sind in der letzten Zeit eine Reihe von Benennungen vorgeschlagen worden; am meisten empfiehlt sich die schon in mehreren verbreiteten Fachwerken eingeführte Benennung Val (mit dem tausendfach kleineren Millival). Gerade dieser Begriff spielt in der analytischen Chemie eine ungeheure Rolle, und seine Benutzung vereinfacht die Wiedergabe namentlich titrimetrischer Bestimmungen außerordentlich. Während früher z. B. der Säuregehalt eines Getränkes, das verschiedene, oft nicht genau bekannte Säuren enthält, willkürlich auf eine bestimmte Säure, etwa Weinsäure, berechnet und in Gramm dieser Säure ausgedrückt wurde, ist die Angabe in Millival Gesamtsäure nicht nur eine unmittelbare Wiedergabe des Analysenbefundes (jeder Kubikzentimeter Normalsäure oder Normallauge enthält ein Millival), sondern bringt auch den Sachverhalt reiner zum Ausdruck. Die Konzentrationsangaben in Mol/Liter oder Val/Liter oder deren Kehrwerte, die „Verdünnungen" in Liter/Mol oder Liter-Val werden daher namentlich für das große Gebiet der verdünnten Lösungen bevorzugt. Dies trifft zusammen mit der theoretischen Bedeutung der in Mol/Liter ausgedrückten Konzentration in der Lehre von den verdünnten Lösungen, z. B. bei der Ableitung der osmotischen Gesetze, des Gesetzes der chemischen Massenwirkung, der Reaktionsgeschwindigkeit usw.

Für manche Fälle kommt aber auch dem Verhältnis der in Molen ausgedrückten Menge des gelösten Stoffes zur Gewichtsmenge des Lösungsmittels (der sog. Raoult-Konzentration) theoretische Bedeutung zu.

Bei atomistischen und quantentheoretischen Betrachtungen schließlich müssen nicht nur für die gelösten Stoffe, sondern auch für das Lösungsmittel die molekularen Masseneinheiten zugrunde gelegt werden, und man gelangt so zu der Konzentrationsangabe in „Molprozenten" oder als „Molenbruch".

Wenn, wie in festen Lösungen der Metalle, Metalllegierungen, das Molekulargewicht der Bestandteile nicht bekannt ist oder dieser Begriff sogar seinen Sinn verliert, kommen als vergleichbare Masseneinheiten nur solche in Betracht, die den Atomgewichten proportional sind, d. h. das Gramm-Atomgewicht.

Nach den vorstehenden Gesichtspunkten sind die aufgeführten Arten der Gehaltsangabe von Fall zu Fall auszuwählen. Bei der Aufführung sind von den heute sonst noch gebrauchten Arten diejenigen weggelassen worden, die neben den genannten entbehrlich erscheinen. Z. B. hat die Angabe in Gewichtspromille oder Volumenpromille

neben denen in Prozenten keine Berechtigung. Andererseits ist mit Absicht (nach dem Vorgange amtlicher Anweisungen) für die als Gewichtsmenge in einer bestimmten Raummenge der Lösung anzugebende Konzentration der Ausdruck Gramm/Liter und nicht der — früher oft fälschlich als „Volumprozente" bezeichnete — Ausdruck Gramm/100 cm³ gewählt; durch die abweichende Größenordnung der beiden häufig nebeneinander benutzten Angaben g/100 g und g/l werden Verwechslungen leichter vermieden. Die ausschließlich für die spezifische elektrische Leitfähigkeit benutzte Konzentrationsangabe Val/cm³ kann leicht entbehrt werden.

Eine besondere Art von Gehaltangaben ist noch für Mineralwässer (nach dem Vorgange des Deutschen Bäderbuches) vorgesehen. Einerseits handelt es sich bei diesen häufig um sehr verdünnte Lösungen, so daß Millimol und Millival bequemere Einheiten als die tausendfach größeren sind, anderseits ist statt des Liters das Kilogramm deswegen gewählt, weil bei den sehr genau durchgeführten Analysen der Mineralwässer die zu untersuchende Menge in der Regel abgewogen, nicht abgemessen, die Dichte oft nicht oder nicht mit genügender Genauigkeit bestimmt worden ist und die gerade bei Mineralwässern in verhältnismäßig weiten Grenzen schwankende Temperatur die Beziehung auf die unveränderliche Masseneinheit der Lösung vorteilhafter erscheinen läßt.

Mit Rücksicht auf die geschilderte Mannigfaltigkeit ist die genaue Bezeichnung der gewählten Einheiten bei zahlenmäßigen Konzentrationsangaben dringend erwünscht, damit Verwechslungen vermieden werden. Andere Verwechslungen können auftreten, wenn z. B. die Menge des gelösten Stoffes in Gramm angegeben, aber nicht ersichtlich ist, ob der wasserfreie Stoff oder ein Hydrat der Rechnung zugrunde gelegt ist. Bei Angabe in Molen fällt dieser Zweifel weg, dafür kann aber Unsicherheit herrschen, welche Molekularformel gemeint ist (z. B. $HgCl$ oder Hg_2Cl_2). Schließlich ist auch der Begriff Val bei mehrwertigen Stoffen oder solchen von wechselnder Wertigkeit nicht immer eindeutig. Aus diesen Gründen ist in allen Zweifelsfällen die Angabe der chemischen Formel des Bestandteils — unter Umständen auch des Lösungsmittels — erforderlich.

SITZUNGSKALENDER.

Pommerscher Elektrotechnischer Verein, Stettin. — 21. IX. 1928, abds. 8¼ h, Konzerthaus: Vortrag Obering. Krämer „Ausgeführte Kurzschlußversuche im Großkraftwerk Stettin".

Verein Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen u. Privateisenbahnen E. V. — 19. bis 22. IX. 1928: Jahresversammlung in Essen u. Duisburg. 19. IX.: Zusammenkunft d. Teiln. im Duisburger Börsenkeller u. Essener Handelshof. 20. IX.: Gruppenversammlungen in Duisburg. 21. IX.: Hauptversammlung im Saalbau in Essen. Eröffnung d. Straßenbahn-Ausstellung. Vorträge u. a. über Verhältnis der Schienenbahnen zum Kraftwagen.

Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens E. V. — 20. IX. 1928, 8½ h, in der Aula der Techn. Staatslehranstalten in Hamburg, Lübecker Tor: 5. Hauptversammlung gelegentlich der 90. Versammlung der Gesellschaft Dt. Naturforscher und Ärzte. I. 8½ h: Geschäftssitzung. II. 9½ h: Wissenschaftl. Sitzung, gemeins. m. der Dt. Phys. Gesellsch. u. der Dt. Gesellsch. f. Techn. Physik. Vorträge: Böhm, Bündelung d. Energie kurzer Wellen; Moser, Übertrag. d. Energie vom Sender z. Antenne auf kurzen Wellen; Gothe, Drahtreflektoren; Hahnemann, Maschinensender f. kleine Wellenlängen; Leithäuser, Kurzwellenempfangsgerät z. Messg. d. Feldstärke; Dukkert, Fehlweisungen d. Funkpeilung in Abhäng. v. d. Wetterlage; Schindelhauer, Elektromagn. Luftstörungen; Schröter, Bildtelegraphie; Küpfmüller, Stabilität v. unmittelb. Reglern; Mayer, Amplitudenbegrenzer f. Programmübertrag.; Esau, Reichweitenversuche u. Dämpfungsmessg. im Gebiet sehr kurzer Wellen.

PERSÖNLICHES.

Auer v. Welsbach. — Am 1. September d. J. konnte Dr. Karl Freiherr Auer v. Welsbach, der auf seinem Schlosse Welsbach in Österreich in ruhiger Zurückgezogenheit wissenschaftlichen Arbeiten lebt, seinen 70. Geburtstag begehen. Auer v. Welsbach ist am 1. IX. 1858 in Wien geboren worden, hat unter Bunsen in Heidelberg studiert und sich vom Beginn seiner Laufbahn an besonders mit der Chemie der seltenen Erden beschäftigt. Von diesem Gebiete ausgehend, gelangen ihm seine wissenschaftlichen und technischen Entdeckungen, deren erste hier zu erwähnende die Schaffung des Glühkörpers für die Gasbeleuchtung im Jahre 1885 war. Die damals aus imprägnierten Baumwollfäden hergestellten Glühkörper wurden von ihm 1901 in die endgültige Form des Thorium-Cer-Glühstrumpfes übergeführt. Diese Erfindung, die das Gaslicht der elektrischen Kohlenfadenlampe wieder überlegen machte, überholte der Erfinder selbst durch die im Jahre 1897 geschaffene Osmiumlampe. Über die Beweggründe und die Schwierigkeiten, die Auer v. Welsbach auf dem Wege zur Metalldrahtlampe schließlich mit Hilfe seines Pasteverfahrens zu überwinden wußte, hat er selbst in der ETZ 1921, S. 453, berichtet. Eine weitere technische Großtat war die Schaffung der Cer-Eisen-Legierung, die heute als Zündstein in Taschenfeuerzeugen und Gasanzündern über die ganze Welt verbreitet ist. Von den rein wissenschaftlichen Arbeiten Auers sei hier nur die Auffindung von vier neuen Elementen erwähnt (Neodym, Praseodym, Aldebaranium und Cassiopeium).

Die Mitwelt hat dem Erfinder mit zahlreichen Ehrungen gedankt, denen zur Feier des 70. Geburtstages neue hinzugefügt wurden, und zwar wurde er von der Universität Freiburg i. B. und der T. H. Graz zum Ehrendoktor, von der Universität Heidelberg zum Ehrensenator ernannt. Die deutsche Auergesellschaft überreichte ein ganz besonderes Geschenk: zwei Kristallvasen, die, als erste ihrer Art, mit den von Auer 1885 getrennten Elementen Neodym und Praseodym gefärbt sind.

Auszeichnungen. — Der Deutsche Funktechnische Verband hat dem Präs. a. D. Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. K. W. Wagner, „dem erfolgreichen Erforscher der Schwingungsvorgänge und verdienten Förderer der Funktechnik", die im vergangenen Jahre geschaffene Slaby-Plakette verliehen. Im vergangenen Jahre wurde dieselbe Herrn Prof. Dr. Wachsmuth in Frankfurt a. M. verliehen. — Das Institute of Radio Engineers, New York, die größte wissenschaftliche Vereinigung der V. St. Amerika auf dem Gebiete des Radiowesens, hat Herrn Prof. Dr. Jonathan Zenneck in München durch Verleihung der „Institute Medal of Honor for 1928" ausgezeichnet. Von derselben Vereinigung ist ferner Herr Prof. Dr. Dr.-Ing. e. h. Alexander Meißner zum Vize-Präsident des Institute gewählt worden. Dr. A. Meißner, auf dessen Erfindung der Röhrensender und rückgekoppelte Empfänger und damit die gesamte heutige Rundfunkindustrie überhaupt beruht, wurde dafür seinerzeit als erster mit der goldenen Heinrich-Hertz-Medaille ausgezeichnet.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Durch ein elektrisches Bügeleisen verursachter tödlicher Unfall und dessen überraschende Aufklärung.

Das Neue in der Geschichte dieses in der ETZ 1928, S. 957, beschriebenen Unfalles soll darin bestehen, daß das im kalten Zustande für gut isoliert befundene Bügeleisen im warmen Zustande Körperschluß erhielt. Ein solcher Fall ist in der Elektrowärmetechnik durchaus nichts Neues. Er kann entstehen, wenn bei der Konstruktion und Ausführung die unvermeidlichen Veränderungen, denen die verwendeten Werkstoffe bei der Erwärmung unterliegen, nicht genügend berücksichtigt sind. Mit zunehmender Erwärmung sinkt der Isolationswert der Isoliermaterialien; die Heizleiterwindungen erfahren durch die Ausdehnungen eine Lagenänderung, die bei zu kleinen Kriechstrecken Schlußgefahr hervorruft. Mangelhafte innere Verbindungen lockern sich bei Erwärmung, wodurch auch ein Gefahrenzustand herbeigeführt werden kann. Diese und noch weitere die Betriebsicherheit beeinträchtigende Erscheinungen, die bei der Erwärmung entstehen, sind jedem erfahrenen Elektrowärme-Fachmann bekannt. In den VDE-Vorschriften für elektrische Heizgeräte und Heizeinrichtungen ist auf die Einhaltung der Betriebsicherheit auch im betriebswarmen Zustande der Geräte weitgehendst Bedacht genommen. So muß u. a. nach den Prüfbestimmungen jedes Gerät einer Isolationsprüfung im kalten und auch im betriebswarmen Zustande unterzogen werden. Bügeleisen unterliegen in dieser Beziehung einer besonders scharfen Bestimmung, indem sie noch nach einer hundertstündigen Betriebsdauer freihängend mit der 1,4fachen Nennaufnahme die vorgeschriebene Prüfspannung von 1000 V aushalten müssen.

Die Entstehung des in dem Bericht erwähnten Temperaturkontaktes ist demnach durchaus

nichts Überraschendes. Die Wahl einer solchen Bezeichnung beweist, daß bei der Untersuchung die eigentlichen Ursachen, die den Körperschluß herbeiführten, in diesem Falle nicht erkannt worden sind.

Berlin-Friedenau, 22. VI. 1928.

Rud. Naujoks.

Erwiderung.

In der kurzen Notiz (ETZ 1928, S. 957) fehlt in der Tat vieles, was in meinem Originalaufsatz (Wiener med. Wochenschr. 1928, H. 12) ausführlich erörtert wird; so z. B. auch „das Prinzip des Temperaturkontaktes findet in der Technik und auch in der Elektrotechnik praktische Verwendung".

Doch nicht die Frage der Elektrowärmetechnik stand für uns zur Diskussion, sondern die der Entstehungsweise eines Unfalls durch ein elektrisches Bügeleisen, welches auf den ersten Blick einwandfrei zu sein schien. Man wird auch vergebens in der elektrischen Unfallchronik nach einer ähnlichen „limitierten" Gefährdungsmöglichkeit suchen, gewissermaßen einer Unfallsgefahr „auf Sicht"; daß sich das Bügeleisen in einer Phase harmlos, in einer anderen dagegen gefährlich zeigte, daß sich dieser Wechsel präzis chronometrieren ließ — Körperschluß 30 s nach dem Einschalten — dies war für die Gesundheitstechnik bisher unbekannt und neu.

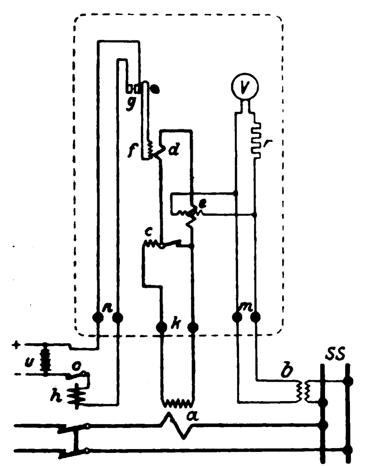
Mit Recht verweist der Einsender auf die vom VDE herausgegebenen „Vorschriften für elektrische Heizgeräte und Heizeinrichtungen", durch deren Anwendung das Bügeleisen als schadhaft erkannt worden wäre; diese Vorschriften sind wohl vom Elektrotechnischen Verein in Wien im großen und ganzen übernommen und als Anhang (EVW. 10) herausgegeben worden, jedoch mit Gültigkeit ab 1. I. 1928; im Jahre 1927 aber, in dem das Unglück geschah und das Bügeleisen — vielleicht noch viel früher — in den Handel kam, waren diese Vorschriften in Österreich noch nicht verpflichtend und auch noch nicht in Anwendung.

Wien, 18. VII. 1928.

Prof. Dr. Stefan Jellinek.

Schwebungserscheinungen und Relaisversager in Kraftübertragungsnetzen.

Auf die Erwiderung des Herrn Prof. THOMA auf meine Einsendung in ETZ 1928, S. 961, bemerke ich, daß dessen Behauptung, wonach „im allgemeinen die Vorheizung der[1] Bimetallstreifen des N-Relais der Dr. Paul Meyer A. G. als Nachteil empfunden wird", nicht den Tatsachen entspricht.



a Stromwandler
b Spannungswandler
c Überstromschalter
d Heizwandler
e Energierichtungsrelais
f Bimetallstreifen
g Bürstenkontakt
h Auslösemagnet
k Stromklemmen
m Spannungsklemmen
n Auslöseklemmen
o Walzenschalter
r Vorwiderstand
u Batterie
V Voltmeter

Abb. 1. Schaltung des N-Relais.

Aus der Innenschaltung des N-Relais, Abb. 1, geht hervor, daß der Heizwandler *d*, an dessen Sekundärseite der Bimetallstreifen *f* angeschlossen ist, durch den einstellbaren, sofort wirkenden Überstromschalter *c* überbrückt ist. Die Überbrückung wird nur bei Überlastung bzw. bei Kurzschluß aufgehoben; dadurch wird erreicht, daß die Vorgeschichte auf das Arbeiten des Relais keinerlei Einfluß hat.

Wenn gelegentlich der Tagung der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen in Ulm im November 1927 von seiten eines Werkes, das keine N-Relais eingebaut hat, das Bedenken ausgesprochen wurde, daß die Relais bei schnell aufeinanderfolgenden Kurzschlüssen, beispielsweise bei Gewitter, zu Fehlauslösungen führen könnten, so ist nicht zu verstehen, daß daraus eine Verallgemeinerung abgeleitet werden kann. Gesetzt den Fall, daß in ein und demselben Freileitungsnetz die Blitze mit Intervallen von 1...2 min immer wieder Kurzschlüsse hervorrufen, so wird immer noch keine Fehlauslösung zustande kommen, wenn nicht gerade mit einer denkbar ungünstigen Netzkonfiguration bzw. mit einer sehr ungünstigen Verteilung der im Kurzschlußpfade liegenden Sekundärimpedanzen zu rechnen ist. Das wären die theoretischen Überlegungen. Lassen wir nun die Praxis sprechen. Nachstehend sind sämtliche Werke angeführt, bei denen die Impedanzrelais der Dr. Paul Meyer A. G. in Betrieb sind. Ich richte an Herrn Prof. THOMA die höfliche Bitte, an dieser Stelle zu berichten, bei welchen Werken die Vorheizung des Bimetallstreifens als lästig empfunden wurde, bzw. wo durch die Vorheizung des Bimetallstreifens Fehlschaltungen zustande gekommen sind. Nebenbei sei bemerkt, daß bei diesen Werken nahezu 3000 N-Relais in Betrieb sind:

1.	Bewag, Berlin	6 und 30 kV
2.	E. W. Karlsruhe	4 „
3.	E. W. Mannheim	4 „
4.	E. W. Bremen	7 „
5.	E. W. Wien	28 und 70 „
6.	E. W. Basel	50 „
7.	Rheinische Stahlwerke in Essen	5 „
8.	Bergische Licht- und Kraftwerke, Lennep	10 „
9.	Reichsbahndirektion Berlin, Stadt- u. Ringbahn	30 „
10.	Untergrundbahn Berlin	6 „
11.	Nordostschweiz. Kraftwerke, Baden (Schweiz)	50 „
12.	Ostpreußenwerk A. G., Königsberg i. Pr.	60 „
13.	Esag, Halle a. d. S.	110 „
14.	Elektrowerke A. G., Berlin	110 „
15.	Braunkohlen-Industrie A. G., Weisweiler	35 „
16.	Überlandwerk Osterode	15 „
17.	„ Königsberg i. Pr.	15 „
18.	„ Gumbinnen	15 „
19.	„ Saalkreis Bitterfeld zu Halle	15 „
20.	„ Gardelegen	15 „
21.	„ Edertalsperre	15 und 20 „

Eine annähernd gleiche Anzahl von Werken geht noch in diesem Jahre mit N-Relais in Betrieb. Hieraus geht wohl deutlich hervor, daß die erwähnte Behauptung des Herrn Prof. Dr. THOMA mit den Tatsachen in Widerspruch steht.

Berlin, 6. VII. 1928. M. Walter.

Erwiderung.

Ich bin der Ansicht, daß aus der bisherigen Behandlung der Sache klar hervorgeht, daß mir nicht nur die Eigenschaften der Netzrelais sehr gut bekannt sind, sondern daß Herr WALTER sogar im wesentlichen durch meine verschiedenen Veröffentlichungen auf die Vorteile dieses Relais hinsichtlich seiner Wirkungsweise bei etwaigen Schwebungserscheinungen aufmerksam gemacht wurde, so daß die Fragestellung des Herrn WALTER, soweit sie sachlicher und nicht geschäftlicher Natur ist, hiermit erledigt sein dürfte.

Karlsruhe, 20. VII. 1928. Thoma.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der Verkehrswasserbau. Ein Wasserbau-Handbuch für Studium u. Praxis. Von Prof. O. Franzius. Mit 1022 Abb. im Text u. auf 1 Taf., XII u. 839 S. in gr. 8⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geb. 78 RM.

Das Werk soll nach der Absicht des Verfassers für den entwerfenden und ausführenden Ingenieur eine möglichst kurz gefaßte Darstellung des Wasserbaues geben, soweit er dem Verkehr dient. Die Hauptabschnitte sind: Der Wasserverkehr, das Wasser, Flußbau, Strommündungen, das Meer, Seeuferbau, Deichbau, Wehre, Talsperren, Wasserkraftanlagen, Schiffschleusen, künstliche Wasserstraßen und Hafenbau.

Die Schrift bekundet ein umfassendes Wissen des gesamten Wasserbaues und eine geschickte Behandlung. Jedes Buch über Verkehrswasserbau sollte vor allem die Bedeutung von Art und Größe des Verkehrs für die Ausbildung der Verkehrswege, der Abmessungen der Fahrstraße, der Schleusen, Häfen usw. erörtern. Diese wichtigste Grundlage des Entwurfs wird in der Praxis leider noch viel zu wenig erkannt und beachtet, und man sollte unausgesetzt darauf hinwirken, wie das hier geschieht.

[1] Das N-Relais besitzt nur einen Bimetallstreifen, der nach dem Ansprechen Strom führt (d. Verfasser).

Zu begrüßen ist, daß an vielen Stellen des Buches auf die Kosten und Preisverhältnisse sowie die Wirtschaftlichkeit aufmerksam gemacht wird, so daß der junge Ingenieur auf die Kernpunkte z. B. im Vergleich von Wärme- und Wasserkraftwerken u. dgl. hingewiesen wird. Die Einträglichkeitsfrage hätte aber vielleicht noch mehr in den Vordergrund gerückt werden sollen, denn ohne solche Betrachtungen sollte heute kein technisches Lehrbuch großen Ausmaßes mehr geschrieben werden.

Die Schrift begnügt sich an manchen Stellen damit, die schwebenden Fragen des gerade behandelten Gebietes aufzuwerfen oder anzudeuten, und gibt die Quellen in der Literatur an für den, der sich näher mit dem Gegenstande beschäftigen will. Wertvoll sind manche Hinweise auf die Anwendung der technischen Wirtschaftslehre, um einen Anhalt für die zweckmäßigste Bauweise zu finden. Im einzelnen wendet sich der Verfasser z. B. ausführlich dem Schiffahrtsbetrieb und der Speisung der Kanäle zu, während es anderseits wünschenswert gewesen wäre, daß auch die gemeinsamen Schiffahrts- und Kraftwasserstraßen — ein heute im Vordergrunde stehendes Problem — eingehend behandelt worden wären. Der Studierende muß zunächst die Einzelheiten durcharbeiten und dann Verständnis für die großen Linien gewinnen, um das Ganze zu übersehen und formen zu können. Diese Grundlage ist unerläßlich, und das muß auch ein Lehrbuch beachten. Das Buch gibt als Ganzes eine gute Gesamtübersicht und bringt viele allgemeine Richtlinien für vorgeschrittene Ingenieure. Es erscheint daher besonders wertvoll auch für die Ingenieure der Grenzgebiete: Maschinenbau und Elektrotechnik.

Die Ausstattung des Buches ist eine gediegene.

Mattern.

Des vernis isolants. Von R. Marchand. Rev. techn. Suisse. Jahrg. 1927, H. 32.

Die vorliegende kleine Arbeit soll einen Überblick über den heutigen Stand der Isolationstechnik der Wicklungen von Maschinen und Transformatoren geben. Der Verfasser gliedert sie in eine Art Vorwort, in dem er die hauptsächlichen Eigenschaften der Kolloide bespricht. In ihm entwickelt er die zur Zeit gültigen Anschauungen über die Kolloide, ihr Verhalten in Lösungsmitteln, ihr Aufquellen und Gerinnen. Diese Erörterungen bricht er dann ziemlich kurz ab, ohne seine Ausführungen mit dem eigentlichen Thema in einen ersichtlichen Zusammenhang zu bringen.

Im nächsten Abschnitt behandelt der Verfasser die natürlichen und die künstlichen Harze, die in der Lacktechnik Verwendung finden, wobei unter Kunstharzen die Kondensationsprodukte aus Phenol und Formaldehyd zu verstehen sind. Er weist darauf hin, daß die Kunstharze durch Polymerisation ohne ein weiteres Hilfsmittel, als das der Erwärmung, erhärten. Er bringt zum Schluß die bekannte Gliederung ihres Erfinders in drei voneinander getrennte Zustände.

Im dritten Abschnitt werden die eigentlichen Lacke behandelt, die der Verfasser je nach der Art des Lösungsmittels in drei Klassen einteilt, in fette Lacke, Lacke mit ätherischen Ölen bzw. flüchtigen Kohlenwasserstoffen und alkoholhaltige Lacke. An dieser Stelle bespricht er die Eigenschaft der Kopale, die erst nach vorangegangenem Destillationsprozeß, bei welchem dem Kopal 10...20 Gewichtsteile Harzöl entzogen sind, öllöslich werden. Er geht in diesem Abschnitt auch auf die Lacke ein, die aus Kunstharz hergestellt werden. Als wichtige Eigenschaften der Lacke spricht er die folgenden an:

1. Sie sollen keinen Fremdstoff als verunreinigend schwebend enthalten.
2. Sie sollen wasserfrei sein, keine alkalische Reaktion haben, keinen Schwefel und keine Mineralsäure enthalten.
3. Sie sollen eine große mechanische Unveränderlichkeit aufweisen und dürfen keine Angriffe auf Metalle, Eisen und Kupfer ausüben.
4. Die ofentrocknenden Lacke müssen der Alterungsprobe standhalten.
5. Stets dieselbe Trockendauer für eine bestimmte Art vorausgesetzt, sollen sich alle anderen Eigenschaften gleichartig verhalten.
6. Sie sollen eine hohe Durchdringungskraft besitzen.
7. Sie sollen ein Minimum des Aschengehaltes haben.

Außer diesen Kontrollen sei es noch zweckmäßig, Durchschlagsversuche anzustellen. Außerdem soll ihr Verhalten in der Wärme, insbesondere das gegenüber heißem Transformatorenöl und Wasser, sowie ihre Biegsamkeit untersucht werden.

Er kommt dann zum Unterschied zwischen zwei Lackarten, und zwar Lacken für die Oberflächenabdeckung und Tränklacken. Der erste Lack kann seiner Ansicht nach ein lufttrocknender Lack sein, während der zweite ofentrocknend sein muß. Die Tränklacke unterscheidet er in fette Lacke auf Leinölgrundlage und in die synthetischen Firnisse. Die Tränklacke sind nach Ansicht des Verfassers entweder schwarz oder gelb.

Der vierte Abschnitt befaßt sich mit praktischen Erwägungen über die Wichtigkeit der vorherigen Trocknung der Wicklungen, über die Zweckmäßigkeit der Tränkung. Er bildet auch eine Einrichtung ab, um das Tränken im Vakuum und späterer Druckerhöhung vorzunehmen. In diesem Abschnitt geht der Verfasser auch auf die Verschiedenheit ein, die zwischen den Öllacken und den synthetischen Lacken besteht, daß nämlich die Lacke erster Art zu ihrer Erhärtung Sauerstoff bedürfen, während die Lacke zweiter Art allein durch Einfluß der Wärme und dadurch hervorgebrachte Polymerisation erhärten. Er bringt in diesem Abschnitt auch einige Kurven, in denen der Isolationswiderstand von Wicklungen dargestellt wird, und zwar erstens von solchen Wicklungen, die in Isolationsöl liegen, zweitens von solchen, die sich in Wasser von 20° befinden, und drittens von solchen, die in Isolationsöl von 20° liegen, aber in Abhängigkeit von der Dauer des Lagerns.

Zum Schluß beschäftigt sich der Verfasser mit der Frage, ob es zweckmäßig sei, Wicklungen von Öltransformatoren in Lack zu tränken, oder ob man die Wicklungen besser ungetränkt läßt. Er beantwortet die Frage dahin, daß es zweckmäßig sei, die Wicklungen zu tränken, ungeachtet des Umstandes, daß der Lack im heißen Öl sich zum Teil löst oder aufquillt und daß er das Öl färbt.

Aus der Arbeit ersieht man, daß auch im Auslande der jahrzehntelang in der fortschreitenden Elektrotechnik recht stiefmütterlich behandelte Gegenstand angefangen hat Interesse zu erregen. Der Verfasser ist der Ansicht, daß dieses Interesse in der Hauptsache durch das immer ansteigende Bedürfnis nach höheren Spannungen hervorgerufen sei. Dieser Ansicht möchte ich nicht beipflichten. Ich bin vielmehr der Ansicht, daß das Interesse für die Tränklacke im wesentlichen darauf zurückzuführen ist, daß während des Krieges ein Mangel an geeigneten Rohstoffen eingetreten war, der zur Folge hatte, daß die damit hergestellten Maschinen und Transformatoren den Ansprüchen an Haltbarkeit nicht genügten. Dieser Zustand hielt auch nach dem Kriege noch lange an, und aus diesem Grunde setzten in vielen Ländern Europas gleichzeitig Bestrebungen ein, sich für die so außerordentlich wichtige Frage der Tränklacke zu interessieren.

Die kleine Arbeit des Verfassers zeigt leider viele Mängel. Jedem, der obige Inhaltsangabe liest und der sonst einigermaßen mit dem Gegenstande vertraut ist, wird sofort aufgefallen sein, daß der Verfasser dem wichtigsten Grundstoff der Lacke, nämlich dem trocknenden Öl, nicht eine Zeile gewidmet hat. Ein unbefangener Leser muß aus der Arbeit entnehmen, daß lediglich die Harze von Wichtigkeit seien. Das ist natürlich ein großer Irrtum. Die hellen Isolationslacke enthalten häufig überhaupt kein Harz, sie bestehen lediglich aus vorbehandeltem trocknendem Öl, und zwar nicht allein aus Leinöl, sondern vielfach wird dazu an Stelle des Leinöls chinesisches Holzöl verwendet.

Es soll hier die Frage nicht erörtert werden, welchem der beiden Öle der Vorzug zu geben ist. Untersuchungen haben gelehrt, daß beide Ölarten sich als Grundstoffe für die Lacke eignen. Es scheinen die Eigenschaften des Lackes mehr von der Vorbereitung der Öle als von ihrer Art abzuhängen. Eins ist wenigstens heute wohl als sicher zu betrachten. Das Leinöl kann kaum ohne Zutritt von Sauerstoff zum Erhärten gebracht werden, während es vom chinesischen Holzöl bekannt ist, daß es bei genügend hoher Temperatur polymerisiert und fest wird. Leider ist diese Temperatur so hoch, daß sie wegen der dann eintretenden Zersetzung der Faserstoffe in der Praxis nicht verwendet werden kann

Liest man den Abschnitt des Verfassers, und zwar besonders den Abschnitt 3 über die Firnisse, so muß man den Eindruck gewinnen, als spielte das Leinöl nur die Rolle eines Lösungsmittels genau so wie Benzol oder Alkohol, während doch in Wirklichkeit, wie ich schon ausgeführt habe, das Öl für die spätere Beschaffenheit des Tränklackes die Hauptrolle spielt.

Das Verhalten der Harze, das bei Gelegenheit der Firnisse im Absatz 3 behandelt wird, gehörte eigentlich in den Absatz 2. Aber erst im Absatz 3 erwähnt der Verfasser, daß der Kopal (Bernstein verhält sich ebenso) erst nach Abdestillation von 10...20 % Harzöl öllöslich wird. An sich ist das richtig, wenn auch die Angabe für gute Kopale zu niedrig ist. Der Verfasser sagt aber nicht, daß nach

dieser Behandlung der Kopal bzw. der Bernstein kein Kopal und kein Bernstein mehr ist, sondern ein ganz erheblich verschiedenes Produkt, das zwar besser ist als das gewöhnliche Harz (Kolophonium), aber von dem Naturprodukt sich weit unterscheidet und die wesentlichsten und besten Eigenschaften verloren hat.

Im Absatz 2 der Bedingungen, die der Lack erfüllen soll, sagt der Verfasser, der Lack dürfte keinen Schwefel enthalten. Diese Forderung ist natürlich ganz ungerechtfertigt, soweit sie sich auf den schwarzen Isolationslack bezieht. Dem Verfasser sollte bekannt sein, daß alle Bitumenarten, sei es solche, die in weichem Zustand gewonnen werden, sei es, daß man die harten Asphalte zugrunde legt, einen sehr hohen Schwefelgehalt haben. Werden diese Stoffe dem Lack einverleibt, so ist der Lack natürlich ebenfalls schwefelhaltig.

Sieht man von diesen offensichtlichen Fehlern ab, so muß es trotzdem als außerordentlich verdienstlich bezeichnet werden, daß der Verfasser sich mit der Frage der Tränklacke beschäftigt und darüber eine kleine Studie veröffentlicht hat, die das Interesse weiterer Kreise dem Gegenstand zuführen wird. In der Tat stecken wir bei der Imprägnierung der Wicklungen noch ganz in den Kinderschuhen. Wir sind auf ganz wenige Rohstoffe angewiesen und gezwungen, uns den Eigenschaften dieser Rohstoffe zu fügen, die als äußerst unbequem empfunden werden müssen. Der schlimmste Übelstand ist die Notwendigkeit des Sauerstoffes zum Erhärten.

Ist eine Spule gut durchtränkt, so daß möglichst Bespinnung und Zwischenraum gut ausgefüllt sind, so ist es ausgeschlossen, daß das Innere dem Sauerstoff zugänglich ist. Der Tränklack bleibt daher jahrelang flüssig, er ist der Einwirkung der Feuchtigkeit ausgesetzt, und die im chemisch ungesättigten Zustande befindlichen Bestandteile des Öles greifen das Kupfer an. Es besteht die leidige Tatsache, daß die Bespinnung von Drähten, die in dieser Weise von unerhärtetem Lack durchtränkt ist, eine viel geringere Durchschlagsfestigkeit aufweist als die ungetränkte trockene Bespinnung. Der Lack ist in diesem Falle nichts anderes als ein unsicheres Schutzmittel gegen Wasser oder Feuchtigkeit, und dieser geringe Vorteil muß durch große andere Nachteile erkauft werden. Die Kunstharze bedürfen keines Sauerstoffes, sie haben aber den Nachteil, sich in harte, unelastische Körper umzuwandeln, die, wie dies in der vorliegenden Arbeit auch ausgeführt ist, infolge der Risse, die in ihnen entstehen, für die Zwecke der Imprägnation von Wicklungen in den meisten Fällen ebenfalls unbrauchbar sind.

Der Berichterstatter hat schon oft die Forderung erhoben, es nicht bei einer einfachen Resignation bewenden zu lassen, die in der Erklärung gipfelt, wir haben nur diese Grundstoffe, denen müssen wir uns fügen, sondern die Chemie für dies Gebiet zu interessieren. Was wäre allein schon damit gewonnen, wenn es gelänge, die Polymerisationstemperatur des chinesischen Holzöles durch irgendwelche Maßnahmen bis auf 100° oder weniger herunterzusetzen und auf diese Weise einen elastischen zähen Körper zu schaffen, der dann seinen Zweck erfüllen würde, indem er auch ohne Sauerstoffzufuhr im innersten Innern der Wicklung erhärtet. Welcher Fortschritt würde erzielt sein, wenn es gelänge, ein Kondensationsprodukt nach Art des Bakelits zu schaffen, das bei der Polymerisation elastisch bleibt. Mögen diese Wünsche auch heute unerfüllbar erscheinen, jedenfalls wäre es wohl wichtig, dem Ziel zuzustreben, sie erfüllbar zu machen. Die chemische Wissenschaft hat schon so vieles erreicht, vielleicht glückt ihr auch auf diesem Gebiete der so dringend erforderliche Fortschritt. Mögen die heutigen Isolationslacke beim Bau von Niederspannungsmaschinen keine allzu großen Anstände zeigen, so ändert sich das Bild jedoch sofort, sobald höhere Spannungen in Frage kommen, und besonders schlimm werden die Anstände, wenn es sich um kleine Maschinen handelt, bei denen der Raum für die Isolation sehr beengt ist. In diesem Fall stehen wir bei Verwendung auch der besten heutigen Tränklacke, die auf der Basis Leinöl oder Holzöl aufgebaut sind, geradezu verhängnisvollen Zuständen gegenüber, deren Überwindung unbedingt notwendig ist.

Vom Berichterstatter ist schon öfters an geeigneter Stelle angeregt worden, ein Kaiser-Wilhelm-Institut zu beauftragen, auf dem Gebiete der Tränklackerzeugung vorwärtsforschend vorzugehen. Dazu gehören natürlich Geldmittel, und es wäre sehr wünschenswert, wenn diese Geldmittel von der gesamten interessierten elektrotechnischen Industrie zur Verfügung gestellt werden könnten. Wird ein Erfolg erzielt, so wird er sicherlich die Geldmittel, die aufgewandt wurden, reichlich gelohnt haben.

Hans Boas.

Richtige Reklame. Von H. Tipper, H. L. Hollingworth, G. B. Hotchkiss u. F. A. Parsons. Autoris. Übersetzung der 2. Aufl. von „Principles of advertising". Von Dr. phil. H. Hahn. Mit Vorwort von Prof. Dr. W. Moede. (Bücher der industriellen Psychotechnik, Bd. 1.) Mit 122 Abb. im Text, 4 mehrfarb. Taf., IX u. 468 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geb. 22,50 RM.

Aus einer Fülle von Erfahrungsmaterial stellen die Verfasser die wichtigsten Grundsätze für eine richtige Reklamegestaltung in einem Lehrbuch zusammen, das unbedingt zu den besten auf diesem Gebiete gehört. Man wird nicht mit Tricks und Redensarten abgespeist, sondern findet an Hand zahlloser Beispiele die wichtigsten Gesichtspunkte zusammengestellt, nach denen eine wirksame Reklame vorzubereiten ist. Insbesondere wird einer gründlichen Erforschung des Marktes und einer Voruntersuchung der beabsichtigten Werbemaßnahmen das Wort geredet, wofür die Grundsätze der angewandten Psychologie und der Statistik anzuwenden sind. Wenn auch die vorgetragenen psychologischen Gedankengänge keineswegs einwandfrei sind, wie etwa die Farbenlehre, die die Bedeutung der Farbe in der Reklame erklären und ihre Beherrschung erleichtern soll, so wird der Praktiker doch reichen Nutzen aus ihnen ziehen können. Auch die Besprechung der menschlichen Triebe und Interessen, die der Aufmerksamkeitsgesetze und die Betonung des Wertes einer begründenden Reklameform dürften vielen Lesern wertvoll und willkommen sein.

Welche Fragen im einzelnen behandelt werden, das kann hier nicht alles aufgezählt werden, als wesentlichste Punkte seien erwähnt die Konstruktion des Textes, die Funktionen und Elemente der Illustration, der Farbe und des Ornaments, Anwendung der verschiedenen Drucktypen, Plakat-, Licht- und sonstige Reklamen. Weiter kommen die wichtigsten Anforderungen an einen Reklamefachmann und die Geeignetheit der verschiedenen Reklameträger, wie Zeitschriften, Kleinhändler usw. ausführlich zur Sprache; endlich wird die Kalkulation und Rentabilität der Reklame und ihre Erfolgskontrolle besprochen.

Entsprechend dem Bildungstand des amerikanischen Lesers ist das ganze ziemlich breit geschrieben; der deutsche Leser wird über vieles hinweglesen, die Übersetzung aus dem Amerikanischen dürfte aber als wohlgelungen zu bezeichnen sein, und die Bilder und Illustrationen, die im Original und in der Übersetzung abgedruckt sind, geben eine Fülle von Anregungen und zeigen das Geschick des Amerikaners, die Reklame zu handhaben, wenn er sie auch theoretisch nicht so gut zu meistern versteht.

Dr. v. Foerster.

Eingegangene Doktordissertationen.

Paul Werners, Über die elektrischen Kettenleiter. T. H. Darmstadt 1927.

Hermann Hüttenhain, Beiträge zur Kenntnis der Entstehungsursachen des Schwarzbruches bei Edelstählen. T. H. Darmstadt 1927.

Gottfried Kritzler, Die Platzkostenrechnung im Dienste der Betriebskontrolle und Preiskalkulation. T. H. Darmstadt 1927. Verlag v. Julius Springer, Berlin 1928.

Alfred Luce, Beitrag zur Erforschung der kritischen Tourenzahlen elastischer unbelasteter Wellen bei Rotation in Flüssigkeit. T. H. Darmstadt 1927.

Hugo Leber, Ein Gerät zur unmittelbaren Messung der Dehnungen der Innenfläche von Hohlkörpern, die einem inneren Überdruck ausgesetzt sind. T. H. Darmstadt 1927.

Hans Paul, Über Niederfrequenzverstärker, insbesondere Gegentaktverstärker. T. H. Darmstadt 1928.

Wilhelm Peters, Über die Belastungsfähigkeit von Hochstromerdungen und verwandte starkstromtechnische Erwärmungsprobleme. T. H. Berlin 1928. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928.

Karl-Friedrich Schotzky, Eine Löschfunkenstrecke mit rasch rotierenden Elektroden u. ihre Verwendung z. Wirbelstromerhitzung. Univers. Freiburg i. Br. 1928.

Paul Krüger, Die Wirtschaftlichkeit der Kraftheizung u. d. Heißwasserheizung in chemischen Betrieben. T. H. Berlin 1927.

Gerhard Meyer, Magnetische Messungen im östlichen Riesengebirge. T. H. Berlin 1927.

Heinz Meyersberg, Die Bearbeitbarkeit der Konstruktionsstähle des Automobilbaus. T. H. Berlin 1928.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Der elektrotechnische Spezialhandel Deutschlands im 1. Halbjahr 1928[1]. — Nach der im folgenden wiedergegebenen Übersicht des Statistischen Reichsamts über die Mengen und Werte des deutschen Spezialhandels (nebst Reparationssachlieferungen) mit den unten genannten 43 Ländern bzw. Gebieten zeigt dieser gegenüber der gleichen Periode des Vorjahres insgesamt eine beträchtliche Erhöhung, und zwar mengenmäßig bei der Einfuhr von elektrischen Maschinen einschl. ihrer Teile (M) um 9764 dz oder 61 % und von elektrotechnischen Erzeugnissen (E) um 9239 dz, d. s. 54 %. Die Ausfuhr ist bei elektrischen Maschinen um 57 044 dz bzw. 47 % und bei elektrotechnischen Erzeugnissen um 98 033 dz, d. h. 24 % gewachsen. Die Wertsteigerung war prozentual noch etwas größer.

Länder		Einfuhr aus		Ausfuhr nach	
		Mengen dz	Werte 1000 RM	Mengen dz	Werte 1000 RM
Insgesamt	M	25 707	7 813	178 724	47 324
	E	26 230	13 966	500 054	181 073
Ägypten	M	7	2	1 269	215
	E	1	2	2 099	559
Argentinien	M	57	18	11 294	2 592
	E	51	20	65 015	11 938
Austral. Bund	M	—	—	200	84
	E	58	23	2 611	1 461
Belgien, Luxembg.	M	102	38	3 963	1 230
	E	7 387	882	7 411	4 024
Brasilien	M	35	9	5 245	1 146
	E	13	11	7 981	2 820
Brit. Indien	M	—	—	2 268	709
	E	21	12	5 629	2 001
Brit. Südafrika	M	—	—	1 377	313
	E	9	9	5 939	1 454
Brit. Westafrika	M	—	—	20	4
	E	2	4	67	31
Chile	M	1	1	2 173	496
	E	21	25	3 573	1 505
China	M	74	24	1 950	449
	E	26	18	3 415	2 478
Dänemark	M	555	125	705	342
	E	351	218	11 360	5 217
Danzig	M	37	8	1 064	279
	E	43	42	4 382	1 469
Elsaß-Lothringen	M	26	20	63	36
	E	6	8	1 711	687
Finnland	M	11	6	2 902	732
	E	81	56	17 742	5 467
Frankreich	M	425	164	2 253	696
	E	701	460	13 129	4 191
Griechenland	M	22	5	2 535	546
	E	5	5	3 593	994
Großbritannien	M	515	282	1 703	854
	E	1 817	1 253	39 264	13 159
Irisch. Freistaat	M	161	19	1 332	277
	E	220	25	7 414	988
Italien	M	374	318	3 710	1 628
	E	750	326	10 787	11 654
Japan	M	4	1	9 132	1 729
	E	2	5	6 504	3 950
Kanada	M	1	2	52	17
	E	8	11	1 233	251
Kolumbien	M	—	—	686	198
	E	—	—	1 364	892
Lettland	M	40	8	1 072	278
	E	21	11	4 777	1 345
Litauen u. Memel	M	—	—	280	73
	E	10	11	1 435	538
Mexiko	M	13	3	1 559	335
	E	2	2	2 233	1 541
Niederlande	M	4 780	1 620	7 443	1 850
	E	3 731	3 820	76 683	18 495
Niederl. Indien	M	87	17	4 630	1 053
	E	27	19	12 314	3 165
Norwegen	M	12	6	3 702	734
	E	58	47	15 797	3 729
Österreich	M	990	638	3 250	1 807
	E	1 510	1 535	8 057	6 774
Polen	M	327	68	8 985	1 935
	E	75	69	22 952	7 540
Portugal	M	101	21	1 241	273
	E	4	1	3 170	844
Rumänien	M	1	1	3 219	1 078
	E	16	6	7 929	3 321
Rußland	M	—	—	54 972	13 707
	E	8	6	29 358	14 594
Saargebiet	M	12 012	2 347	5 712	1 186
	E	599	200	6 426	2 263
Schweden	M	207	94	3 037	1 133
	E	1 368	416	27 188	8 562
Schweiz	M	2 693	886	2 872	929
	E	1 624	1 263	10 833	5 990
Spanien	M	18	9	5 499	1 384
	E	17	15	8 010	3 802
Südslawien	M	—	—	2 209	576
	E	22	7	3 922	3 259
Tschechoslowakei	M	220	93	4 266	1 998
	E	226	197	6 517	5 822
Türkei	M	1	1	1 301	357
	E	44	48	4 643	1 350
Ungarn	M	22	7	1 077	455
	E	534	638	3 183	2 427
Uruguay	M	—	—	197	63
	E	—	—	1 412	604
V. S. Amerika	M	1 736	924	229	184
	E	4 720	2 219	4 175	2 670

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1435; 1928, S. 491.

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Die Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse hat im 2. Vierteljahr merklich zugenommen und wertlich 635 123 $ erreicht. Damit ergibt sich für das erste Halbjahr 1928 ein Betrag von 1 162 967 $, von dem 322 783 $ auf Maschinen und Teile solcher, 285 004 $ auf Apparate und Zubehörteile, 355 414 $ auf Kohlefadenlampen und 101 200 $ auf Funkgerät und Teile davon entfielen. Durch die Steigerung seines Imports im 2. Vierteljahr auf 183 476 $ ist Schweden mit im ersten Halbjahr 302 804 $ an die Spitze der Herkunftsländer getreten. Ihm folgen nunmehr Japan mit 294 714 und Deutschland, das im 1. Quartal führte, mit 275 401 $.

Kupferverbrauch der nordamerikanischen elektrotechnischen Industrie. — Nach von Power wiedergegebenen Zahlen des American Bureau of Metal Statistics hat die elektrotechnische Industrie der V. S. Amerika 1927 von insgesamt im Lande verbrauchten 834 500 tons Kupfer rd. 401 000 tons konsumiert, und zwar nahezu 200 000 tons für die Fabrikation, 93 000 tons für Telegraphen und Fernsprecheinrichtungen und 108 000 tons für Licht- und Kraftleitungen. Außerdem entfielen 4500 tons auf Rundfunkempfänger, 750 tons auf die Elektrisierung von Dampfbahnen und etwa 11 000 tons auf den elektrotechnischen Export. Der Kupferverbrauch des Leitungsbaus für Licht- und Kraftlieferung hat sich in den Jahren 1920/27, während deren 11 Mill. neue Abnehmer angeschlossen worden sind, vervierfacht.

Jubiläum. — Die 1903 mit der Firma Braun & Bockmann G. m. b. H., Mannheim, gegründete, Ende 1919 unter Annahme der jetzigen Firma nach Offenbach a. M. und 1921 nach Eisenach verlegte Schaltapparate-Gesellschaft m. b. H. konnte am 15. VIII. ihr 25jähriges Bestehen feiern. Sie beschäftigt z. Z. etwa 170 Arbeitnehmer.

Weitere Ausschreibungen in Luxemburg. — Die Compagnie Grand-Ducale d'Electricité du Luxembourg wird demnächst Submissionswettbewerbe für blankes Leitungsmaterial (in Kupfer, in Aluminiumlegierung mit hoher mechanischer Festigkeit) und Erdkabel sowie für Transformatoren ausschreiben. Die bezüglichen Belege (vgl. ETZ 1928, S. 1100) sind ihr bis 28. IX. einzureichen.

[1] Nach El. World, Bd. 92, 1928, S. 238. Vgl. ETZ 1928, S. 1100.

Berichtigungen.

In dem Bericht „Mechanismus des Kabeldurchschlags" in der ETZ 1928, S. 983, ist infolge eines Druckfehlers die Seitenzahl der Quellenangabe am Schluß des Berichtes falsch: Statt S. 897 muß es richtig heißen: S. 987.

In der ETZ 1928, S. 1191, l. Sp., Zahlentafel 3, ist die mittlere Benutzungsdauer für Dampf in 2200, für Wasserkraft in 3200 h zu ändern.

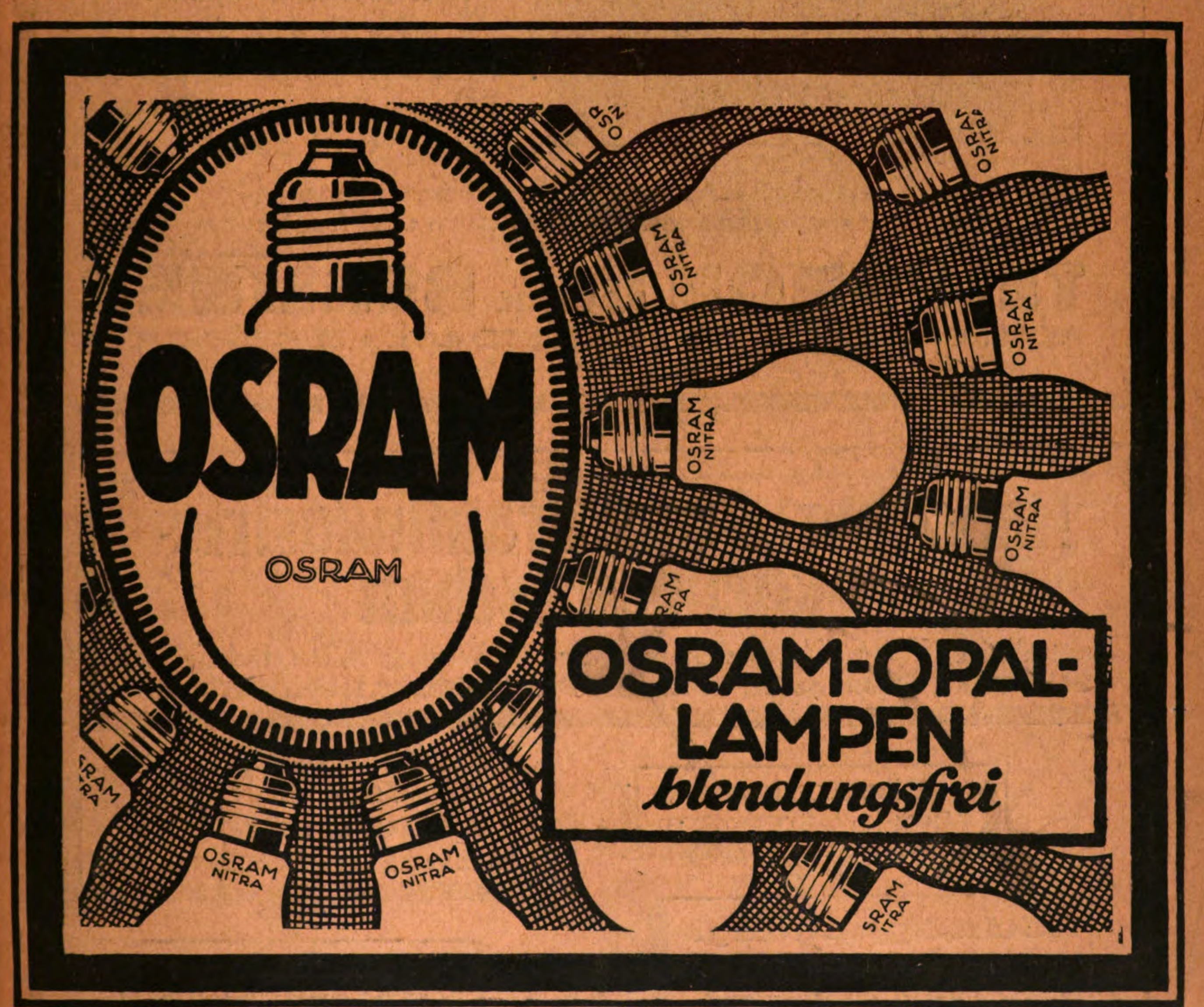
Abschluß des Heftes: 15. September 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.



Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ
ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



9. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 27. SEPTEMBER 1928
429—1460)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 27. September 1928 | Heft 39

Die Wirtschaftlichkeit von Lauf-Wasserkräften.

Von Dr. **Robert Haas** und Dipl.-Ing. **Carl Theodor Kromer**, Rheinfelden.

Übersicht. Es wird allgemein nachgewiesen, wie teuer der Ausbau von Lauf-Wasserkräften im Vergleich zu neuen Dampfwerken werden darf, wobei die Kosten der Übertragung mit berücksichtigt sind. Abweichend von der bisher üblichen Betrachtungsweise wird nicht die Höchstleistung der Wasserkraft, sondern die verkaufbare Leistung verglichen und beim Dampfwerk eine Reserve verlangt.

Eigenart der Lauf-Wasserkräfte.

Den Gedankengängen folgend, die in dieser Zeitschrift[1]) zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Pumpspeicherwerken gebracht wurden, sei heute die Frage der Wirtschaftlichkeit von Lauf-Wasserkraftwerken im Vergleich zu Dampfkraftwerken allgemein erörtert. Wir verstehen unter Lauf-Wasserkraftwerken solche, deren kraftspendendes Gewässer nicht durch regelbare Speicherwerke unmittelbar beeinflußt wird. Hiernach können Laufwerke, entgegen dem manchmal auftretenden Sprachgebrauch, sowohl Niederdruck- als auch Hochdruckwerke sein. Die Spende des Gewässers ist also im wesentlichen von den Naturgewalten abhängig. Die Wassermengen des Rheines bei Basel schwanken z. B. nur im Verhältnis von 1 : 20, und doch gibt Abb. 1 zu erkennen, wie stark die Witterung den Abfluß beeinflußt. Das Bild gibt die Wasserstände eines trockenen Jahres (1921) und eines nassen Jahres (1910) wieder. Der Einfachheit halber ist nur jeder siebente Tag aufgezeichnet. In der Tat zeigt fast jeder einzelne Tag eine andere Wassermenge; „nur der Wechsel ist beständig". Abb. 2 zeigt dagegen die Häufigkeit der Wassermengen des Rheines innerhalb eines Kalenderjahres im Durchschnitt von 20 Jahren; sie schwanken zwischen etwa 300 m³/s (links) und etwa 3000 m³/s (rechts). Außer diesem Mittelwerte sind wieder die Häufigkeiten der Wassermengen eines trockenen und eines nassen Jahres eingezeichnet. In diesem Bild sind die Wassermengen an den einzelnen Tagen des Jahres (ohne Rücksicht auf das Datum ihres Auftretens), links mit den kleinsten beginnend, der Größe nach geordnet. Der Linienzug läßt sofort erkennen, an wieviel Tagen eine gewisse Wassermenge überschritten oder unterschritten worden ist.

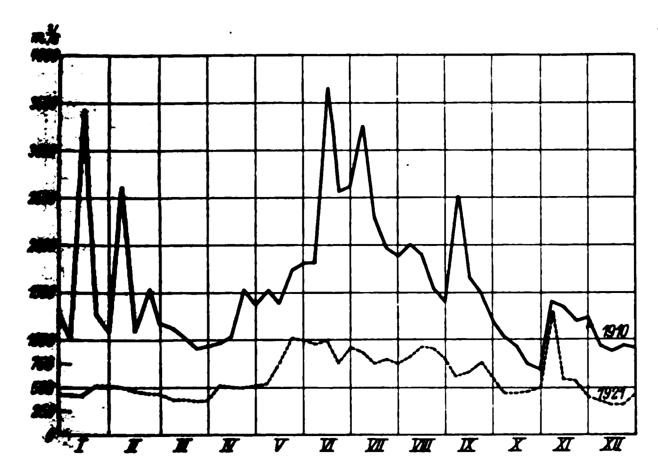


Abb. 1. Wassermengen des Rheines bei Basel in einem trockenen (1921) und einem nassen Jahre (1910), jeden siebenten Tag aufgezeichnet.

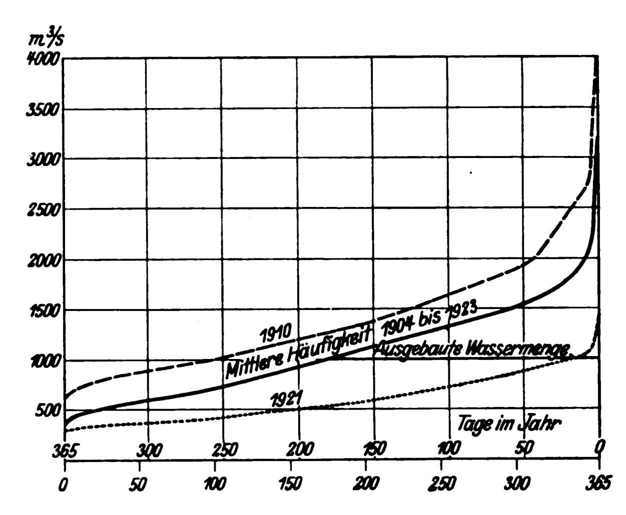


Abb. 2. Häufigkeit der Wassermengen des Rheines bei Basel. Die auftretenden Wassermengen sind nach ihrer Größe geordnet.

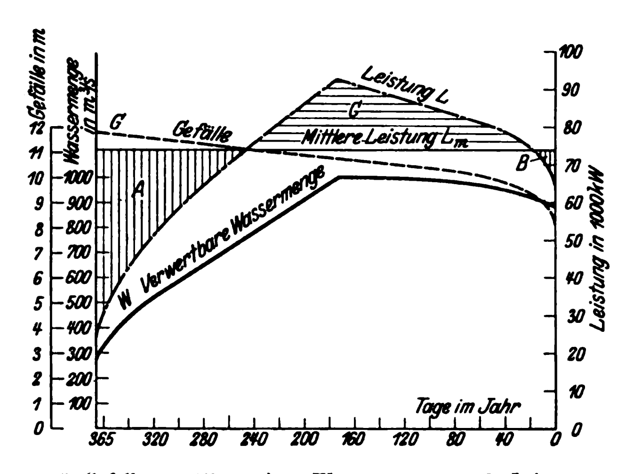
Diese Art der Darstellung ist nützlich für die Bestimmung der Ausbaugröße, der Leistungen und der Arbeitsmenge der Werke. Wenn man die Gefällstufe für eine sehr große Wassermenge ausbaute, so würde dies teuer, und man hätte doch die große ausgebaute Leistung nur an verhältnismäßig wenigen Tagen zur Verfügung. Wenn man aber die Wassermenge für den Ausbau zu klein wählte, so würde dies eine ungenügende und daher auch nicht wirtschaftliche Nutzbarmachung der Wasserkraft bedeuten. Heute ist es am Oberrhein üblich geworden, die Gefälle für eine solche Wassermenge auszubauen, daß man im Mittel der Jahre während etwa sechs Monaten mit der vollen Beaufschlagung der Turbinen rechnen kann. Abb. 2 zeigt diesen Fall, wobei die Schluckfähigkeit der Turbinen für eine Wassermenge von 1000 m³/s gewählt wurde.

Zeichnet man in Abb. 3 das zu der jeweiligen Wassermenge gehörige Gefälle ein, das bei den Laufwerken mit der zunehmenden Wassermenge wegen der Füllung des Flußbettes im Unterwasser abzunehmen pflegt, und berücksichtigt man die ebenfalls vom Gefälle abhängige Schluckfähigkeit und den Wirkungsgrad der Turbinen und denjenigen der Generatoren, so erhält man den Linienzug L der Leistungen in kW der Wasserkraft innerhalb eines Jahres. Die höchste Leistung des Kraftwerkes von 92 000 kW wird nur an einem Tage erreicht, an allen anderen Tagen des Jahres sind die Leistungen des Werkes kleiner.

[1] Gleichmann, ETZ 1927, S. 1534. — Haas u. Kromer, ETZ 1928, S. 599.

Erzeugungskosten.

Zielt man nach einem wirtschaftlichen Vergleich mit den Dampfkräften, bei denen die höchste Leistung entsprechend den eingebauten Kilowatt alltäglich zur Verfügung steht, so wäre es falsch, jene Höchstleistung L der Wasserkraft neben die Höchstleistung der Dampfkraft zu stellen, wie dies bisher meistens geschehen ist. Es könnte höchstens die mittlere Leistung verglichen werden; das wäre diejenige, die sich ergäbe, wenn man (Abb. 3) die von Linienzug L umschlossene Fläche in das



G Gefälle W nutzbare Wassermenge L Leistung L_m Mittlere Jahresleistung A und B Mangel gegenüber der mittleren Leistung C Überschuß gegenüber der mittleren Leistung

Abb. 3. Nutzbare Wassermengen, Gefälle und Leistung, ermittelt nach der Häufigkeitskurve.

inhaltsgleiche, oben von der Linie L_m begrenzte Rechteck verwandelte. Aber immer fehlen noch zur Zeit der Wasserklemme und zur Zeit des Wasserüberflusses Leistungen, die eine Dampfkraft von der Leistung L_m zu geben vermöchte (siehe die Flächen A und B in Abb. 3). Dem steht allerdings ein Überschuß über die mittlere Leistung (Fläche C) gegenüber. Die Arbeitsmenge der Fläche C ist jedoch schwer verkäuflich, denn auf die Abnahme solch kurzzeitiger und schwankender Leistungen wird sich ein Abnehmer nicht gern einlassen. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse noch ungünstiger, denn das Schaubild ist schon ein Mittel aus 20 Jahren, und jedes Jahr hat sein eigenes, stets verschiedenes Gepräge; dabei treten im Laufe der Tage und Wochen nicht so ausgemittelte Leistungen auf, wie es in Abb. 3 dargestellt ist, vielmehr bieten die Wassermengen des Flusses das ewig wechselnde Bild der Abb. 1. Auch die mittlere Leistung der Wasserkraft kann daher bei wirtschaftlichen Vergleichen nicht der Leistung der Dampfkraft ohne Berücksichtigung des Kraftmangels zu gewissen Zeiten und der schwierigen Verkäuflichkeit der gesamten erzeugbaren elektrischen Arbeit gegenübergestellt werden. Bei Wasserkräften, die schon eine Reihe von Jahren in Betrieb sind und welche durch Verbindung mit anderen Werken oder durch geeignete Verträge sich eine gute Ausnutzung ermöglicht haben, kann man rechnen, daß bestenfalls 80 % der mittleren Leistung verkauft werden können. Mit diesen Tatsachen, die sich im Anfang — in der sogen. Anlaufzeit — noch viel ungünstiger auswirken, muß man redlicherweise beim Vergleich mit Dampfkräften rechnen.

Wir bezeichnen die aus Abb. 3 errechnete mittlere Leistung mit L_m; verkaufbar würde aber bestenfalls nur sein $0{,}8\,L_m$. Es seien nun die Baukosten für 1 kW der mittleren Leistung $L_m = B$ RM. Dann sind die Kosten für die wirtschaftlich verwertbare Einheit der Leistung $\frac{B}{0{,}8}$ RM. Wir wollen auch hier wieder die Jahreskosten für Zinsen, Rückstellungen, Abschreibungen, Betrieb und Steuern mit 11 % einsetzen in der Meinung, daß die hohen Zinssätze und Steuern sich doch im Laufe des langen Bestandes der Wasserkraftwerke ermäßigen würden. Dann sind die Kosten für 1 kWh =

$$K_w = \frac{0{,}11\,B \,.\, 100}{0{,}8\,h} \sim \frac{14\,B}{h} \text{ Pf/kWh}, \quad . \;.\; .\; . \quad (1)$$

wo h die Zahl der Benutzungsstunden der mittleren Leistung L_m der Wasserkraft im Jahre bedeutet.

Demgegenüber wären nun die Kosten einer Kilowattstunde beim Dampfwerk zu ermitteln.

Wir nehmen — dem Streben der heutigen Technik entsprechend — ein großes Wasserwerk im Vergleich zu einem großen Dampfwerk an, vielleicht in der Größenordnung von 100 000 kW und glauben daher mit Baukosten von 280 RM/kW beim Dampfwerk auskommen zu können. Während bei einem Wasserwerk die eine oder andere Maschine bei niedrigen Wasserständen (Fläche A der Abb. 3) stillsteht und somit überholt werden kann, muß bei einem Dampfwerk für solche Zwecke eine Reserve bereitstehen. Sie braucht bei dem heutigen Zusammenarbeiten der Werke nicht unbedingt im gleichen Kraftwerk aufgestellt zu werden, immerhin aber wird sie anteilige Kosten erfordern, die wir durch eine Erhöhung der Baukosten um 30 % berücksichtigen; zu einem redlichen Vergleich ist dies unumgänglich. Die Kosten für 1 kWh im Dampfwerk wären somit unter Hinweis auf die Angaben Trögers und unsere oben erwähnten früheren Rechnungen[2]:

$$K_d = \frac{280 \,.\, 1{,}3 \,.\, 100 \,.\, 0{,}16}{h} + 3224\,c + \frac{338 \,.\, 8760\,c}{h} \text{ Pf/kWh}$$

oder

$$K_d = \frac{5800 + 3224\,c\,h + 2\,950\,000\,c}{h} \text{ Pf/kWh}, \quad (2)$$

wobei c wieder den Preis für 1 kcal des Brennstoffes in Pfennig bedeutet. Setzen wir die Kosten der Kilowattstunde aus Wasserkraft und Dampfkraft einander gleich (1) = (2), so erhalten wir:

$$14\,B = 5800 + 3224\,c\,h + 2\,950\,000\,c, \quad . \;.\; .\; . \quad (3)$$

woraus folgt:

$$B = 415 + 230\,c\,(h + 920) \text{ RM/kW}. \quad . \;.\; .\; . \quad (4)$$

Die rechte Seite der Gleichung gibt an, wieviel das Kilowatt der mittleren Leistung einer Wasserkraft kosten darf, die mit einem neuzeitigen großen Dampfkraftwerk in Wettbewerb tritt. Das zweite Glied rechts wird zu Null, wenn die Kohle nichts kostete, selbst dann dürften also die Baukosten nicht größer sein als 415 RM. Ein Laufwerk darf aber nicht teurer als diese Summe sein, je nach dem Preis der Kohle und der Dauer der Benutzung. Abb. 4 zeigt die zulässigen Baukosten eines

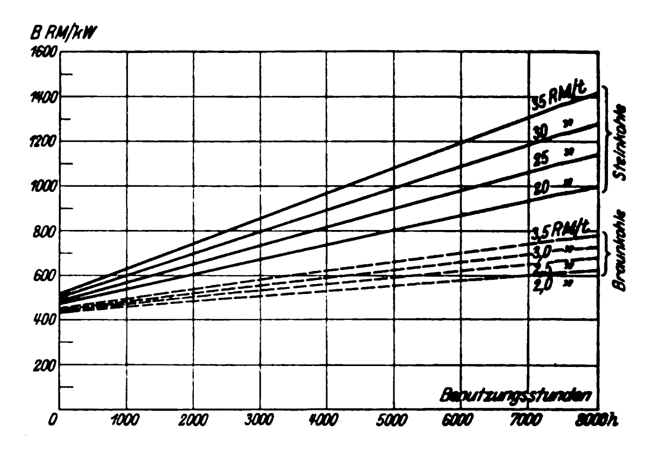


Abb. 4. Zulässige Baukosten eines Kilowatt mittlerer Leistung einer Lauf-Wasserkraft gegenüber Dampfwerken bei verschiedenen Kohlenpreisen (ohne Übertragungskosten).

Kilowatt einer Wasserkraft in Abhängigkeit von der Benutzungsdauer und bei verschiedenen Kosten der in Deutschland üblichen Braun- und Steinkohlen. So würde z. B. bei einem Steinkohlenpreis von 30 RM/t die Wasserkraft bei 4000stündiger Benutzung nicht teurer sein dürfen als 900 RM/kW und bei einem Braunkohlenpreis von 2,5 RM/t nicht teurer als 560 RM/kW.

Wenn auch in der Rechnung der Einfluß der Kohlenausnutzung dem heutigen Stande der Technik entspre-

[2] Z. VDI, Bd. 71, 1927, S. 1908. — ETZ 1928, S. 600.

chend wohl ziemlich richtig erfaßt sein mag, so ist doch das Ergebnis nicht ohne gewisse Fehler, hauptsächlich wegen der Unsicherheit, was man im Sinne der Gleichungen unter der Leistung eines Dampfwerkes, aber namentlich unter derjenigen einer Wasserkraft verstehen soll. Solange das Wasserwerk seine Spende nur ungenügend ausnutzen kann, wird es der gleichwertigen Dampfkraft unterlegen bleiben, bei einer vollkommeneren Verwertung wird sich das Verhältnis günstiger gestalten.

Übertragungskosten.

Nun ist aber der Preis des Stromes am Verbrauchsorte, nicht derjenige am Erzeugungsorte, der Wertmaßstab und so muß man die Kosten der Übertragung einer Kilowattstunde vom Wasserkraftwerk oder vom Dampfkraftwerk bis zum Orte des Verbrauches noch hinzufügen. Die Wasserkraftwerke werden meistens nicht in der Gegend des Verbrauches liegen. Auch bei Braunkohlenwerken wird nicht immer Verbrauchs- und Erzeugungsort zusammenfallen. Diese Kosten belasten in der Regel den Wasserkraft- und Braunkohlenstrom, während ein Steinkohlenwerk eher in der Nähe des Verbrauchsortes erbaut werden kann. Die Ermittlung der Kosten der Übertragung einer Kilowattstunde wird man zweckmäßig so vornehmen, daß man die Baukosten der Fernleitung mit Umspannwerken und Zubehören zunächst durch die zu übertragende Leistung teilt. Man erhält dann den Betrag der Baukosten der Übertragung für 1 kW, den wir mit U bezeichnen wollen. Die Jahreskosten einschließlich des Betriebes wird man bei dem hohen Altwert der Übertragungsleitung und den verhältnismäßig geringen Bedienungskosten, jedoch unter Berücksichtigung der Vergänglichkeit der Einrichtungen der Umspannwerke, mit 12 % bewerten können. Ist die mittlere Benutzungsdauer des Kraftwerkes und der Übertragung h, so wären die Übertragungskosten:

$$K_u = \frac{0{,}12\;U\,.\,100}{h}\ \text{Pf/kWh.} \qquad (5)$$

Der Verlust in der Fernleitung wird am besten in der Weise berücksichtigt, daß man die Jahreskosten je 1 kWh des Kraftwerkes, zu welchem eine Übertragung gehört, durch den Wirkungsgrad der Übertragung teilt. Wäre z. B. der Wirkungsgrad der Übertragung einschließlich der doppelten Transformierung $\eta_u = 0{,}9$, so wäre in Gleichung (3) die linke Seite durch 0,9 zu teilen.

Beispiel.

Wir nehmen an, daß die Wasserkraftanlage mit einem in der Nähe des Verbrauches gelegenen Steinkohlenwerke verglichen werden sollte (Abb. 5), wobei die Leistung von

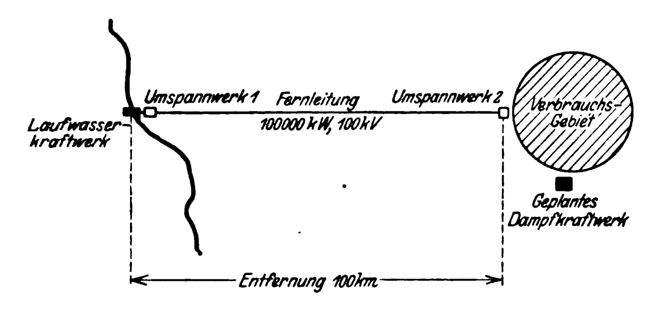


Abb. 5. Arbeitsübertragung von einem Lauf-Wasserkraftwerk gegenüber einem am Verbrauchsgebiet gelegenen Dampfkraftwerk.

100 000 kW auf 100 km zu übertragen sei. Die Baukosten der Übertragung seien 100 RM/kW. Dann wären die Übertragungskosten:

$$K_u = \frac{0{,}12\,.\,100\,.\,100}{h} = \frac{1200}{h}\ \text{Pf/kWh.}$$

Das wäre in der Gleichung (1) auf der rechten Seite zuzufügen. Dann würde Gleichung (3), nachdem das erste Glied noch durch 0,9 (Wirkungsgrad der Übertragung) geteilt worden wäre, folgende Gestalt erhalten:

$$\frac{14\,B}{0{,}9} + 1200 = 5800 + 3224\,c\,h + 2\,950\,000\,c,$$

woraus sich ergäbe:

$$B = 296 + 208\,c\,(h + 920)\ \text{RM/kW.} \qquad (6)$$

Die Verminderung des wirtschaftlich noch zulässigen Baupreises ist deutlich ersichtlich. Bei einem Steinkohlenpreis von 30 RM/t würde nunmehr die Wasserkraft bei 4000stündiger Benutzung nicht teurer sein dürfen als 728 RM/kW und bei einem Braunkohlenpreis von 2,5 RM/t nicht teurer als 426 RM/kW (vgl. S. 1430, rechte Spalte unten).

Wir sehen, daß die Übertragungskosten nicht unerheblich die Baukosten und damit die Stromkosten je Kilowattstunde beeinflussen. Dabei war in diesem Beispiel nur eine verhältnismäßig kurze Entfernung des Verbrauchsgebietes vom Wasserkraftwerk angenommen; mit zunehmender Entfernung würden die Übertragungskosten wachsen, d. h. die Baukosten des Wasserwerks müssen noch geringer werden, damit es mit einem Dampfwerk in Wettbewerb treten kann. Mit der zunehmenden Benutzungsdauer wird jedoch das Lauf-Wasserkraftwerk wieder seinen Baupreis erhöhen können. So würde bei unserem Beispiel bei 8000-stündiger Benutzung trotz der Übertragung ein Baupreis von 1078 RM noch zulässig sein.

Diese Berechnungen gelten nur unter der Annahme, daß die Erstellung eines Kilowatt eines Dampfkraftwerkes etwa 280 RM erfordere und daß sein Wärmeverbrauch etwa den Trögerschen Zahlen entspreche. Bei weiteren Fortschritten der Dampftechnik werden sich die Baukosten für ein gleichwertiges Wasserkraftwerk weiter ermäßigen müssen.

Schlußbetrachtungen.

Wenn auch die oben durchgeführte Rechnung ein ziemlich zutreffendes Bild über die Grenze der Ausbauwürdigkeit der Lauf-Wasserkräfte geben mag, so spricht doch neben den reinen Zahlen noch manches zugunsten des Ausbaues der Wasserkräfte, insbesondere der volkswirtschaftlich bedeutende Gedanke, daß bei Wasserkräften keine Bodenschätze verbraucht werden. Die Wasserkraft ist ein ewiges Gut. Es kommt hinzu, daß die Dampfkraftwerke sehr schnell veralten. Wenn sie auch im Anfang nur einen Bruchteil der Ausbaukosten der Wasserkräfte erfordern, so verzehren sie wegen der Ausbesserungen und Erneuerungen im Laufe der Jahre nicht unerhebliche Kapitalien, die in gleichem Maße bei Wasserkraftwerken nicht auftreten, denn sorgfältig hergestellte Wasserbauten halten bei genügender Instandhaltung wohl ein Jahrhundert aus. Während bei einem Dampfwerk das in ihm steckende Kapital in Zwischenräumen von 15 bis 20 Jahren zum größeren Teile wieder aufgewendet werden muß, so daß die Rückstellungen und Abschreibungen immer wieder verwendet werden müssen, wird es bei einem Wasserkraftwerk möglich sein, es in einem Zeitraum von 30 bis 50 Jahren gänzlich abzuschreiben, ohne daß dadurch allzugroße wirtschaftliche Erschwernisse auftreten. Wenn aber dieser Zustand einmal erreicht ist, so verschwindet der größte Teil der Kapitalkosten, namentlich die Zinsen und ein Teil der Rückstellungen, und es bleiben nur die Betriebskosten, Erneuerungen und Steuern übrig; dann wird die Erzeugung des Wasserkraftstromes sehr billig, während bei einem Dampfwerk die Kosten mit dem wahrscheinlich zunehmenden Kohlenpreis eher steigen werden. Für Leute, welche also lange zuwarten und welche die schwierige Anlaufzeit eines Wasserkraftwerkes aushalten können, dürfte die Erbauung eines Wasserkraftwerkes auch dann noch ratsam sein, wenn es selbst etwas teurer wäre, als unsere Rechnung ergeben hätte.

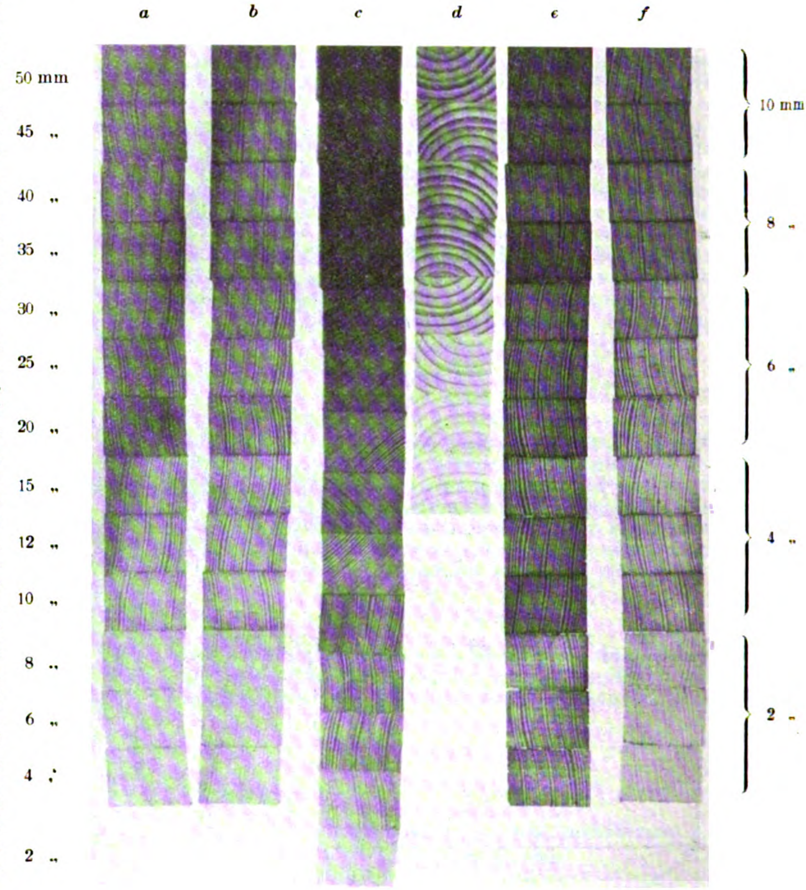
Die Frage, ob das deutsche Volk z. Z. berechtigt ist, dadurch für seine Kinder und Enkel zu sorgen, daß es trotz der heutigen Kapitalarmut Wasserkräfte ausbaut, ist von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung. Wir möchten glauben, daß wir gut daran täten, jetzt die vorhandenen Mittel für Zwecke der Warenerzeugung oder des Verkehrs zu verwenden und mit dem Ausbau von Wasserkräften zweifelhaften oder geringen wirtschaftlichen Wertes lieber zuzuwarten, bis wieder das Sparkapital es ermöglicht, großzügige Energiepolitik in Deutschland zu treiben.

Untersuchung von insbesondere mit Quecksilbersublimat imprägniertem Holz mittels Röntgenstrahlen.

Von Dr. phil. Dr.-Ing. **Friedrich Moll,** Berlin.

Übersicht. Sowohl von deutschen wie amerikanischen Fachkreisen wird in letzter Zeit die Anwendung der Röntgenstrahlen zur Untersuchung des Holzes auf verborgene Fehler und Imprägnierung empfohlen. Es wird in vorliegender Arbeit gezeigt, daß diese Anwendung praktisch nicht möglich ist, da die Kosten einer genügend starken Apparatur bei weitem zu hoch sind, und da die Ergebnisse vollständig unzuverlässig sind.

Die Anwendung der Röntgenstrahlen zur Baustoffuntersuchung hat seit längeren Jahren größere Bedeutung gewonnen und hat auch in vielen Fällen vorzügliche Ergebnisse gehabt. Mehrfach ist angeregt worden, die durch die Röntgentechnik überkommene Möglichkeit auch auf die Untersuchung von Holz sowohl für die Ermittlung verborgener Fehler (innere Fäulnis, Nägel, Geschosse) wie auch der Imprägnierung auszunutzen. In der Holzimprägnierung könnte ein hierauf aufgebautes Untersuchungsverfahren dort Bedeutung gewinnen, wo die Imprägnierstoffe keine eigene Farbe aufweisen. Das gilt von den gegenwärtig ausgeführten Imprägnierverfahren, besonders von denen mit Quecksilbersublimat und mit Fluornatrium. Bedingung ist natürlich, daß die Imprägnierstoffe eine so kräftige Reaktion mit den Röntgenstrahlen auslösen, daß ein solcher Nachweis überhaupt möglich ist. Fluornatrium hat, um dieses vorwegzunehmen, nur eine sehr geringe Wirkung, während diese bei dem Quecksilbersublimat sehr groß ist so daß bei diesem die Aussicht auf ein brauchbares Ergebnis zunächst gegeben erscheint. Gegenwärtig prüfen wir Hölzer, wie Leitungsmasten, auf ihre Imprägnierung mit Sublimat dadurch, daß wir aus ihnen Bohrkerne, besser noch Scheiben entnehmen und diese mit Schwefelammon präparieren. Hierdurch zeigt sich die mit Quecksilbersublimat durchtränkte Schicht als schwarzer Ring. Das Verfahren hat den großen Nachteil, daß zuverlässige Feststellungen immer nur dadurch gewonnen werden können, daß die Hölzer zerschnitten werden. Außerdem zeigt aber die Schwefelammonprobe nur einen bei Fichtenholz etwa 7 ... 8 mm, bei Kiefernholz bis 12 mm tiefen Ring von Quecksilbersublimat an. Wir wissen aber, daß bei den üblichen Tränkungsverfahren der Einlagerung das Wasser, welches zum Lösen des Sublimats gebraucht wird, bei Fichte bis zu 15 mm, bei Kiefer bis zu 30 mm in das Holz eindringt. Es könnte die Vermutung entstehen, daß auch das Sublimat, wenn auch in wesentlich geringeren und durch die übliche Prüfung mit Schwefelammon nicht mehr nachweisbaren Mengen bis in die Tiefe des Holzes eingedrungen wäre. Für ein bestimmtes Verfahren, bei welchem das Holz mit Säuredämpfen vorbehandelt wurde (Diakyanisierung), ist diese Behauptung denn auch in der Tat ausgesprochen worden. Vom chemisch-physikalischen Standpunkte aus steht ihr allerdings das Bedenken entgegen, daß dann im Holze gewissermaßen zwei Modifikationen des Sublimates vorhanden sein müßten; eine, welche schnell, und zwar bei maximal 7 bis 12 mm von der Holzfaser gebunden wird, und eine, welche keine merkliche Bindung besitzt. Bei der bekannten hohen Einwirkung des Quecksilbers auf Röntgenstrahlen konnte man hoffen, diese Frage mit Hilfe der Untersuchung mittels Röntgenstrahlen klären zu können, wenn die Intensität des Röntgenbildes auch bei schwachen Sublimatlösungen noch genügend deutlich von der durch das Holz abwich. Mit dem Pinsel auf etwa 5 mm starke Holzscheiben mittels 0,66prozentiger Quecksilbersublimatlösung aufgemalte Figuren waren vor dem Röntgenschirm jederzeit deutlich zu erkennen. Bei nicht mit Sublimat bestrichenen Holzscheiben konnte aber auch festgestellt werden, daß ähnlich kräftige Unterschiede, wie sie zwischen dem rohen und dem mit Sublimatlösung gestrichenen Holze bestanden, auch zwischen Kernholz und Splintholz und zwischen Frühholz und Spätholz in den einzelnen Jahresringen vorhanden sind. Wenn nicht die Form der aufgemalten Figuren die Feststellung der mit Sublimat behandelten Teile erleichtert hätte, so hätte jedenfalls der Helligkeitsunterschied des Röntgenbildes allein nicht ausgereicht, um diesen Unterschied gerade auf die Bepinselung mit Sublimatlösung zurückzuführen. In jedem Fall wirkt auch die Holzfaser auf die Röntgenstrahlen sehr stark, und es scheint auch, daß der Saft, welcher im Splintholz vorhanden ist, durch irgendwelche inneren Bestandteile eine kräftige Wirkung ausübt. Eine technische Untersuchung von Holz mit Röntgenstrahlen hätte wie die für allgemeine Baustoffuntersuchung (Eisen- und Stahlguß, Porzellanisolatoren usw.) davon auszugehen, daß die Röntgenstrahlen in verschiedenen Graden von Stoffen, durch die sie hindurchgehen, absorbiert werden. Man könnte etwa daran denken, die Röntgenstrahlen durch genau gemessene Mengen der Stoffe, also z. B. des Holzes, hindurchzuleiten, und dann an der Austrittstelle ihre Intensität mit der von Strahlen, welche durch ein Medium genau bekannter Zusammensetzung hindurchgegangen sind, zu vergleichen. Das begegnet in der Praxis sehr großen Schwierigkeiten einer-



a mit 1/4 % Sublimatlösung imprägniert
b „ 1/2 „ „ „
e „ 2 „ „ „
f mit 1 % Sublimatlösung imprägniert
c rohes Splintholz
d rohes Kernholz

Abb. 1. Röntgenaufnahmen imprägnierten und rohen Holzes. Links sind die Dicken des rohen Holzes, rechts die Dicken des imprägnierten Holzes aufgetragen.

seits nach der apparativen Seite hin, anderseits dadurch, daß die Absorption nicht nur von der Quantität, sondern auch von der Qualität der Stoffe abhängt und es unmöglich ist, den Anteil dieser beiden Faktoren auf das Endergebnis allgemein auseinanderzuhalten. Es würde also z. B. vollständig unmöglich sein, faule Stellen im Inneren von Holz von Harzgallen oder von Schmutzflecken auf der Oberfläche sicher zu unterscheiden. Soweit es sich um mit Sublimat imprägniertes Holz handelt, könnte man auch darauf aufbauen, daß ja Quecksilber infolge seiner sehr viel höheren Ordnungszahl auch Röntgenstrahlen sehr viel stärker als Holz absorbiert, und versuchen, den Unterschied in der Intensität der durchgelassenen Strahlen durch die Einwirkung auf die photographische Platte zu messen. Theoretische Erwägung unter Berücksichtigung aller Umstände zeigt jedoch, daß dieser Weg noch unzuverlässiger als der erste ist, denn einerseits sind die Röntgenstrahlen ein sehr bunt zusammengesetztes Gemisch, anderseits ist auch das Holz so kompliziert gebaut und verschieden zusammengesetzt, daß diese Absorption in ganz unberechenbarer Weise vor sich geht. Auch ein praktischer Versuch, der von mir vorgenommen wurde, hat diese theoretischen Erwägungen nur bestätigt. Es wurden von mir aus demselben Stück Kiefernholz, und zwar sowohl vom Splint als auch vom Kern, Scheiben von 3 × 2 cm Grundfläche und mit Höhen von 2 ... 45 mm geschnitten. Von den Splintholzstücken wurde je eine Reihe mit Sublimatlösung von ¼ %, ½ %, 1 % und 2 % unter Druck imprägniert, so daß die Aufnahme an Sublimat der Flüssigkeitsaufnahme entsprach. Der beim Eintauchen solcher Stückchen durch die stärkere Aufnahme von Sublimat aus der Lösung stets bewirkte Fehler wurde durch diese Versuchsanordnung ausgeschaltet. Die Aufnahme an Lösung betrug fast genau 600 mg/cm³. Dementsprechend betrug die Sublimatmenge umgerechnet etwa 1,5 kg, 3 kg, 6 und 12 kg/m³. Nach Großmann, „Physikalische und technische Grundlagen der Röntgentherapie" ist bei Röntgenstrahlen von 0,4 Ångström-Einheiten, wie sie bei der Prüfung angewandt wurden, der Absorptionskoeffizient für Wasserstoff 0,34, für Kohlenstoff 0,24, demnach für Holz etwa 0,30, für Blei 34,5, woraus sich für Quecksilber ein Wert von etwa 34 ergibt, d. h. der Absorptionskoeffizient für Quecksilber ist rd. 100mal größer als für Holz. Da 1 cm³ rohen Holzes etwa 600 mg wog, 1 cm³ des mit 1prozentiger Lösung getränkten Holzes rd. 6 mg enthielt, so würde sich, von dieser Unterlage ausgehend, ergeben, daß die Absorption durch die 1 cm starke Holzschicht ziemlich gleich der durch die 1 cm starke Schicht der 1prozentigen Sublimatlösung bewirkten ist. Aus den beigesetzten Bildstreifen (Abb. 1) würde ich dieses Urteil jedoch nicht abzuleiten wagen. Wie ferner die beiden Streifen, Röntgenbild von Kernholz und Röntgenbild von Splintholz, zeigen, ist schon die Durchlässigkeit gleichdicker Holzschichten sehr verschieden. Ferner wird bei der Auswertung der photographischen Bilder nur zu leicht übersehen, daß der Dunkelheitsgrad der photographischen Schicht ja gar nicht der Stärke der auf sie einwirkenden Röntgenstrahlen proportional sondern eine Funktion aus dieser Stärke und der Zeit ist. Die Umrechnungsfunktion wird noch komplizierter, wenn von dem Negativ wieder ein Positiv genommen wird. Es ist völlig unmöglich, aus dem Grade der Helligkeit oder Dunkelheit des photographischen Bildes einen Umrechnungsfaktor auf die Absorptionstärke der Schichten, durch welche die Röntgenstrahlen hindurchgegangen sind, zu finden. Das einzige, was die vier Streifen der getränkten Hölzer erkennen lassen, ist, daß die Absorption mit der Stärke der Imprägnierlösung einerseits, der Dicke der Holzschicht anderseits zunimmt. Die Unterschiede zwischen den verschieden stark getränkten und rohen Holzschichten sind aber zu gering und entsprechen auch in keiner Weise der Schichtdicke bzw. der Konzentration selbst, als daß sie für quantitative Messungen verwendet werden könnten. Beispielsweise sind die drei Holzscheiben am weitesten rechts je 2 mm dick, die nächsten drei je 4 mm. Es würde aber niemand behaupten können, daß etwa die Farbdichte sich wie 2 : 4 verhält. Noch viel geringer sind die Unterschiede etwa zwischen den gleichdicken rohen und den mit 1 %-Sublimatlösung getränkten Hölzern.

Es erscheint daher nicht möglich, bei dem gegenwärtigen Stande unserer Röntgentechnik sowohl die Imprägnierung von Holz mit Sublimat als auch die Freiheit des Holzes von verborgenen Fehlern in wirtschaftlicher Weise mittels Röntgenstrahlen zu prüfen.

Für die Durchführung der praktischen Arbeiten bin ich vor allen Dingen Herrn Obering. Niemann und dem Wernerwerk der Siemens-Schuckertwerke zu großem Danke verpflichtet.

Das Anlassen von Kurzschlußläufermotoren in der amerikanischen Praxis.

Von W. Berthold, Jersey City.

Übersicht. In den V. S. Amerika werden Kurzschlußläufermotoren bis 5 PS direkt auf volle Spannung eingeschaltet, größere Motoren mit Transformator-, Widerstands- oder Drosselspulen-Anlassern neuerdings jedoch auch direkt. Als Sonderkonstruktionen führen sich Hochreaktanz- und Doppelkäfigmotoren ein. Der Aufsatz bespricht ferner die NELA-Motoranschlußbedingungen sowie Versuche über die Wirkung von Spannungschwankungen auf die Benutzer von Licht. Die Kraftwerke sind geneigt, die Zulassung von Motoren weniger vom Anlaßstromstoß als von der dadurch verursachten Spannungschwankung abhängig zu machen.

Das Vorhandensein getrennter Niederspannung für Licht- und Kraftstrom in den meisten Versorgungsgebieten der V. S. Amerika hat dazu geführt, daß hier der Kurzschlußläufermotor in weit größerem Maße zur Einführung kommen konnte als in Deutschland. Es wird angegeben, daß 90 % aller Asynchronmotoren als Kurzschlußläufermotoren laufen; sie werden bis zu 200 HP serienmäßig hergestellt (1 HP = 1,0139 PS).

Die Ausbildung der Anlaßgeräte wird beeinflußt durch die Bestimmungen der amerikanischen Errichtungsvorschriften (National Electric Code, herausgegeben von der National Fire Protection Association, in deren elektrotechnischem Ausschuß neben den Fachverbänden die Feuerversicherungsgesellschaften und das Bureau of Standards vertreten sind). Nach den Vorschriften des NEC müssen Motoren über 2 HP entweder durch Schmelzsicherungen von 125 % des Motornennstromes oder durch selbsttätige Schalter mit einem Auslösestrom von 125 % bei zeitlicher Verzögerung oder 160 % bei Momentauslösung geschützt sein. Die Schutzvorrichtung darf während des Anlassens überbrückt sein. Das Anlaßgerät darf nicht in einer Lage stehenbleiben können, in der die Betriebschutzvorrichtung überbrückt ist. Motoren unter 2 HP sowie Motoren für aussetzende Betriebe gelten als genügend geschützt durch die Sicherung der Zweigleitung.

Hiernach schaltet man Motoren bis einschließlich 2 HP unmittelbar auf volle Spannung ein. Bei Motoren größerer Leistung ist, wenn auf volle Spannung eingeschaltet wird, die Verwendung von Umschaltern oder Überbrückungschaltern nötig, falls Schmelzsicherungen verwendet werden. Die neueren Motorschalter bis etwa 5 HP sind zumeist mit Wärmeauslösung ausgerüstet (bei denen eine durch eine Heizspirale erwärmte Lötstelle durch Loslassen einer Feder den Motorstrom unterbricht) und ersparen dadurch eine besondere Anlaßstellung. Diese Wärmeauslöser sind also nichts anderes als Abschmelzsicherungen mit besonders großer Wärmekapazität und müssen natürlich ebenso wie gewöhnliche Sicherungen nach jedem Auslösen erneuert werden. Druckknopfgesteuerte Schütze für Leistungen bis 5 HP finden jetzt außerordentliche Verbreitung, zumal ihr Preis nur unwesentlich höher ist als der für handbetätigte Schalter. Die Schütze sind versehen entweder mit den eben beschriebenen Wärmeauslösern oder mit Wärmeauslösern im Spulenstromkreis. Letztere beruhen meist auf dem Bimetallstreifen-Prinzip: sie sind konstruktiv so ausgebildet, daß der sich biegende Streifen entweder selbst den Steuerstrom unterbricht oder durch Loslassen einer Feder die Stromunterbrechung herbeiführt. Im letzten Jahre sind auch Wärmeauslöser des „melting alloy"-Typ auf den Markt gekommen. Bei diesen wird die Auslösefeder durch eine Kurbel gespannt gehalten, die in einem Weichmetalltopf eingeschmolzen ist. Bei Überlast gestattet das Weichmetall, durch eine Heizspirale erwärmt, eine Verdrehung der Kurbel und führt dadurch die Auslösung herbei. Nach Erstarren des Weichmetalls wird der Topf samt Kurbel gegen eine Sperrklinke zurückgedreht und die Feder damit von neuem gespannt. Die Schütze sind, wie übrigens alle neueren Anlaßgeräte und Schalter, in allseitig geschlossenen gestanzten Blechkästen montiert, soweit keine wasser- oder gasdichte Einschließung nötig ist. Viel Wert wird gelegt auf kleine gedrungene Konstruk-



tion; die Abmessungen von Kästen marktgängiger Motorschalter, enthaltend Schütz und Wärmeauslöser, sind etwa 18 × 21 × 12 cm.

Das bisher gebräuchlichste Anlaßgerät für Motoren über 5 HP ist der Anlaßtransformator. Das Gerät wird als „Compensator" bezeichnet und vereinigt in sich den Spartransformator und einen sechspoligen Umschalter mit Aus-, Anlaß- und Betriebstellung; in Betriebstellung wird der Schalter durch eine Nebenschlußspule gehalten, in deren Stromkreis die Kontakte von Wärmeauslösern in zwei Phasen liegen. Damit ist der Motor gegen Überlast und Wegbleiben der Spannung geschützt. Unerwünscht, besonders für die Kraftlieferungsgesellschaft, ist, daß naturgemäß die Nullspannungsauslösung momentan wirkt. Die Verknüpfung großer Hochspannungsnetze erhöht die Wahrscheinlichkeit starker kurzzeitiger Spannungsschwankungen, die an sich dem Motor nichts schaden würden, ihn aber bei den bisherigen Schaltgeräten jedesmal abschalten. Auf Veranlassen der Kraftwerksgesellschaften haben im letzten Jahre die führenden Firmen Verzögerungseinrichtungen für die Nullspannungsauslösung zum nachträglichen Anbau an vorhandene Anlaßgeräte auf den Markt gebracht. Zugleich werden damit bei direktem Kurzschluß die Kontakte des Anlassers geschont, da dann der davorliegende Hauptschalter oder die Hauptsicherung zuerst auslösen dürfte. Der Spartransformator für Drehstromanlasser wird meist in dreiphasiger Sternschaltung gebaut; an sich einfacher erscheint die V-Schaltung, bei der sich jedoch eine beträchtliche Ungleichheit der Leitungsströme in den drei Phasen ergibt, oder mit anderen Worten, man erhält für einen bestimmten größtzulässigen Stromstoß ein entsprechend kleineres Anzugsmoment. Übliche „Compensator"-Typen haben bis zu 50 HP zwei Anzapfungen, etwa bei 65 und 80 %, darüber drei, etwa bei 50, 65 und 80 %. Ein Anlaßtransformator mit einer Anzapfung bei 58 % würde das gleiche Anlaufmoment und den gleichen Anlaufstrom ergeben wie der in Deutschland übliche Stern-Dreieck-Schalter, praktisch eine Kleinigkeit ungünstiger, da noch die Transformatorverluste zu decken sind. Der große Vorteil des Anlaßtransformators aber besteht darin, daß man Einschaltstromstoß und Drehmoment in weiten Grenzen den Verhältnissen anpassen kann. Nach Möglichkeit wird man die niedrigste Anzapfung wählen, mit der der Motor noch durchzieht; dabei ist jedoch darauf zu achten, daß der Motor auch in der Anlaßstufe ziemlich auf volle Drehzahl kommen kann, da sonst die zweite Leitungsstörung beim Übergang in die Betriebstellung leicht größer ausfällt als die erste. Bei Motoren über 100 HP wird häufig die Einrichtung getroffen, ohne Stromunterbrechung von Anlassen auf Betrieb umzuschalten, was durch Einschalten von Widerständen zwischen Leitung und Motor während der Umschaltperiode erreicht werden kann. Gegenüber Ständerwiderstandsanlassern besitzt der Anlaßtransformator den Vorteil, daß eine Größe für ganz verschiedene Motorgrößen verwendet werden kann (abgesehen von der Auswechslung der Wärmeauslöser), was Produktion und Lagerhaltung verbilligt. Vorteilhaft gegenüber dem Stern-Dreieck-Schalter ist ferner, daß nur drei Leiter zwischen Motor und Anlasser erforderlich sind, und ebenso dürfte der Konstrukteur sterngeschaltete Ständer vorziehen, bei denen er es mit geringeren Windungszahlen und größeren Kupferquerschnitten, mithin mit besserer Raumausnutzung zu tun hat.

Als wesentlichster Nachteil des Anlaßtransformators ist sein hoher Preis anzusehen, der z. B. bei einem 10 HP-Motor etwa zwei Drittel des Motornettopreises beträgt. Ebenso sind Gewicht und Platzbedarf recht erheblich.

Neben den Anlaßtransformatoren sind vor allem hier die Widerstandsanlasser verbreitet, besonders für kleinere Leistungen von 5 ... 15 HP, bei denen ihr Preis etwas geringer sein dürfte als der für Anlaßtransformatoren. In der normalen Ausführung wird der Anlasser als einstufiger Widerstand gebaut. Unvorteilhaft ist, daß für jede Motorgröße ein anderer Widerstand erforderlich wird. Der Ständeranlasser gibt eine etwas raschere Beschleunigung als Transformator- oder Stern-Dreieck-Anlasser, da während des Anlaufs die Spannung am Motor ansteigt; ebenso fällt der zweite Stromstoß nur ganz gering aus. Im ganzen jedoch wird die Leitungsstörung größer, da das Anlassen nicht verlustfrei vor sich geht. Mit anderen Worten: während bei den verlustfreien Methoden die Verminderung des Einschaltstromstoßes erkauft wird mit einer proportionalen Verminderung des Anlaufdrehmoments, nimmt hier das Anlaufmoment mit dem Quadrat des Einschaltstromes ab. Auf der anderen Seite aber wird das in gewissem Grade dadurch aufgewogen, daß der stärkere Stromstoß von einem besseren Leistungsfaktor begleitet ist. Gewisse Vorteile gegenüber dem einstufigen Ständeranlasser bietet der stetig veränderliche Widerstand. Dieser wird hier in Form des Kohlekompressionswiderstandes auf den Markt gebracht. Durch langsames Umlegen des Schalthebels werden Kohlescheiben zusammengedrückt und damit deren Widerstand verringert, bis der Motor anzieht. Nach weiterem Verringern des Widerstandes legt sodann ein Schütz den Motor direkt ans Netz, nachdem die Motorklemmenspannung auf einen bestimmten Wert angewachsen ist. Man erhält damit ein sehr sanftes Anlaufen des Motors, das unbedingt Riemen und Zahnradgetriebe mehr schont als das schlagartige Anspringen des Motors bei allen anderen Methoden. Das langsame Ansteigen des Stromes hat eine geringere Leitungsstörung mittelbar zur Folge insofern, als die Spannungschwankung nicht so plötzlich auftritt; das Auge reagiert weniger empfindlich auf langsame als auf momentane Helligkeitsschwankungen der Glühlampen. Schließlich steigt auch der Strom nicht höher an, als unbedingt nötig, um den Motor durchzuziehen. Ganz neuerdings ist ein Gerät, das Kompressionswiderstands- und Transformatoranlasser in sich vereinigt, auf den Markt gebracht worden.

Ähnlich den Widerstand-Ständeranlassern wirken Drosselspulen-Ständeranlasser, die für gewisse Zwecke verwendet werden, allerdings ist hier der starke Stromstoß von einem ungünstigeren Leistungsfaktor begleitet.

Als ideale Anlaßart auch für größere Motoren hat den amerikanischen Ingenieuren von jeher das unmittelbare Einschalten aufs Netz vorgeschwebt, ein Ziel, dem man in letzter Zeit sehr nahe gekommen ist. Führend vorangegangen auf diesem Wege sind Großkraftwerke, die ihre elektrisch betriebenen Hilfsmaschinen von einer Hausturbine speisen, und große industrielle Werke, die ein eigenes Kraftwerk oder der Energiebezug aus einem starken Hochspannungsnetz unabhängiger macht von der Rücksichtnahme auf Stromstöße. Der wesentlichste Vorteil des direkten Einschaltens ist ein außerordentlich vereinfachtes Schaltgerät; bei Verwendung von geeigneten Strom-Zeit-abhängigen Schutzvorrichtungen ist nur eine einzige Schaltbewegung erforderlich, ganz besonders bei Fernsteuerung ein wesentlicher Vorteil. Für die mehr oder minder unüberwachten Hilfsantriebe in Kraftwerken, wie Pumpen und Gebläse, ist es dringend erwünscht, daß sie nach vorübergehendem Wegbleiben der Spannung sofort wieder eingeschaltet werden; läßt man die Nullspannungsauslösung weg, so wird hier dieses Ziel in geradezu idealer Weise verwirklicht. Die Anlage wird bedeutend billiger, Platzbedarf und Gewicht werden geringer, die Zuverlässigkeit wird erhöht. Bei Kraftwerksantrieben ist ferner der Gesichtspunkt wichtig, daß direkte Kurzschlüsse im Motor infolge der dahinterstehenden hohen Leistung nicht mehr mit Sicherheit abgeschaltet werden können von den normalen Transformator- oder Widerstandsanlassern, die für industrielle Antriebe bestimmt sind. Hier wären also teure Sonderausführungen von Anlassern nötig, während geeignete Ölschalter überall als Normalartikel zu haben sind. In industriellen Werken mit hoher Kurzschlußleistung hat man allerdings die billigen Selbstschalter geringer Schaltleistung verwendet, hat aber dann in den Speiseleitungen Ölschalter mit momentaner Auslösung vorgesehen. Dadurch werden im Falle eines Kurzschlusses stets ganze Gruppen von Motoren stillgesetzt; ebenso muß unter Umständen dafür Sorge getragen werden, daß bei Arbeitsbeginn die Einschaltung großer Motoren zeitlich gestaffelt wird, was am einfachsten dadurch geschieht, daß das erstmalige Einschalten in jeder Werksabteilung einem einzigen Manne übertragen wird.

Man hat Untersuchungen darüber angestellt[1], inwieweit der normale Kurzschlußankermotor das Einschalten auf volle Spannung vertragen kann. Die Gefahren bestehen in starken mechanischen Kräften und in hoher Erwärmung. Letztere beansprucht vor allem den Käfig, in dem im Augenblick des Einschaltens außerordentlich starke Ströme induziert werden. Der neuzeitliche Läufer, bei dem Stäbe und Endringe aus einem Stück gegossen oder zu einem Stücke verschweißt sind, hält jedoch dieser Beanspruchung stand. Die mechanischen Kräfte gefährden besonders die Wickelköpfe des Ständers. Die Gefahr ist am größten bei großen schnellaufenden Maschinen, bei denen der Wicklungsbogen sehr groß und außerdem unglücklicherweise auch der Einschaltstrom relativ am größten ist; durch zusätzliche Versteifung aber kann man diese Schwierigkeit mit Sicherheit überwinden. In einer Reihe von Kraftwerken und industriellen Betrieben hat man seit einigen Jahren alle Kurzschlußankermotoren normaler Ausführung bis 100 und 200 HP direkt aufs Netz eingeschaltet, und zwar mit so gutem Erfolg, daß heute mehr

[1] J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 44. S. 115.



und mehr die Benutzer von Motoren an dieser Anlaßmethode Interesse gewinnen. Es ist geltend gemacht worden[2], daß sich beim direkten Einschalten der Motor um soviel rascher beschleunigt, daß trotz des stärkeren momentanen Stromstoßes die Leitungsstörung, gemessen an einer Glühlampe in „Verlust an Lichtstärke mal Zeit", tatsächlich geringer wird als beim Anlassen mit Transformator. Das ist natürlich irreführend, da die Störung, die das Auge wahrnimmt, nicht im Verlust von Lichtstärke während einer endlichen Zeit, sondern in der momentanen Lichtstärkeverminderung besteht.

Die Kraftwerke selbst aber haben dem Verlangen nach direktem Einschalten größtes Interesse entgegengebracht, und im Jahre 1921/22 wurden zwei führende Motorenhersteller vom Verband der Kraftwerke (National Electric Light Association, NELA) eingeladen, Motoren zu entwerfen, die bei gleichem Wirkungsgrad zwei Drittel des Anlaßstromes der bisherigen Motoren ergäben. Dies sollte erreicht werden durch Erhöhen der Motorreaktanz; die damals angestellten Berechnungen ergaben Motoren, die nur ein so niedriges Drehmoment aufbrachten, daß ihre Einführung unerwünscht erschien. Inzwischen aber ist die Entwicklung der Motoren mit hoher Läuferreaktanz so weit fortgeschritten, daß seit vorigem Jahre Hochreaktanzmotoren bis zu 50 HP in normaler Ausführung auf dem Markte zu haben sind. Der Anlaßstrom hält sich bei den Motoren bis zu 30 HP in den Grenzen, die in den Anschlußbedingungen der NELA festgelegt sind (s. Zahlentafel 1). Das Anlaufdrehmoment ist um eine Kleinigkeit höher als dasjenige, das man — bei gleichem Anlaßstrom — mit normalem Motor und Anlaßtransformator erhält, etwa zwischen 140 und 180 % des Nenndrehmoments. Wirkungsgrad und Schlupf sind praktisch gleich dem normaler Motoren, Leistungsfaktor einige Prozent niedriger; das Kippmoment liegt zwischen 190 und 240 % des Nenndrehmoments. Die Motoren haben die gleichen Ständer wie Normalmotoren gleicher Leistung und Drehzahl, ihr Preis ist 15 ... 35 % höher. Die erhöhte Reaktanz wird erreicht durch außergewöhnlich tiefe Nuten; außerdem erhalten die Läuferstäbe einen sektorförmigen Querschnitt, mit dem breiten Ende in der Tiefe der Nut. Im Augenblick des Anlaufs, in dem die Läuferfrequenz gleich der Netzfrequenz ist, wird infolge des hohen induktiven Widerstandes in der Tiefe der Nut der Läuferstrom in den obersten Teil des Stabes gedrängt, wo sich ihm nur ein kleiner Querschnitt, also relativ großer Ohmscher Widerstand bietet. Mit wachsender Drehzahl beteiligt sich mehr und mehr der gesamte Querschnitt des Stabes an der Stromleitung. Es ist hervorzuheben, daß der Hochreaktanzmotor für direktes Einschalten unter voller Last bestimmt ist ohne Zwischenschaltung einer Kuppelung oder eines Anlaßgerätes. In der Tat empfiehlt eine herstellende Firma, von der Verwendung dieser Motoren Abstand zu nehmen und normale, d. h. billigere Motoren zu verwenden, falls das Netz eine weitere Herabsetzung des Anlaßstromes, d. h. also zusätzliche Anlaßgeräte verlangt.

Schon länger als die Hochreaktanzmotoren sind die auf dem gleichen Prinzip der Stromverdrängung beruhenden Doppelkäfigmotoren in normalen Serien bis zu 50 HP zu haben. Bis zu 30 HP hält sich ihr Anlaßstrom wiederum in den NELA-Grenzen, ihr Anlaufdrehmoment ist im Mittel 250 %. Wirkungsgrad, Schlupf und Leistungsfaktor sind nur unmerklich geringer als bei normalen Motoren, ihr Preis aber ist naturgemäß noch höher als der für Hochreaktanzmotoren. Der Doppelkäfigmotor ist nur am Platze für ausgesprochen hohes Anlaufdrehmoment; bei normalem Anlaufdrehmoment wird man mit dem billigeren Hochreaktanz-Einkäfigmotor auskommen.

Zum Schlusse sei die Frage behandelt, welche Stromstöße sich die Kraftwerke in ihren Leitungen gefallen lassen[3]. Auf der 38. Versammlung der NELA 1915 wurden zum ersten Male einheitliche Motoranschlußbedingungen vorgelegt, auf die sich nach langem Verhandeln die Kraftwerke bis zu einem gewissen Grade geeinigt hatten. Für ihre Einführung ist viel geworben worden, um durch Einheitlichkeit der Anschlußbedingungen den Fabrikanten und Benutzern von Motoren und Anlassern zu helfen. Im Jahre 1923 sind die Anschlußbedingungen revidiert worden. In den Bestimmungen von 1923 wird erklärt, daß diese Regelung nötig sei, um allen Benutzern elektrischer Energie gleichmäßige Güte der Stromlieferung sicherzustellen. Erfolgreicher Betrieb von Motoren und anderen Stromverbrauchern (1915 hieß es „und Licht") verlange gute Einhaltung der Spannung. Hierzu ist zu bemerken, daß man hierbei bei Gleichstrom an 220/110 V-Dreileitersysteme dachte (Motoren an den Außenleitern, Licht zwischen Null- und Außenleitern), bei Wechselstrom an ein Hochspannungsverteilungsnetz (etwa 2300 V), an das Kraft- und Lichtstromverbraucher getrennt über Transformatoren angeschlossen werden, üblicherweise 110 ... 120 V einphasig für Licht, 220 V mehrphasig für Kraft. Die zulässigen Stromstöße wurden in Tafeln angegeben, von denen hier die für 220 V Drehstrom angegeben ist.

Zahlentafel 1.

Größe des Motors in HP	Stromaufnahme bei freiem Anlauf unter Last in Amp.	Stromaufnahme bei festgebremstem Läufer in Amp.
1 und darunter	20	26,6
1,5	27,5	36,6
2	35	46,6
3	45	60
5	65	86,6
7,5	86	115
10	106	141
15	148	197
20	188	257
25	228	304
30	270	360
35	277	370
40	285	380
50	300	400
über 50 HP	6,0 Amp./HP	8,0 Amp./HP

Die marktgängigen Motoren bis zu 5 HP entsprechen diesen Bestimmungen ohne Verwendung eines Anlaßgerätes. Bei Installation mehrerer Motoren darf, mit besonderer Genehmigung des Kraftwerks, jeder Motor denselben Strom aufnehmen wie der größte Motor der Installation, vorausgesetzt, daß nicht normalerweise mehrere Motoren im selben Augenblick eingeschaltet werden. Es wird den Kraftwerken überlassen, bis zu welcher Größe sie überhaupt Kurzschlußläufermotoren zulassen wollen. Bemerkenswert ist, daß der Anlaßstrom in Amp. gegeben wird; es wird das damit begründet, daß eine Angabe in Prozenten des Nennstromes eine Benachteiligung von Motoren mit gutem Leistungsfaktor und hohem Wirkungsgrad darstellen würde. Die mittlere Spalte gibt die Werte, die man auf der Netzseite der Installation abliest mit einem „gut gedämpften" Stromzeiger bei normalem Anlassen unter Last, die rechte Spalte die entsprechenden Werte bei festgebremstem Läufer und Anlaßgerät in Anlaßstellung. Dabei sind die ersten Werte willkürlich zu 75 % der zweiten angenommen; im Streitfalle aber sind die zweiten maßgebend.

Die Stromaufnahme bei festgebremstem Läufer und voller Spannung sowie das dabei entwickelte Drehmoment werden vom Motorhersteller angegeben; danach kann man sich ausrechnen, welche Anzapfung man am Anlaßtransformator zu wählen hat, um mit dem Anlaßstrom in den NELA-Grenzen zu bleiben, ferner wird man nachprüfen, ob das damit entwickelte Drehmoment ausreicht, um die Last durchzuziehen. Ist letzteres nicht der Fall, so wird man meist den nächstgrößeren Motor wählen. Der übergroße Kurzschlußmotor mit zugehörigem Anlaßtransformator ist jedenfalls nicht teurer als ein Schleifringmotor, der die richtige Größe hätte, samt zugehörigem Läuferanlaßwiderstand, aber im Betrieb einfacher und in der Unterhaltung billiger; er trägt außerdem zur Einheitlichkeit bei. Für den größeren Motor läßt das Kraftwerk einen absolut größeren Strom zu, dem es Rechnung trägt durch Installierung von mehr Kupfer usw. In Wirklichkeit wird das Kraftwerk geschädigt, indem der Motor stets nur mit Teillast läuft, dem Mehraufwand an Installation also kein erhöhtes Einkommen entspricht; außerdem wird der Leistungsfaktor des Netzes verschlechtert. Diese Gefahr des „over-motoring" hat vor allem dazu beigetragen, die im ersten Jahrzehnt ihres Bestehens sehr gepriesenen Motoranschlußbedingungen in Verruf zu bringen; 1926 wird offen zugegeben, daß die Mehrzahl der der NELA angeschlossenen Gesellschaften sich nicht mehr nach den Normalregeln richtet, sondern dem Grundsatz folgt: Besonderen Verhältnissen muß mit besonderen Maßregeln begegnet werden; und man beginnt, an Stelle von maximalen Stromstößen maximale Leitungsstörungen zuzulassen. Hierzu kommt noch, daß die Kraftwerke neuerdings die Wirtschaftlichkeit großer zusammenhängender Niederspannungsnetze, mehrphasig, von vielen Punkten gespeist, für Gebiete großer Lastdichte erkannten. Diese Netze sind gemeinsam für Licht und Kraft. Beiläufig sei bemerkt, daß ihrer Einführung die normalen Licht- und Kraftspannungen von 110 ... 120 bzw. 220 V hindernd entgegenstanden. Bei Zweiphasennetzen wird das Problem mit einem Fünfleitersystem gelöst, bei Drehstrom setzt sich das

[2] El. World Bd. 87, S. 250.
[3] Proc. of the NELA, Berichte des Electrical Apparatus Committee von 1915 an.

115/199- oder 120/208 V-Vierleitersystem durch, wobei allerdings der 220 V-Motor an einer etwas niedrigen Spannung läuft, was ihm aber nichts schadet, solange er nicht übermäßig überlastet wird.

Versuche über Lichtstörungen in New York (mitgeteilt von A. H. Kehoe im J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 43, S 545) und Philadelphia (mitgeteilt von C. A. Williams von der Pennsylvania Electric Association, Januar 1924) ergaben ziemlich übereinstimmend, daß Spannungschwankungen unter 1 ... 1½ V bei 115 V-Lampen überhaupt nicht zu bemerken sind, und bis zu einer gewissen Grenze höhere Schwankungen auch dann nicht, wenn sie sich langsam vollziehen. Hinsichtlich der Auswirkung auf die Benutzer von Licht stellte man fest, daß sehr seltene Schwankungen (1/h ... 2/h) noch nicht zu Klagen Anlaß gaben, und daß Beschwerden erst einsetzten bei Schwankungen, die zwei- bis dreimal so hoch waren wie die, die man bei den Laboratoriumsexperimenten noch hatte wahrnehmen können. Man sieht jetzt Spannungschwankungen von 2 ... 3 % als brauchbaren Wert an, den man ohne weiteres zulassen kann; für Motoren, die nur sehr selten anlaufen, und bei Verwendung von veränderlichen Ständerwiderstands-Anlassern, die ein nur langsames Anwachsen des Stromes gewähren, ist man geneigt, auch höhere Werte zuzulassen. Zu welchen Verhältnissen man damit hier in typischen zusammenhängenden Niederspannungsnetzen kommt, ist von D. K. Blake in ausführlichen Tafeln in der Gen. El. Rev. Bd. 31, S. 186, zusammengestellt worden. Als typisch anzusehen sind 300 kVA-Transformatoren, 13 200 V primär, 208/120 V sekundär, Transformatorreaktanz 5 ... 10 %, sekundäre Leitungen 350 000 bzw. 500 000 circular mils (177 bzw. 254 mm²). Will man 3 % Spannungschwankung nicht überschreiten, so kann man beispielsweise bei einem Transformatorabstand von 1000 Fuß (305 m) in der Mitte zwischen zwei Transformatoren noch folgende normale Kurzschlußläufermotoren installieren:

a) Transformatorenreaktanz 10 %, Kabel 177 mm².

Anzapfung am Anlaßtransformator	Motor HP
100 %	10
80 %	20
65 %	30
50 %	50

b) Transformatorenreaktanz 5 %, Kabel 254 mm².

Anzapfung am Anlaßtransformator	Motor HP
100 %	15
80 %	30
65 %	40
50 %	75

Nomogramme mit bis zu 8 Veränderlichen.

Von Prof. Dr. H. Maurer, Berlin.

Übersicht. Aus einer älteren Veröffentlichung des Verfassers werden Vorschriften für Nomogramme mit bis zu 8 Veränderlichen mitgeteilt, unter denen auch die von C. v. Dobbeler vorgeschlagenen für 4 Veränderliche als Sonderfall angegeben sind.

C. v. Dobbeler hat in der ETZ 1928, S. 467, Nomogramme mit 4 Veränderlichen vorgeschlagen. Ich habe 1894 in der Zeitschrift „Aus dem Archiv der deutschen Seewarte" eine Theorie der graphischen Tafeln gegeben, in der dieselbe Art von Nomogrammen erwähnt ist, und zwar als Sonderfall allgemeiner Nomogramme mit bis zu 8 Veränderlichen. Im folgenden sei ein Teil jener Arbeit erneut bekanntgegeben, da auch jene allgemeineren Formen von Nomogrammen in der Technik verwendbar sein können.

D'Ocagne hatte 1891 in seiner „Nomographie" hauptsächlich Nomogramme verwendet, in denen 3 Veränderliche durch Punktfolgen auf 3 Kurven wiedergegeben waren und drei nach der Beziehungsgleichung zusammengehörige Punkte je auf einer Geraden lagen. Man kann dies Prinzip leicht verallgemeinern, indem man die Gerade durch irgendeine Kurve ersetzt, die man, auf ein Transparent gezeichnet, auf dem Nomogramm verschiebt. Eine starre Kurve kann in einer Ebene ∞^3 Lagen einnehmen, da ein im Transparent festes Koordinatensystem gegen ein im Nomogramm festes zwei voneinander unabhängige Schiebungen und eine Drehung ausführen kann. Die Lage der Kurve ist also im allgemeinen durch drei Punkte, durch die sie gehen soll, bestimmt. Man kann die Kurven an zwei festen Punkten A und B hingleiten lassen; dabei wird die Kurve einen Teil der Ebene überstreichen und im allgemeinen eine endliche Anzahl von Malen durch einen dritten Punkt C gehen. Nur eine Kurve konstanter Krümmung (Kreis oder Gerade), die sich beim Hingleiten an A und B in sich selbst verschiebt, ist in ihrer Lage schon durch 2 Punkte bestimmt. Verwenden wir aber irgendeine andere starre Kurve, z. B. ein Geradenpaar, so können wir mit ihrer Hilfe gewisse Funktionen dreier unabhängiger Veränderlichen bestimmen. Jede Veränderliche wird durch eine Punktfolge auf einer Kurve repräsentiert; drei solche Punkte bestimmen die Lage der verschiebbaren Kurve, deren Schnittpunkt mit einer vierten festen Kurve den Funktionswert angibt. (Der Vorschlag von C. v. Dobbeler ist der Sonderfall, wo die 2 Ablesegeraden zueinander senkrecht und auch die 4 festen Kurven gerade Linien sind.) Jeder von 4 derartigen Punkten, durch die die Zuordnungskurve in einer bestimmten Lage geht, kann aber auch als Schnittpunkt zweier Linien gegeben sein, von denen jede das Bild eines Wertes einer Veränderlichen ist. Dadurch verdoppelt sich die Anzahl der Veränderlichen, so daß wir also nach diesem Prinzip Darstellungen gewisser Gleichungen zwischen 8 Veränderlichen erhalten, die alle durch Kurvenscharen wiedergegeben sind. Welcherlei Funktionen lassen sich so graphisch darstellen?

Es sei die Gleichung der verschiebbaren Zuordnungskurve in einer bestimmten Lage, bezogen auf ein im Nomogramm festes Koordinatensystem $\eta = \varphi(\xi)$. Verschieben wir nun das Transparent in Richtung der ξ-Achse um a, in Richtung der η-Achse um b und drehen es um den Winkel ω, so ist die Gleichung der Zuordnungskurve in der neuen Lage

$$(\eta - b)\cos\omega - (\xi - a)\sin\omega = \varphi\,[(\xi - a)\cos\omega + (\eta - b)\sin\omega].$$

Die Lage der Kurve soll nun dadurch bestimmt sein, daß sie durch drei gegebene Punkte $\xi_1\,\eta_1$, $\xi_2\,\eta_2$, $\xi_3\,\eta_3$ geht, wo ξ_1 und η_1 Funktionen zweier Variablen $x_1\,x_2$, $\xi_2\,\eta_2$ Funktionen von $x_3\,x_4$ und $\xi_3\,\eta_3$ solche von $x_5\,x_6$ sind. Die Kurve schneidet dann eine Kurve, die einen bestimmten Wert der Variablen x_7 angibt, in einem Punkte $\xi_4\,\eta_4$, durch den die Kurve der achten Schar läuft, welche den Funktionswert x_8 angibt. ω, a und b sind also so zu bestimmen, daß die vier Gleichungen

$$[\eta_i(x_{2i-1};\, x_{2i}) - b]\cos\omega - [\xi_i(x_{2i-1};\, x_{2i}) - a]\sin\omega$$
$$= \varphi\left\{[\xi_i(x_{2i-1};\, x_{2i}) - a]\cos\omega + [\eta_i(x_{2i-1};\, x_{2i}) - b]\sin\omega\right\}$$

für $i = 1, 2, 3, 4$ erfüllt sind, wo x_8 die gesuchte Funktion, die übrigen x die unabhängigen Variablen sind. Man erhält die Form der so darstellbaren Funktionen, wenn man a, b, ω aus den vier Gleichungen eliminiert. Wählt man z. B. als Zuordnungskurve ein Paar von Geraden, die sich unter dem Winkel α schneiden, und setzt fest, daß die eine Gerade durch die Punkte $\xi_1\,\eta_1$, $\xi_2\,\eta_2$, die andere durch $\xi_3\,\eta_3$ und $\xi_4\,\eta_4$ gehen soll, so wird das Eliminationsresultat

$$(\xi_4 - \xi_3)\,[(\xi_2 \operatorname{tg}\alpha - \eta_2) - (\xi_1 \operatorname{tg}\alpha - \eta_1)]$$
$$+ (\eta_4 - \eta_3)\,[(\xi_2 + \eta_2 \operatorname{tg}\alpha) - (\xi_1 + \eta_1 \operatorname{tg}\alpha)] = 0.$$

Sollen Funktionen von weniger als acht Variablen zur Darstellung gelangen, so braucht man nur einzelne der Variablen x_1 bis x_8 einander gleich zu setzen, und zwar kann man hier zwei Fälle unterscheiden. Entweder setzt man zwei Variable gleich, die vorher ein Netz aus zwei Kurvenscharen bestimmten, wodurch an Stelle des Netzes eine Kurve tritt, oder man setzt zwei Variable aus verschiedenen Netzen einander gleich; dann bleibt die Anzahl der Kurvenscharen ungeändert, aber eine Veränderliche ist durch zwei Scharen dargestellt. Es ist leicht einzusehen, daß mit Benutzung der letzteren Methode alle Funktionen von zwei Variablen wiedergegeben werden können, und zwar in sehr einfacher Weise. Man kann nämlich als Zuordnungskurve eine Gerade wählen. Bildet man zwei Variable x und y durch Maßstäbe auf

zwei Geraden *I* und *II* (Abb. 1) ab und stellt die eine von ihnen, z. B. x, außerdem durch eine Schar von Geraden *III* dar, so schneidet die Verbindungsgerade zweier Punkte $x_1 y_1$ auf *I* und *II* die Gerade x_1 der Schar *III* in einem Punkt, der dem nach der Funktionsbeziehung zu $x_1 y_1$ gehörigen Wert z_1 entspricht. So erhält man für die Variable z auf jeder Geraden der Schar *III* einen Maßstab, und die Isoplethen für z sind Kurven, die mit der Schar *III* ein Netz bilden. Zu beachten ist bei diesen Darstellungen, daß die Skalen für die Variable z, welche man auf den Geraden der Schar *III* erhält, im allgemeinen ungleichförmig sind, d. h. gleichen Intervallen der Veränderlichen entsprechen ungleiche Abschnitte auf der Skala. Derartige ungleichförmige Maßstäbe können aber eine genaue Interpolation gänzlich unmöglich machen, wenn man nicht die Teilung bis zu sehr kleinen Intervallen der Variablen durchführen und deshalb das Format der Tafel stark vergrößern kann. Man wird darum in jedem einzelnen Falle durch Variation der Verhältnisse die Ungleichförmigkeiten möglichst auszugleichen suchen. Dies kann dadurch geschehen, daß man die Geraden in der Abbildung durch passende Kurven ersetzt und auf diesen die Maßstäbe entsprechend variiert. Ferner muß man zu verhüten suchen, daß die Zuordnungsgerade diejenigen Kurven, an denen der gesuchte Funktionswert abgelesen werden soll, unter zu kleinen Neigungswinkeln trifft, da schleifende Schnitte eine genaue Ablesung sehr erschweren. Endlich ist bei diesen Darstellungen der Nachteil zu erwähnen, den die Anwendung eines Kurvennetzes mit sich bringt.

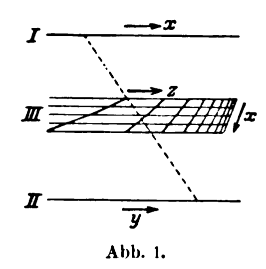


Abb. 1.

Dieser Nachteil kann völlig vermieden werden bei gewissen Gleichungen mit vier und weniger Variablen. Die so darstellbaren Gleichungen mit vier Variablen $x_1 \ldots x_4$ müssen sich auf die Form der Gleichung bringen lassen, die man durch Elimination von a, b, ω aus den vier Gleichungen

$$(\eta_i - b)\cos\omega - (\xi_i - a)\sin\omega$$
$$= \varphi\,[(\xi_i - a)\cos\omega + (\eta_i - b)\sin\omega] \quad (i = 1, 2, 3, 4)$$

erhält, entsprechend der früheren Ableitung. Hier sind ξ_i und η_i beliebige Funktionen der Variablen x_i. Bei der praktischen Anwendung dieser Methode zeigt sich eine Schwierigkeit. Es erfordert ziemlich viel Übung, eine beliebig geformte Kurve rasch so anzulegen, daß sie durch drei gegebene Punkte geht. Bei gewissen Formen der Zuordnungskurve aber gelingt es leicht hauptsächlich dann, wenn die Kurve aus zwei, drei oder vier Geraden besteht. Hierbei weist man jeder Geraden die Kurve einer Veränderlichen zu, durch deren Bildpunkte sie laufen soll. Die Gleichungen dieser vier Variablenkurven erhält man, wenn man aus den Gleichungen, die ξ_i und η_i als Funktionen von x_i angeben, x_i eliminiert.

Für die Praxis besonders zu empfehlen sind Nomogramme nach Art der hier gegebenen Abb. 1, da sie j e d e b e l i e b i g e e m p i r i s c h e A b h ä n g i g k e i t e i n e r V e r ä n d e r l i c h e n v o n z w e i a n d e r e n bequem wiederzugeben erlauben.

Als Beispiel für Ablesung mit zwei sich rechtwinklig schneidenden Geraden als Zuordnungskurve, wie sie nun C. v. D o b b e l e r empfiehlt, habe ich in meiner alten Arbeit ein Nomogramm zur Reduktion von Schwingungsdauern auf unendlich kleine Bogen bei Betrachtungen mit Spiegel und Skala gegeben. Als B e i s p i e l sei die Herstellung eines solchen Nomogramms kurz erläutert. Die gesuchte Korrektion k hat die Form

$$k = \frac{a^2\left(1 - \frac{d^2}{24\,a^2}\right)^2}{256\,A^2} \quad \text{oder} \quad 384\,a\sqrt{k} + \frac{d^2 - 24\,a^2}{A} = 0,$$

wo, in Skalenteilen gemessen, A der Abstand von Spiegel und Skala ist, a das Mittel aus dem ersten und letzten Schwingungsbogen und d deren Differenz. Soll die Zuordnungskurve ein orthogonales Geradenpaar sein, so muß die Beziehungsgleichung sich identifizieren lassen mit der Gleichung

$$(\eta_1 - \eta_2)(\eta_3 - \eta_4) + (\xi_1 - \xi_2)(\xi_3 - \xi_4) = 0.$$

Dies gelingt z. B. in folgender Art

$$\eta_1 = 0 \qquad \eta_2 = \frac{384\,a}{m} \qquad \eta_3 = 0 \qquad \eta_4 = m\sqrt{k}$$
$$\xi_1 = \frac{d^2}{n} \qquad \xi_2 = \frac{24\,a^2}{n} \qquad \xi_3 = \frac{n}{A} \qquad \xi_4 = 0.$$

Hier sind m und n passend zu wählende Konstanten. Soll die Tafel z. B. die Variablenintervalle a von 0 ... 300, A von 1000 ... 4000, $10^4 k$ von 0 ... 4 beherrschen, so kann man m und n zweckmäßig so abgleichen, daß die größten Werte η_2 und η_4 bzw. ξ_2 und ξ_3 einander gleich werden. Das gibt $m = 2400$, $n = 46\,400$. Nimmt man als Maßstabkonstante 2 mm als Längeneinheit, so wird das Nomogramm ein Quadrat von etwa 10 cm Seitenlänge. Die a-Skala kommt auf einen Parabelbogen, die k-Skala auf die Scheiteltangente der Parabel und die A- und d-Skalen auf die Parabelachse. Die d-Skala wird nur ganz klein, entsprechend dem geringern Einfluß von d auf k.

Das Energieproblem der elektrischen Heizung.

Von **Otto Gunolt**, Graz.

Übersicht. Die vorliegende Abhandlung zeigt die Möglichkeit einer Energieersparnis bei der elektrischen Heizung durch Benutzung thermodynamischer Prinzipien, wobei an Stelle der Wärmeerzeugung eine Wärmebewegung tritt. In den einzelnen Abschnitten werden die in Betracht kommenden Vorgänge hinsichtlich ihrer praktischen Brauchbarkeit untersucht.

Die direkte Umsetzung elektrischer Energie in Wärme erfolgt quantitativ. Das Joulesche Gesetz $Q = c\,i\,e\,t = c\,i^2 r\,t$, als Ausdruck des Energieprinzipes, gibt den Zusammenhang zwischen elektrischer Arbeit und Wärme. An dieser Beziehung läßt sich zweifellos nicht rütteln. Es erscheint zunächst überflüssig, von einem Energieproblem zu sprechen. Die Thermodynamik zeigt jedoch die Möglichkeit der Wärmeabgabe bei beliebiger Temperatur mit einem geringeren als dem Wärmeäquivalent entsprechenden Energieaufwand, wenn die Wärme nicht direkt erzeugt, sondern bereits vorhandene auf die erforderliche Temperatur gebracht wird. Hierzu ist ein mit dem Temperaturintervall wachsender Energieaufwand notwendig. Theoretisch besteht für diesen Vorgang keinerlei Beschränkung, da der unerschöpfliche Wärmevorrat der Natur zur Verfügung steht; praktisch sind jedoch gewisse Grenzen gezogen. Bereits W. T h o m s o n hat auf die energetischen Vorteile der thermodynamischen Heizung hingewiesen. Die Durchführung des Vorganges erfordert eine Vorrichtung, welche bei niedriger Temperatur Wärme aufnimmt und bei höherer abgibt. Allgemein werden derartige, einer umgekehrten Wärmekraftmaschine entsprechenden Vorrichtungen als Wärmepumpen bezeichnet. Sie können entweder eine Wärmeentziehung (Kühlung) oder eine Wärmeabgabe (Heizung) bezwecken. Zur Unterscheidung von Kühlmaschinen erscheint es jedoch vorteilhaft, die Bezeichnung „Wärmepumpe" nur auf Heizeinrichtungen zu beschränken. Die folgende Untersuchung soll zeigen, welche Vorrichtungen praktisch in Betracht kommen und welche energetischen Vorteile zu erwarten sind.

Prinzipiell sind Vorrichtungen mit folgenden Arbeitsprozessen möglich:

a) Verdampfungsvorgänge mit Kompressionsverflüssigung durch elektrischen Antrieb,

b) Expansions- und Kompressionsvorgänge von Gasen durch elektrischen Antrieb,



c) Verdampfungsvorgänge mit Absorptionsverdichtung und nachfolgender Austreibung durch elektrische Energie,

d) thermoelektrische Erscheinungen in metallischen Leitern,

e) thermoelektrische Erscheinungen elektrochemischer Vorgänge.

Diese Vorgänge sind befähigt, bei niedriger Temperatur Wärme aufzunehmen und bei höherer unter Energieaufwand abzugeben, wobei die zugeführte Energie selbst wieder als Wärme erscheint. Unter der Voraussetzung eines vollkommen umkehrbaren Kreisprozesses ist die für die Arbeitseinheit erzielbare Wärmeabgabe (Wärmeleistung) unabhängig vom Arbeitsprozeß. Sie wird nach dem zweiten Hauptsatz nur durch die absolute Temperatur der Wärmeaufnahme und -abgabe bestimmt. Für diesen Fall gelten die Beziehungen:

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}, \; Q_2 - Q_1 = A\,C, \; Q_2 = \frac{T_2}{T_2 - T_1}\,A\,C;$$

hierin bedeuten T_1 und T_2 die absolute Temperatur der Wärmeaufnahme bzw. Wärmeabgabe, Q_1 und Q_2 die zugehörigen Wärmemengen, A die Arbeit in kWh, C das Wärmeäquivalent 860 kcal.

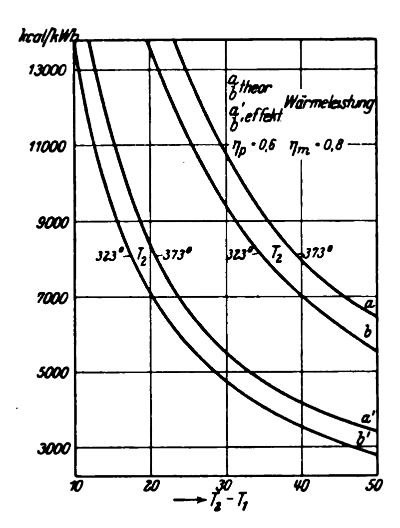


Abb. 1. Theoretische und effektive Wärmeleistung für 1 kWh, abhängig von der Temperaturdifferenz.

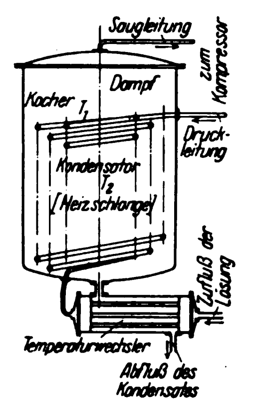


Abb. 3. Prinzip der Rückführungsheizung.

Im Schaubild Abb. 1 ist die theoretische Wärmeleistung (bezogen auf 1 kWh) in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz $T_2 - T_1$ für zwei Endtemperaturen dargestellt. Wie die Kurven zeigen, betragen die Wärmeleistungen auch bei größeren Temperaturdifferenzen noch ein Mehrfaches des Wärmeäquivalents. Die theoretischen

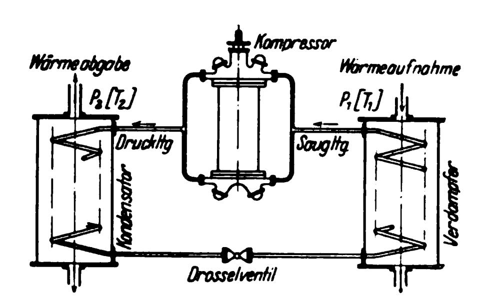


Abb. 2. Verdampfung mit Kompressionsverflüssigung durch elektrischen Antrieb (Kühlanlage).

Werte lassen sich jedoch infolge unvermeidlicher Verluste nicht erreichen. Bestimmend für die Höhe derselben ist im wesentlichen der Arbeitsprozeß. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß die Verluste, soweit sie nicht durch mangelnde Wärmeisolation bedingt werden, nur relativ sind. Sie vermindern die „gepumpte" Wärme, ohne selbst einen Verlust zu bedeuten, da das Äquivalent stets wieder als nutzbare Wärme erscheint. Die Verlustwärmen einer gesonderten Antriebsvorrichtung (Elektromotor) sind hingegen meist nicht verwertbar.

Es erübrigt nun, die einzelnen Vorrichtungen zu besprechen, um auf Grund der zu erwartenden Verluste die praktische Brauchbarkeit abschätzen zu können. Die Wirkungsweise der Gruppe a) entspricht dem Arbeitsprinzip elektrisch angetriebener Kühlmaschinen mit Kompressionsverdichtung von Dämpfen, deren kritische Temperatur unter der Endtemperatur der Wärmeabgabe liegt. Der allgemeine Aufbau einer derartigen Vorrichtung ist in Abb. 2 dargestellt. Wie zu ersehen, erfolgt die Wärmebewegung unter Vermittlung eines Verdampfungsvorganges bei niedriger Temperatur und Druck sowie eines Kondensationsvorganges bei höherer Temperatur und Druck. Der Kompressor überwindet die bestehende Druckdifferenz. Durch Rückführung des Kondensates über ein Drosselventil wird der Kreislauf geschlossen. Als Arbeitsmittel können für niedrige Endtemperaturen die in der Kühltechnik verwendeten Stoffe, wie Ammoniak, Schwefeldioxyd und Kohlendioxyd herangezogen werden. Für höhere Endtemperaturen kommt in erster Linie Wasser in Betracht.

Diese Vorrichtungen gewährleisten hohen Wirkungsgrad, wobei der Druckbereich mitbestimmend ist. Zur Ermittlung der praktisch erreichbaren Wärmeleistung sei ein vom Druckbereich unabhängiger, relativ kleiner Wirkungsgrad für die Wärmepumpe angenommen, $\eta_p = 0{,}6$. Als Wirkungsgrad soll das Verhältnis der wirklich bewegten Wärme Q_1' zur theoretisch erreichbaren Wärme Q_1 bezeichnet werden. Unter Berücksichtigung von $\eta_p = \frac{Q_1'}{Q_1}$ beträgt dann die Wärmeleistung $Q_2' = Q_1' + 1\,C$; im Grenzfall $\eta_p = 0$ entspricht die Wärmeleistung dem Wärmeäquivalent. Die effektive Wärmeleistung ergibt sich durch Einführung des Motorwirkungsgrades $Q_{2e} = Q_2'\,\eta_m = (Q_1\,\eta_p + 1\,C)\,\eta_m$. Abb. 1 zeigt die effektive Wärmeleistung für einen Motorwirkungsgrad $\eta_m = 0{,}8$. Die erzielbaren Wärmeleistungen sind wesentlich geringer als die theoretischen. Bei kleinen Temperaturdifferenzen sind sie jedoch im Vergleich zum Wärmeäquivalent noch derart hoch, daß eine praktische Verwertbarkeit außer Frage steht.

Für die praktische Durchführung stehen zwei Möglichkeiten offen: Heranziehung von Umgebungswärme oder Rückführung latenter Wärmen von Kondensationsvorgängen. Eine allgemeine Verwendung der Umgebungswärme wird durch die geringe spezifische Wärme der fast ausschließlich als Wärmeträger in Betracht kommenden Luft weitgehend beschränkt. Bei größeren Wärmemengen ist eine beträchtliche Temperatursenkung der Luft unvermeidlich, wenn nicht ungeheure Mengen herangezogen werden. In der Regel wird daher der Vorgang auf jene Fälle beschränkt bleiben, die eine gleichzeitige Ausnutzung der Temperatursenkung (Kühlwirkung) ermöglichen. Praktisch wird hiervon bereits Gebrauch gemacht durch Ausnutzung des bei 20...30° ablaufenden Kühlwassers von Kühlmaschinen zu Badezwecken u. dgl. Durch Steigerung der Endtemperatur läßt sich naturgemäß eine größere Verwendungsmöglichkeit des Warmwassers erzielen.

Wesentlich größere Bedeutung besitzt die Rückführungsheizung, die für Eindampf-, Destillations- und Trocknungsvorgänge in Betracht kommt. Hierbei sind die zu überwindenden Temperaturdifferenzen durchschnittlich sehr gering, so daß sich hohe Wärmeleistungen erzielen lassen. Abb. 3 zeigt die allgemeine Einrichtung einer derartigen Eindampfvorrichtung: Der Kompressor drückt den direkt von der Lösung abgesaugten Dampf in die Heizschlange (Kondensator), in welcher unter Wärmeabgabe die Kondensation erfolgt. Vor Austritt gibt das Kondensat seine Flüssigkeitswärme in einer Wärmeaustauschvorrichtung (Temperaturwechsler) ab. In praktisch ausgeführten Anlagen wurde für 1 kWh eine Verdampfung von rd. 34 kg Wasser bei einer Temperaturdifferenz von 8° erzielt[1]. Es entspricht dies einer effektiven Wärmeleistung von rund 18 000 kcal, d. i. rd. das 21fache des Wärmeäquivalentes. Die theoretische Wärmeleistung beträgt für den gleichen Temperaturbereich rd. 42 000 kcal.

Eine Anwendung der Rückführungsheizung für Destillationsapparate zeigt Abb. 4. Die üblichen Destillationsapparate für die Trennung von Flüssigkeits-



[1] Th. Hougthon, Evaporation by the Vapour-Compression Method. Inst. Civ. Engs., Select. Engg. Pap. Nr. 7, 1923.

gemischen besitzen zur Herbeiführung der erforderlichen wiederholten Destillation eine sog. Kolonne mit Rückflußkühler. Letzterer kondensiert einen Teil des aus der Kolonne austretenden Dampfgemisches, nur der höchst konzentrierte Dampf geht in den Schlußkühler über. Das Kondensat des Rückflußkühlers läuft kontinuierlich über die Kolonne zurück. Der Wärmeaufwand für den Destillationsvorgang wird in erster Linie durch die erforderliche Rückflußmenge bestimmt, die im Zusammenhang mit der Siedepunktsdifferenz der zu trennenden Flüssigkeiten steht. Flüssigkeitsgemische mit naheliegenden Siedepunkten erfordern große Rücklaufmengen, daher großen Wärmeaufwand, der die Wirtschaftlichkeit in Frage stellen kann. Ein solcher Fall liegt z. B. bei den sehr verdünnten Essigsäurelösungen vor, wie sie die Retortenverkohlung des Holzes ergibt. Für die Konzentrierung dieser Lösungen wurde die Rückführungsheizung in größerem Maßstab versucht. Ein abschließendes Urteil über die Konkurrenzfähigkeit mit chemischen Methoden liegt bisher nicht vor.

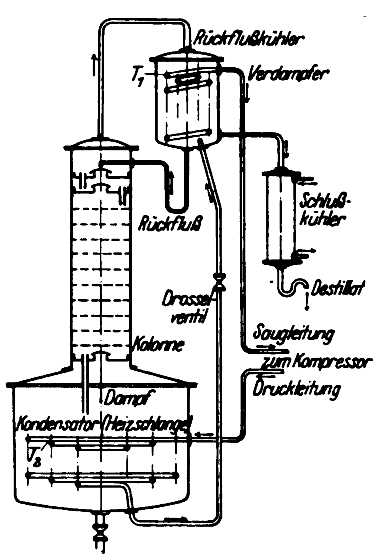


Abb. 4. Destillationsapparat mit Rückführungsheizung.

Die Vorrichtungen der Gruppe b) entsprechen den Luftexpansionskühlmaschinen. Infolge der erheblichen Kompressorabmessungen dürften sie für Heizzwecke ebensowenig Anwendung finden wie in der Kühltechnik.

Das Arbeitsprinzip der Gruppe c) entspricht den in der Kühltechnik gebräuchlichen Absorptionsmaschinen. Diese Vorrichtungen arbeiten mit direkter Wärmezufuhr. Ihr Wirkungsgrad wird daher wesentlich durch das Temperaturgefälle der thermischen Antriebsvorrichtung, Austreiber — Absorber, bedingt. Sie lassen sich ohne bewegliche Teile bauen, z. B. Bauart Platen-Munters[2], würden daher für Heizeinrichtungen äußerst zweckmäßig sein. Entsprechend dem geringen Wirkungsgrad des thermischen Antriebes ist jedoch die gepumpte Wärme im Vergleich zum Wärmeaufwand nicht sehr hoch. Durchschnittlich entfällt bei einer Temperaturdifferenz von 30° auf eine gepumpte Wärmeeinheit ein Wärmeaufwand von 2,5 Einheiten. Es entspricht daher 1 kWh einer effektiven Wärmeleistung von rd. 1300 kcal. Dieser Betrag liegt wesentlich unter dem mit Kompressionsmaschinen erreichbaren. Eine Erhöhung der Wärmeleistung liegt zwar im Bereich der Möglichkeit, wie verschiedene Vorschläge erkennen lassen[3], doch scheint die praktische Durchführung auf Schwierigkeiten zu stoßen.

Es ist naheliegend, eine Verbesserung der Absorptionsvorrichtungen durch Umgehung des thermischen Austreibevorganges zu versuchen. Letzterer bedingt eine Umwandlung der mit hohem Wirkungsgrad umsetzbaren elektrischen Energie in Wärme, die infolge des beschränkten Temperaturgefälles nur zum geringen Teil ausgenutzt werden kann. Die Möglichkeit ist durch Heranziehung elektrochemischer Vorgänge gegeben, die eine fast verlustlose Umsetzung der elektrischen Energie gestatten. Grundsätzlich handelt es sich hierbei um die Benutzung von sog. Konzentrationselementen, deren Konzentrations- bzw. Dampfdruckunterschiede einen Destillationsvorgang von niedriger zu höherer Temperatur und damit eine Wärmebewegung ermöglichen. Die zugeführte Energie hält vermittels des elektrochemischen Vorganges die Konzentrationsdifferenz aufrecht. Demnach bildet die elektrochemische Vorrichtung das Antriebsorgan der eigentlichen Wärmepumpe. In Betracht kommen nur Prozesse, deren Elektrodenvorgänge in jeder Hinsicht umkehrbar sind. Dieser Forderung genügen in vollem Ausmaß nur sehr wenig Prozesse, am ehesten noch die Reaktion des Bleiakkumulators. Die Eignung desselben soll an einem Beispiel untersucht werden.

Abb. 5 zeigt eine mögliche Lösung des Problems. In den beiden gegengeschalteten Gruppen A und B von Akkumulatorzellen erfolgt stufenweise die Konzentrierung (Ladung) bzw. Verdünnung (Entladung) der kontinuierlich

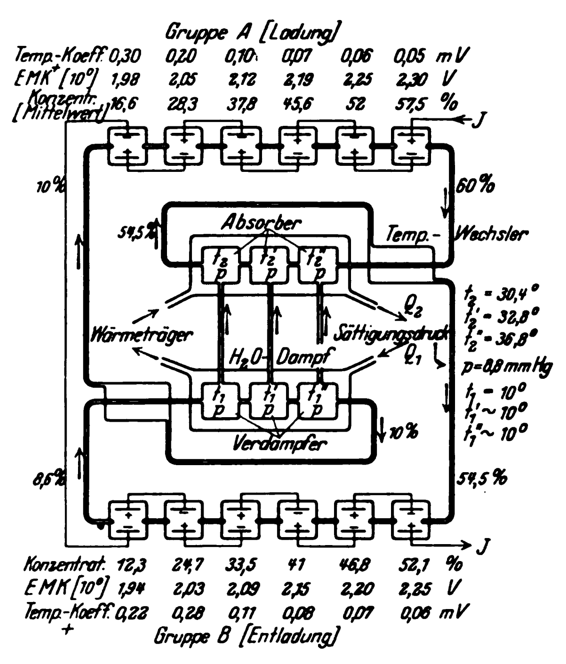


Abb. 5. Elektrochemische Wärmepumpe.

umlaufenden Säure, wobei nach erreichtem Lade- bzw. Entladezustand der Zellen sowohl Säuredurchlauf als auch Stromrichtung umgeschaltet werden (nicht eingezeichnet). Entsprechend der Reaktionsgleichung

$$PbO_2 + Pb + 2\,H_2SO_4 \rightleftarrows 2\,H_2O + 2\,PbSO_4 + 2 \oplus + 2 \ominus$$

wird der Lösung für jede Valenzladung (96 500 C) einerseits 1 Mol H_2SO_4 (98 g) zugeführt und 1 Mol H_2O (18 g) entzogen, anderseits 1 Mol H_2SO_4 entzogen und 1 Mol H_2O zugeführt. Die angegebenen Konzentrationswerte entsprechen einem Säurezulauf von 600 g 10 %-Säure zur Gruppe A für jede durchgehende Valenzladung. Die eigentliche Wärmebewegung vollzieht sich im System Verdampfer—Absorber, wobei Wasserdampf unter Wärmeaufnahme bzw. -abgabe von der verdünnten zur konzentrierten Säure übergeht. Die erreichbare Temperaturdifferenz hängt vom Unterschied der Konzentration im Absorber und Verdampfer ab.

Der theoretische Energieumsatz, welcher die Wärmebewegung bestimmt, ist gegeben durch die Differenz der verlustlosen Lade- und Entladearbeit der beiden Zellengruppen. Die Ermittlung kann erfolgen auf Grund von Dampfspannungen, Verdünnungswärmen oder bestehenden Messungen über die Abhängigkeit der EMK von der Säurekonzentration. Unter Benutzung solcher Messungen[4] sind die in Abb. 5 eingetragenen Spannungen (abgerundet) ermittelt. Die Spannungsdifferenz der beiden gegengeschalteten Gruppen gibt die gesamte aufzuwendende Spannung $\Delta E = E_A - E_B = 0{,}23$ V. Mithin beträgt der theoretische Arbeitsaufwand, bezogen auf eine Valenzladung, $A = 0{,}23 \cdot 96\,500 = -22\,195$ J (negativ als Energieaufnahme). Dieser Arbeitsbetrag entspricht der Änderung der freien Energie infolge der Konzentrationsverschiebung. In vorliegendem Falle weicht die freie Energie (maximale Arbeit) nur wenig von der Wärmetönung des Konzentrationsüberganges ab, da die der Temperaturveränderlichkeit der EMK entsprechenden sekundären Wärmen der beiden Zellengruppen sich nahezu gegenseitig aufheben.

Der verlustlose Energieumsatz setzt unendlich kleine Stromdichten voraus. Endliche Werte derselben bedingen Verlustspannungen vorwiegend infolge von Konzentrationsänderungen unmittelbar an den Elektroden (Konzen-

---

[2] Vgl. ETZ 1925, S. 813.

[3] E. Altenkirch, Reversible Absorptionsmaschinen. Z. ges. Kälte-Ind. Bd. 20 u. 21.

[4] Dolezalek, Die Theorie des Bleiakkumulators. Verlag W. Knapp, Halle a. S.

trationspolarisation). Bei einem elektrischen Wirkungsgrad von 0,5 beträgt in vorliegendem Beispiel die zulässige Verlustspannung rd. 0,04 V für ein Zellenpaar. Nach Messungen von Dolezalek bedingt die Einhaltung dieser Spannung eine Stromdichte von höchstens 0,008 A/dm². Auf je 100 W Energieumsatz entfällt daher, entsprechend einer Stromstärke von $I = \frac{100}{0{,}23} = 435$ A, für jede Zelle eine Elektrodenfläche von 2 × 54 375 dm². Derartige Abmessungen sind praktisch unbrauchbar. Eine Herabsetzung der Elektrodenflächen wird nur bei weitgehender Verminderung der Konzentrations-Polarisationsspannung durch ausgiebige Säurebewegung ermöglicht. Der erforderliche Arbeitsaufwand begrenzt jedoch dieses Mittel. Wenn auch hierüber keine experimentellen Daten vorliegen, so erscheint doch die Möglichkeit einer ausreichenden Herabsetzung der Elektrodenflächen fraglich. Günstigere Verhältnisse sind auch bei anderen Elektrolyten bzw. Reaktionen nicht zu erwarten. In Betracht kommen noch jene Lösungen, deren Konzentrationsänderungen gleichfalls mit erheblichen Dampfdruckänderungen verbunden sind, wie Kalilauge, Zinkchlorid und die Komplexverbindungen des Ammoniaks mit Metallsalzen. Die praktisch möglichen Prozesse ergeben jedoch durchweg geringere relative Dampfdruckänderungen (für die Valenzladung), mithin kleineren Energieumsatz und daher bei gleichem Wirkungsgrad kleinere zulässige Verlustspannungen. Es besteht demnach wenig Aussicht, auf dem untersuchten Wege zu einer brauchbaren Vorrichtung zu gelangen.

Die Gruppen d) und e) fallen in das Gebiet der Vorrichtungen zur direkten Umsetzung von Wärme in elektrische Energie, die bei Umkehrung naturgemäß als Wärmepumpe wirken. Prinzipiell unterscheiden sie sich von den Vorrichtungen mit motorischem oder thermischem Antrieb durch die Notwendigkeit von Gleichstrom. Thermoelektrische Erscheinungen sind gekennzeichnet durch das Auftreten reversibler Wärmen bei Stromdurchgang durch Leiter. Die Erscheinung tritt in homogenen Leitern auf (Thomsoneffekt), in stärkerem Maße jedoch nur an der Berührungsfläche verschiedener metallischer oder metallischer und elektrolytischer Leiter (Peltiereffekt).

Die Vorrichtungen der Gruppe d) bestehen aus einer größeren Anzahl paarweise verschiedener metallischer Leiter in Reihenschaltung. Abgesehen vom Thomsoneffekt beschränkt sich der reversible Energieumsatz auf die Berührungsflächen. Die große Einfachheit würde diesen Vorrichtungen selbst bei geringerem Wirkungsgrad eine Überlegenheit sichern. Infolge unvermeidlicher Verluste durch Wärmeleitung und Ohmschen Widerstand wird jedoch der Wirkungsgrad auf ein unzulässiges Maß herabgedrückt.

Die Größe der auftretenden Peltierwärme ist gegeben durch die Kelvinsche Gleichung $Q = \pm c\,i\,t\,\alpha\,T$; hierin bedeutet c das Wärmeäquivalent (1 kJ = 0,239 kcal), i die Stromstärke in Amp., t die Zeit in Sek., α den Temperaturkoeffizienten (auch Thermokraft genannt) in Volt/Grad, d. h. die EMK für 1° Temperaturdifferenz, und T die absolute Temperatur. Je nach Stromrichtung erfolgt Wärmeaufnahme oder -abgabe. Erfahrungsgemäß ist der Temperaturkoeffizient mit der Temperatur veränderlich; innerhalb kleiner Bereiche kann jedoch der Temperatureinfluß vernachlässigt werden. Durchschnittlich beträgt der Koeffizient nur einige Mikrovolt/Grad, bei Verwendung von Metallsulfiden, Tellur und Silizium lassen sich jedoch größere Werte erzielen. Silizium gibt gegen Kupfer 500 µV, während das sog. „positive" Silizium gegen das „negative" den hohen Wert von 800 ... 1000 µV zeigt[5]. Vergleichsweise beträgt der Koeffizient des bekannten Wismut-Antimon-Elementes nur 120 µV (im Bereich 0 ... 100°).

Die der Peltierwirkung entsprechende Wärmebewegung läßt sich infolge Wärmeleitung nicht annähernd ausnutzen. Ein Teil der entwickelten Wärme sinkt stets wieder auf die untere Temperatur herab, wodurch bei bestimmter Temperaturdifferenz die Wirkung als Wärmepumpe gänzlich aufgehoben werden kann. Eine Beschränkung der Verluste durch Wahl geeigneter Abmessungen ist nur bis zu einem gewissen Grade möglich, da zwischen elektrischer und Wärmeleitfähigkeit ein enger Zusammenhang besteht. Jede Verminderung der relativen Ohmschen Verluste durch Querschnittserhöhung bzw. Längenbegrenzung ist gleichbedeutend mit einer Erhöhung der relativen Wärmeleitungsverluste. Die Herabsetzung der Ohmschen Verluste durch Stromstärkenverminderung bedingt bei gleichbleibendem Energieumsatz eine vermehrte Reihenschaltung von Elementen und damit Vergrößerung der Wärmedurchgangsflächen, wie Abb. 6a erkennen läßt.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse lassen sich für jedes Thermoelement die günstigsten Abmessungen ermitteln. Es bestehen dann für den Ohmschen Spannungsabfall und Widerstand die Beziehungen[6]:

$$E_r = \frac{\alpha\,(T_2 - T_1)}{\sqrt{1 + 10^7 . \alpha'^2} - 1}$$

und
$$R = \frac{\sqrt{\varrho_a}}{G_a}\left(\frac{1}{\sqrt{\varrho_a}} + \frac{1}{\sqrt{\varrho_b}}\right) = \frac{\sqrt{\varrho_b}}{G_b}\left(\frac{1}{\sqrt{\varrho_a}} + \frac{1}{\sqrt{\varrho_b}}\right);$$

hierin bedeutet α den Temperaturkoeffizienten,

$$\alpha' = \frac{2\,\alpha}{\frac{1}{\sqrt{\varrho_a}} + \frac{1}{\sqrt{\varrho_b}}}$$

den effektiven Temperaturkoeffizienten, ϱ_a und ϱ_b die Abweichungen der beiden Metalle vom Wiedemann-Franzschen Gesetz, G_a und G_b die Leitwerte der Teilkörper und T_1, T_2 die absoluten Temperaturen der Wärmeaufnahme bzw. -abgabe. Die für ein Element aufzuwendende Spannung ergibt sich aus dem Ohmschen Spannungsabfall und der thermoelektrischen Gegenspannung

$$E = \alpha\,(T_2 - T_1) + \frac{\alpha\,(T_2 - T_1)}{\sqrt{1 + 10^7 . \alpha'^2} - 1}.$$

Für eine Wärmeaufnahme Q_1 ist der erforderliche Arbeitsaufwand bestimmt durch

$$A = Q_1\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1}\right)\left(\frac{\sqrt{1 + 10^7 . \alpha'^2} + 1}{\sqrt{1 + 10^7 . \alpha'^2} - \frac{T_2}{T_1}}\right).$$

Die rechnungsmäßig erreichbaren Wärmeleistungen sind relativ gering. Bei einem effektiven Koeffizienten $\alpha' = 170$ µV, 30° Temperaturdifferenz und 283° abs. Temperatur der Wärmeaufnahme beträgt die gepumpte Wärme nur 10 % der gesamten Wärmeabgabe, entsprechend einer Wärmeleistung von 955 kcal/kWh. Die theoretische Wärmeleistung erreicht für den gleichen Temperaturbereich 8970 kcal/kWh. Praktisch wird sich der errechnete Wert nicht erreichen lassen, da gewisse der Rechnung zugrunde liegende Voraussetzungen, wie Beschränkung der Wärmeaufnahme und -abgabe auf die Berührungsflächen sowie gleichmäßige Verteilung über den Querschnitt nicht annähernd zu erfüllen sind.

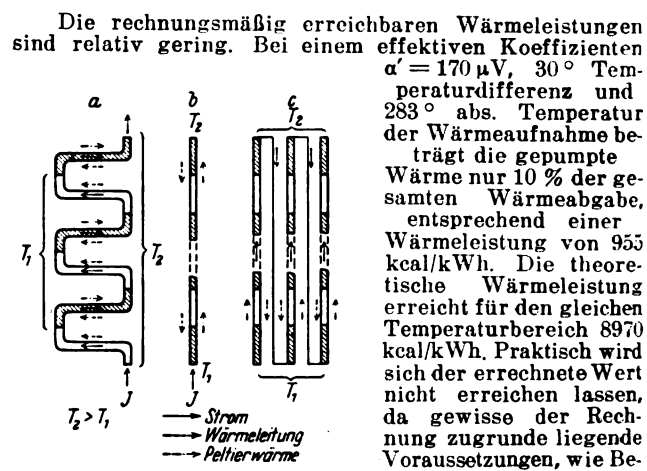


Abb. 6. Thermoelektrische Wärmepumpe.

In einer eingehenden Untersuchung zeigt Altenkirch[7], daß durch Aufteilung des Temperaturgefälles auf eine große Zahl von in Reihe geschalteten Elementen, wobei die Wärmeaufnahme und -abgabe nur an den äußersten Elementen erfolgt (Abb. 6b), sowohl die Wärmeleistung als auch die erreichbare Temperaturdifferenz gesteigert werden können. Für die Werte des früheren Beispieles erreicht die gepumpte Wärme 20 % der Wärmeabgabe, entsprechend einer Wärmeleistung von 1075 kcal/kWh. Diese Schaltung vermeidet den Nachteil des Anwachsens der Wärmedurchgangsfläche mit der Zahl der in Reihe geschalteten Elemente, wie es die gebräuchliche Anordnung (Abb. 6a) ergibt. Mit Rücksicht auf die verfügbare Spannung bzw. Stromstärke muß jedoch der Energieumsatz auf eine größere Zahl derartiger Gruppen verteilt werden. Wie Abb. 6c zeigt, führt dies wieder zur früheren Schaltung. Mit Rücksicht auf die hohen Verluste können diese Vorrichtungen erst dann eine praktische Bedeutung

[5] E. Baerwind, Thermoelektrische Eigenschaften d. Siliziums. Dissertation. Berlin 1914.

[6] E. Altenkirch, Z. ges. Kälteind. Bd. 19, S. 1.
[7] Wie Fußnote 6.

erlangen, wenn wesentlich höhere thermoelektrische Effekte zur Verfügung stehen. Die Wahrscheinlichkeit für deren Auffindung ist jedoch derzeit gering.

Die Gruppe e) umfaßt sämtliche reversiblen thermischen Begleiterscheinungen elektrochemischer Vorgänge. Allgemein verlaufen isotherme Reaktionen unter Austausch reversibler Wärmen, wenn damit Entropieänderungen verbunden sind. Bis zu einem gewissen Grade trifft dies für alle elektrochemischen Vorgänge zu. Bestimmend für die Größe der reversiblen Wärme ist der Temperaturkoeffizient der elektromotorisch verwerteten Reaktion, d. h. die Änderung der EMK für 1° Temperaturänderung. Die erreichbaren Koeffizienten weichen nicht wesentlich von jenen metallischer Thermoelemente ab. Hohe Werte ergeben sich bei den folgenden Prozessen: die Fällungsreaktion $Hg/Hg_2Cl_2 + KCl/KOH + Hg_2O/Hg$ ($\alpha = +837$ µV/Grad), die Wasserstoff-Chlor-Kette ($\alpha = -1000$ µV*[8]), die Wasserstoff-Jod-Kette ($\alpha = -1100$ µV) und die Bleiakkumulator-Reaktion. Bei letzterer zeigt der Koeffizient eine erhebliche Änderung mit der Säurekonzentration unter Wechsel des Vorzeichens. Positives Vorzeichen entspricht einer Wärmeaufnahme bei Ablauf der Reaktion in Richtung einer Energieabgabe (Entladung).

In Betracht zu ziehen sind naturgemäß nur Reaktionen, die einen einwandfreien Dauerbetrieb gewährleisten. Man ist auch in diesem Falle in erster Linie auf den Bleiakkumulator angewiesen. Die Schaltung wäre wie in Abb. 5 vorzunehmen, wobei die Wärmeaufnahme bzw. -abgabe direkt in den beiden Gruppen erfolgt. Im Vergleich zu der bereits untersuchten Vorrichtung fällt jedoch der mögliche theoretische Energieumsatz unter sonst gleichen Verhältnissen geringer aus. Für ein Temperaturintervall von 10 ... 33,3° (in Übereinstimmung mit dem früheren Beispiel) und $\alpha = +341$ µV (positives Maximum bei 22 % Konzentration) ergibt sich für das Zellenpaar und jede Valenzladung ein Energieumsatz $A = 96\,500 \cdot 0{,}000\,341 \cdot 23{,}3 = 770$ J gegen 3700 J im früheren Beispiel. Sehr geringe Säurekonzentrationen ergeben zwar günstigere Werte, doch ist damit hoher Widerstand verbunden. Die Schwierigkeiten bezüglich der Begrenzung der Elektrodenflächen sind demnach in diesem Falle viel größer.

In die betrachtete Gruppe fallen noch jene elektromotorisch verwertbaren Reaktionen, die ein stark mit der Temperatur veränderliches Gleichgewicht besitzen. Am bekanntesten ist das Skinnersche Element $Sn/CrCl_3/Pt$*[9]. Wie Untersuchungen gezeigt haben, verläuft der Vorgang bei Verwendung eines gemeinsamen Elektrolyten ($CrCl_3$) in hohem Maße irreversibel. Die Notwendigkeit zweier getrennter Elektrolyte schließt jedoch wie bei den übrigen Typen eine praktische Verwendung aus. Wie zu erkennen, stößt die praktische Ausnutzung des elektrochemischen Peltiereffektes gleichfalls auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten.

Zusammengefaßt kann gesagt werden, daß für elektrische Heizeinrichtungen auf thermodynamischer Grundlage bei dem gegenwärtigen Stande der Technik nur Vorrichtungen mit Kompressionsverflüssigung in Betracht kommen. Die direkt wärmebewegende Umsetzung elektrischer Energie liegt zwar im Bereich der Möglichkeit, doch stellen sich der praktischen Durchführung kaum zu überwindende Schwierigkeiten entgegen.

*[8] A. Schmid, Die Diffusionsgaselektrode. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1923.

*[9] R. Kremann u. F. Noss, Sitzungsber. Akad. Wissensch. Wien, 1912.

Zur Entwicklung der Höheren Technischen Lehranstalten Deutschlands.

Von Oberingenieur **K. Elbel**, Berlin-Siemenstadt.

Übersicht. Die wenig einheitliche Gestaltung des heutigen technischen Fachschulwesens läßt einen Zusammenschluß der höheren Bildungsanstalten und die Aufteilung der hauptsächlichen Arbeitsgebiete wünschenswert erscheinen. Die damit verbundene Kostenersparnis würde dem Ausbau der Laboratorien, dem gesamten Unterricht, den Schülern und letzten Endes der deutschen Wirtschaft zugute kommen.

Auf allen Gebieten unseres Wirtschaftslebens wird der Versuch gemacht, durch Normung, Typung, Zusammenlegung und ähnliche Maßnahmen zu vereinfachen und zu sparen. Wenn man unter diesem Gesichtspunkte das deutsche technische Fachschulwesen betrachtet, gewinnt man den Eindruck, daß sich auch hier aus einem systematischen Aufbau manche Vorteile ergeben könnten. Gewiß ist zuzugeben, daß sich mitunter gerade die jetzige Vielgestaltigkeit vorteilhaft auswirkt, da sie eine fortschreitende Entwicklung begünstigt, jedoch sollte die Verschiedenheit im Aufbau rationellerweise nicht zu einem gegenseitigen Wettbewerb der Schulen in gleichen Studienrichtungen führen. Vielmehr wäre anzustreben, daß sich die einzelnen Schulen durch besondere Pflege und Bevorzugung bestimmter wichtiger Spezialgebiete gewissermaßen zu konkurrenzlosen Musteranstalten in ihren Fachrichtungen ausbauen. Andere Wissensgebiete brauchten dann nur je nach ihrer Bedeutung für das in Frage kommende Studienziel mehr oder weniger eingehend behandelt zu werden.

In einer derartigen Entwicklung liegen zweifellos erhebliche Ersparnisse für alle Schulen, und die verschiedenen Wirtschaftsgebiete wüßten in Zukunft, an welche Anstalten sie sich vornehmlich zu wenden hätten, um für ihre Zwecke gut vorgebildete Kräfte zu gewinnen.

Die heutige Vielgestaltigkeit in der Organisation der Technischen Fachschulen, die einen einheitlicheren Aufbau wünschenswert erscheinen läßt, beginnt schon bei deren Trägern. Die Lehranstalten gliedern sich in:

1. staatliche Schulen,
2. staatlich-städtische Schulen,
3. städtische Schulen,
4. städtisch-private Schulen und
5. private Schulen.

Diese fünf Anstaltsgruppen unterscheiden sich, wie bereits der Einblick in die Studienpläne zeigt, sehr wesentlich hinsichtlich der Aufnahmebedingungen, Ausbildungsarten, Lehrweise und Ziele voneinander. Schon die theoretische und praktische Vorbildung, die von den Schülern bei der Aufnahme verlangt wird, regelt sich nach stark unterschiedlichen Bestimmungen. Während die staatlichen Anstalten im allgemeinen mindestens zweijährige, nach gewissen Richtlinien möglichst vielseitig gestaltete Praxis verlangen, gibt es eine Anzahl städtischer und privater Anstalten, die auch Schüler mit 1½jähriger, ja sogar nur einjähriger Praxis aufnehmen. Als ausreichende theoretische Vorbildung wird im allgemeinen die Reife für Obersekunda eines Realgymnasiums oder einer Oberrealschule angesehen. Fast alle höheren technischen Lehranstalten nehmen aber auch Schüler mit minderer Vorbildung auf, wenn sie sich zur Ablegung gewisser Ergänzungsprüfungen, die an den einzelnen Anstalten wieder recht verschieden gehandhabt werden, oder zum Besuch eines sogenannten Vorsemesters verpflichten. Einige Anstalten verlangen von ihren Schülern, soweit diese bei Eintritt die Obersekundareife nicht nachweisen können, eine entsprechend längere Praxis (2, 3 bis zu 4 Jahre).

Ebenso weichen die Organisationen der Schulen, die Lehrpläne, die Studiendauer und die Gebührenordnung bei näherer Betrachtung grundsätzlich voneinander ab. Dies hat zur Folge, daß auch die Zeugnisse der einzelnen Anstalten in den „Berechtigungen", die sie verleihen, verschieden sind. Von den staatlichen Schulen wird im allgemeinen das Zeugnis ausgestellt, daß der Bewerber die theoretischen Kenntnisse, die zur Ausübung des Ingenieurberufes in der behördlichen Praxis erforderlich sind, erworben hat. Einige Anstalten vermeiden die Standesbezeichnung „Ingenieur", andere „verleihen" den Ingenieurtitel bzw. den Ingenieurgrad. Diese Frage ist aufs engste mit dem neuerdings angestrebten staatlichen Schutz des Ingenieurtitels verknüpft.

Die Zahl der Studierenden an den einzelnen Anstalten schwankt zwischen 100 und beinahe 2000. Dementsprechend bestehen auch sehr verschieden starke Lehrkörper, deren Zusammensetzung nach Studium und Praxis wiederum voneinander abweicht. An den staatlichen Anstalten unterrichten vorzugsweise Akademiker, die zum Teil die Titel: Professor, Oberstudienrat, Studienrat usw. führen. Auch an den städtischen Anstalten sind die Dozenten vorzugsweise Diplom-Ingenieure, die nach längerer Zugehörigkeit zum Lehrkörper den Professoren- oder Bauratstitel erhalten können. An den gemischt-wirtschaft-

lichen und privaten Schulen findet man gelegentlich daneben Lehrkräfte, die nach technischem Studium an einer Fachschule aus der Praxis hervorgegangen sind. Bezüglich erfolgreicher Ingenieurtätigkeit dieser Lehrergruppen bei Behörden oder in der Industrie bestehen an den einzelnen Anstalten abweichende Vorschriften und Auffassungen, was besonders in der verschiedenen Dauer der verlangten praktischen Berufstätigkeit nach dem Studienabschluß zutage tritt. Auch die Zahl der Schüler, die von einem Lehrer in einer Klasse gleichzeitig unterrichtet werden, unterliegt sowohl in den Klassen als auch in den einzelnen Lehranstalten erheblichen Schwankungen. Aus überschläglichen Berechnungen ergeben sich Klassen mit 10 bis zu 27 Schülern. Ebenso sind die Studiengebühren zur Zeit sehr unterschiedlich festgesetzt. Sie betragen an den einzelnen Anstalten für 1 Semester zwischen 50 RM und 200 RM, wobei die an den meisten Anstalten üblichen besonderen Laboratoriumsgebühren noch nicht berücksichtigt sind.

In vielen der angeführten Punkte wäre eine Vereinheitlichung von Nutzen und ohne große Opfer seitens der einzelnen Anstalten zu erreichen. Die gemeinschaftliche gute technische Grundlage müßte unbedingt überall beibehalten bzw., wo sie noch nicht gegeben ist, angestrebt werden. Daneben wäre aber auch die eingangs erwähnte systematische Aufteilung des gesamten Lehrstoffes unter die einzelnen technischen Bildungsanstalten anzuregen, wobei nicht übersehen werden soll, daß sich für ein erweitertes Spezialstudium sechs- und siebensemestrige Fachschulen besser eignen werden als fünfsemestrige.

Jetzt sind an fast allen Höheren Technischen Lehranstalten mehrere Fachrichtungen vertreten, wie z. B. Allgemeiner Maschinenbau, Elektrotechnik, Bauingenieurwesen, Technische Chemie und dgl. Einzelne Anstalten pflegen daneben besondere Spezialgebiete, wie Automobilbau, Flugzeugbau, Landwirtschaftsmaschinenbau, Werkzeugmaschinenbau, Schiffsmaschinenbau, Elektromaschinenbau, Hochfrequenztechnik, Fernmeldetechnik, Papierchemie usw. Bei dem frühzeitigen Beginn des Spezialisierens auf der Fachschule darf natürlich die technische Allgemeinbildung, insbesondere was die mathematisch-physikalischen Grundlagen sowie das Studium der Festigkeitslehre, Mechanik, Statik, Hydraulik und der Maschinenelemente anlangt, nicht zu kurz kommen, wenn nicht die für die Ausbildung des technischen Nachwuchses erstrebten Vorteile durch erhebliche Nachteile, insbesondere bei mangelhafter Vorbildung (Aufnahmebedingungen), wieder aufgewogen werden sollen.

Während die preußischen staatlichen Anstalten mehr Wert auf die allgemeine Ausbildung legen, bestehen an außerpreußischen Fachschulen, z. B. für Bayern in Nürnberg und Kaiserslautern, für Sachsen in Chemnitz, für Württemberg in Eßlingen a. N., für Baden in Karlsruhe, für Thüringen in Hildburghausen und in Hamburg und Bremen, an den Staatstechniken weiterspezialisierte Lehrpläne, die insbesondere das Studium der Elektrotechnik ermöglichen. Auch ein Teil der städtischen und privaten Anstalten wendet dem Spezialstudium in Einstellung auf den örtlichen Arbeitsmarkt erhöhtes Interesse zu. An der Wasserkante werden Schiffbau und Schiffsmaschinenbau gepflegt, in hauptsächlich landwirtschaftlichen Produktionsgebieten Landwirtschaftsmaschinenbau, in der Nähe großer Luftverkehrsunternehmungen Flugmaschinen-, Flugmotoren- und Luftschiffbau, in Gegenden mit vorzugsweise Textilindustrie Textilmaschinenbau usw.

Bei einer systematischen Organisation, die im Interesse der gesamten deutschen Technik liegen würde, müßten die geographischen und politischen Grenzen berücksichtigt werden, so daß beispielsweise in Preußen, Bayern und Sachsen mindestens je eine Spezialanstalt auf den in Betracht kommenden Hauptgebieten vorhanden wäre. Auf diese Weise würde den in ihren speziellen Ausbildungszweigen seit Jahrzehnten bewährten Lehranstalten ihr Schatz an in Unterrichtspraxis gesammelten Erfahrungen und langjährig gepflegten Verbindungen erhalten bleiben und es würden sich ihnen evtl. in Anlehnung an benachbarte Industriezentren (Zusammenarbeit von Praxis und Ausbildungsanstalt, Exkursionen) neue Gebiete erschließen lassen.

Eine Folge derartiger Weiterentwicklung würde sein, daß sich manche Lehrkörper erheblich reduzieren ließen und die einzelnen Dozenten ihre gesamte Arbeitskraft, mehr als das bei der jetzigen Vielseitigkeit möglich ist, auf Fachgebiete konzentrieren könnten, ohne dabei die so wichtige Grundlage der technischen Allgemeinbildung außer acht zu lassen. Auch die umfangreichen allgemeinen Laboratorien an jeder Anstalt, die bisher eine Zersplitterung der zur Verfügung stehenden Mittel bedingten und infolgedessen vielfach nicht vollwertig sein konnten, würden dann wegfallen und hochwertigen Speziallaboratorien weichen, die auf ihren begrenzten Gebieten sicher Hervorragendes leisten könnten.

Dem Einwand, daß sich bei einer derartigen Organisation eine sehr ungleiche Verteilung der Schülerzahl auf die einzelnen Lehranstalten ergeben würde, könnte man vielleicht begegnen, indem man einer Anstalt, die ein Fachgebiet kleineren Ausmaßes besonders pflegt, noch ein zweites Fachgebiet angliedert, während besonders umfangreiche Gebiete bei allzu großem Anwachsen der Studierendenzahl nochmals unterteilt werden könnten. Es ließe sich auch vermutlich eine gewisse Konstanz der Klassen erreichen. Während jetzt Unterrichtstunden mit fünf oder weniger Schülern abgehalten werden, würde sich dann voraussichtlich ein gesundes Mittel in der Schülerzahl für einen Lehrer erreichen lassen. Eine Zusammenfassung von im Durchschnitt 25 Hörern auf einen Fachlehrer könnte auch in den höheren Semestern kaum als übermäßige Belastung empfunden werden. Damit wäre auch die Möglichkeit der erziehlichen Beeinflussung der Schüler durch den Lehrer in größerem Umfange gegeben, als das bisher der Fall ist. Selbstverständlich hätte eine solche Regelung auch eine entsprechende Verteilung der den Schulen zur Verfügung gestellten Geldmittel zur Voraussetzung, und wenn es noch gelänge, die zwischen staatlichen, städtischen und privaten Schulen leider in erheblichem Umfange bestehenden Reibungsflächen zu glätten und das gesamte deutsche technische Fachschulwesen einheitlicher und übersichtlicher zu gestalten, so darf eine erhebliche Leistungssteigerung, d. h. Verbesserung des Lehrerfolges, zum Nutzen der gesamten deutschen Wirtschaft erwartet werden.

Wenn auch diese Fragen nicht zu einer sofortigen Lösung drängen, so sind sie doch sicher sachlicher und wohlwollender Prüfung der beteiligten Kreise wert, aber immer unter dem Gesichtspunkt, daß Vereinheitlichung und zweckmäßige Gestaltung des höheren technischen Schulwesens gleichermaßen Lehrkörper und Schülerschaft dienen muß.

Erhöhung der Spannweite für Holzmaste.

Für Überlandleitungen bis 30 000 V Spannung werden in der Regel imprägnierte Holzmaste ohne oder mit Betonfüßen verwendet, weil diese Art von Freileitungen trotz der periodisch notwendigen Auswechslung der Maste in den meisten Fällen wirtschaftlicher ist als Leitungen mit Beton- oder Eisenmasten. Bei den im Überlandbetrieb größtenteils benötigten schwachen Querschnitten bis zu 50 mm² kann jedoch die zulässige Höchstbeanspruchung der Maste selten ausgenutzt werden, da bei Verlegung von drei Drähten zwei untereinander montiert werden müssen und dabei die Gefahr besteht, daß der untere bei großen Spannweiten durch Abfliegen einer Schar Vögel, abfallenden Rauhreif usw. hochspringt und mit dem oberen Kurzschluß macht. Man

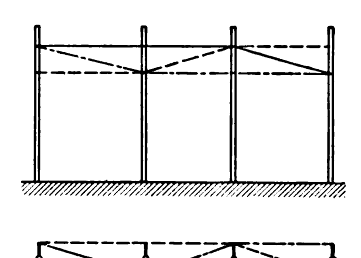


Abb. 1. Leitungsaufhängung nach Schlosser.

betrachtete deshalb 70 ... 80 m als äußerste Grenze für den Mastabstand. Bei einer Ing. Karl Schlosser, Töging a. Inn, patentierten Aufhängung laufen nun weder in der wagerechten noch senkrechten Ebene 2 Drähte parallel; auch ist jede Kreuzung im Feld vermieden, so daß der Abstand der Maste so weit vergrößert werden kann, wie dies durch die Beanspruchung des Holzes möglich ist. In Abb. 1 sind die Drähte verschieden gezeichnet, so daß deren Verlauf leicht festzustellen ist.

Bei einer ausgeführten Leitung von 20 km Länge und 3 Stahlaluminiumdrähten Nr. 35 konnte die Spannweite 100 ... 110 m genommen werden, wodurch gegenüber 80 m nach Angabe des Bauherrn eine Ersparnis an Stützpunkten von 27 % und an Gesamtkosten von 16,5 % erzielt wurde. Der erste Teil der Leitung ist nunmehr 3 Jahre im Betrieb, ohne zu irgendwelchen Störungen Anlaß gegeben zu haben.

Sb.

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein Elektrometer für Messung sehr hoher Spannungen. — Ein technisch brauchbares, dabei aber in seinem Aufbau einfaches Instrument für Hochspannungsmessungen, das von Starke und Schroeder angegeben wird, besteht aus einem Plattenkondensator. Ein kleiner zentraler Teil einer Platte ist als beweglicher Flügel ausgestaltet, und zwar drehbar um einen gespannten Metallfaden, der dabei tordiert wird. Bei Aufladung des Kondensators dreht sich der bewegliche Teil der Platte aus der Plattenebene heraus. Diese Drehung ist ein Maß für die angelegte Spannung. Der Flügel ist derart bemessen, daß bei der Drehung das Gesamtfeld keine wesentlichen Deformationen erleidet. Der Drehwinkel des Flügels wird mittels Spiegels und Skala abgelesen (Abb. 1). Durch Abstandsänderung der Kondensatorplatten läßt sich jeder beliebige Spannungsbereich einstellen. Der Abstand der Elektroden für einen bestimmten Spannungsbereich ist so reichlich bemessen, daß eine Überschlaggefahr ausgeschlossen ist. Das Wesentliche des Instruments ist die Art seiner Eichung. Bei einem geeigneten kleinen Plattenabstand wird der Drehwinkel des Flügels in Abhängigkeit von einer bekannten Spannung, z. B. 1000 ... 10 000 V Gleich- oder Wechselspannung, bestimmt. Wird dann der Plattenabstand so weit vergrößert, daß z. B. die vorherige 1000 V-Ablenkung erst bei 5000 V erreicht wird, so entspricht jetzt jeder Ablenkung über den ganzen Skalenbereich hinweg eine fünfmal größere Spannung. Der Meßbereich des Instruments ist jetzt 5000 ... 50 000 V. Durch weitergehende Abstandsvergrößerung läßt sich so stets im Anschluß an einen niedrigeren Meßbereich jeder beliebige höhere herstellen. Damit dieses Eichverfahren in Strenge anwendbar sein soll, muß der bewegliche Flügel so klein gehalten werden, daß seine Drehung keine Verteilungsänderung auf der Hochspannungselektrode, d. h. also keine bis zu dieser reichende Feldverzerrung verursacht. Genaue Meßergebnisse haben bei einem Spannungsbereich von 1000 ... 85 000 V und den Abstandsänderungen von 20 bis 130 mm gezeigt, daß der Messungsfehler jedenfalls kleiner als 0,5 % ist. Je höher die zu messende Spannung ist, d. h. je größer der Plattenabstand genommen werden kann, desto kleiner ist der durch Flügeldrehung zu erwartende störende Einfluß. Das Instrument läßt sich verwenden für Gleich- und Wechselspannungen beliebiger Frequenzen, für symmetrische Spannungen wie auch gegen Erde. Eine obere Spannungsgrenze ist nur durch die Größe der Isolatoren gegeben. Lagerreibung und Federhysteresis sind vermieden. Die Angaben des Instruments werden durch die Umgebung nicht beeinflußt. Das bewegliche System ist bis zur Aperiodizität gedämpft. Das Instrument wird in der Werkstatt des Physikalischen Instituts der T. H. Aachen gebaut, den Verkauf hat die Hochspannungsgesellschaft m. b. H. Köln-Zollstock übernommen, u. zw. vorläufig für 150, 250 und 500 kV Effektivspannung. (H. Starke u. R. Schroeder, Arch. El. Bd. 20, H. 2, S. 115.)

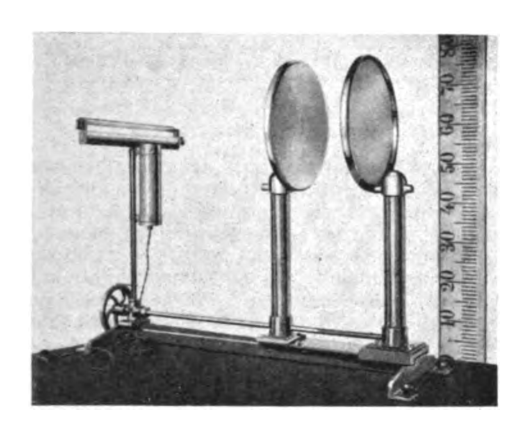


Abb. 1. Hochspannungs-Elektrometer.

Beleuchtung.

Methoden der Vakuumbestimmung an fertigen Glühlampen. — P. Selenyi gibt verschiedene Methoden, die neben der üblichen Teslaprobe geeignet sind, die Güte des Vakuums in einer fertigen Lampe qualitativ bzw. quantitativ zu beurteilen. Sie beruhen darauf, daß die in einer brennenden Lampe bestehende Ionisation beobachtet wird. Wird der Lampe ein negativ geladener Körper genähert, etwa eine geriebene Hartgummiplatte, so werden die vorhandenen Ionen angezogen und legen sich an die innere Kolbenwand. Wird die Wirkung der negativen Ladung durch diese Ionen neutralisiert, so werden die Glühfäden nicht angezogen und bleiben gerade gestreckt. Sind aber so wenig Ionen vorhanden, daß sie die Wirkung der negativen Platte nicht aufheben können, so wird der Faden angezogen und baucht sich aus. Man kann beide Fälle durch verschieden rasche Annäherung der geladenen Platte realisieren, da die Zahl der in der Sekunde erzeugten Ionen entscheidend ist. Damit ergibt sich folgende Vorschrift zur Beurteilung des Vakuums: Man nehme eine durch Reibung elektrisierte Hartgummiplatte und nähere sie der brennenden Lampe zuerst schnell und dann immer langsamer, bis die Glühfäden nicht mehr angezogen werden. Das Vakuum ist um so besser, je langsamer die Annäherung ist, bei welcher die Fadenausbauchung aufhört. Anstatt die Geschwindigkeit der Annäherung zu ändern, kann man auch die Lampenspannung variieren und erhält dann folgende Vorschrift: Man nähere die Hartgummiplatte immer mit gleicher, z. B. der schnellsten mit der Hand möglichen Geschwindigkeit der Lampe und erhöhe die Lampenspannung so lange, bis eine Fadenausbauchung nicht mehr entsteht; je höher diese Spannung ist, desto besser ist das Vakuum. Diese zweite „elektrostatische" Methode liefert schon zahlenmäßige Angaben, die trotz der vielen Fehlerquellen leidlich gut reproduzierbar sind. Sie ist aber mehr für die Bestimmung hoher Vakua geeignet.

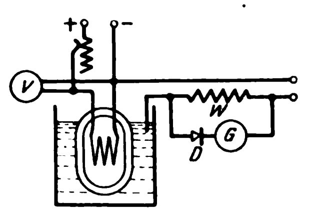


Abb. 2. Auf Kapazitätsmessung beruhendes Verfahren zur Bestimmung des Glühlampenvakuums.

Die folgende Methode erlaubt auch die Beobachtung geringerer Vakua und ihre ständige quantitative Kontrolle mittels einer Galvanometerablesung. Sie beruht auf folgendem Gedanken. Taucht man die Lampe in Wasser und legt an Glühfaden und Wasser eine Wechselspannung, so verhält sich die Lampe, solange sie nicht brennt, wie eine Kapazität von wenigen Zentimetern, deren eine Belegung das Wasser, deren andere Belegung der Glühfaden ist. Brennt dagegen die Lampe und enthält sie so viel Gas, daß starke Ionisation eintritt, so kann man den Gasraum der Lampe als einen Leiter betrachten, und die Lampe stellt einen Kondensator von mehreren hundert Zentimetern Kapazität dar, dessen zwei Belegungen durch die innere und äußere Kolbenwand gebildet werden. Man kann diese Kapazitätsänderung messend verfolgen, indem man an den Glühfaden und das Wasser eine Wechselspannung legt und die Stromstärke mißt, die durch die Lampe fließt. Die Schaltung zeigt Abb. 2. Als Wechselstromquelle dient eine Hochfrequenzmaschine von 500 Hz und 100 V. Die Strommessung erfolgt, indem parallel zu dem Widerstand *W* von etwa 10 000 Ω ein Kristalldetektor *D* und ein empfindliches Strommeßinstrument *G* geschaltet werden. Frequenz und Spannung des benutzten Wechselstromes sind richtig zu wählen. Sind sie zu klein, so ist die Stromstärke zu klein; sind sie zu groß, so spielt die innere Kolbenwand die Rolle des Gitters einer Dreielektrodenröhre; sie lädt sich negativ auf und vermindert den Elektronenstrom und damit die Ionisation. Man kann auch die Kapazitätsänderung des Lampenkondensators dadurch messend verfolgen, daß man ihn in einen Schwingungskreis einschaltet und die Änderung der Frequenz der entstehenden Schwingungen untersucht. Diese Methode läßt sich mit der Glimmbrücke von Geffcken und Richter gut verwirklichen. (P. Selenyi, Z. Techn. Phys. Bd. 8, S. 230.) *Br.*



Klassifizierung der Lichtquellen nach ihrer Farbtemperatur. — Bei einem Vergleich zweier Körperfarben spielt die Art der benutzten Lichtquelle eine Rolle, da das Aussehen eines Farbstoffes von der spektralen Zusammensetzung des auffallenden Lichtes abhängig ist. Zwei Farben, welche bei einer Lichtquelle vollkommen übereinstimmen, können bei einer anderen Lichtquelle sehr verschieden aussehen. Die sich hieraus ergebenden Schwierigkeiten werden als sehr störend empfunden in allen den Industriezweigen, in denen Farbvergleiche eine Rolle spielen, z. B. in Färbereien und in der Textilindustrie. Unsere gewöhnlichen Lichtquellen, so weit sie Temperaturstrahler sind, strahlen nahezu in einer Farbe, wie sie die definierte Strahlung des schwarzen Körpers aufweist. Man kann die Farbe solcher Lichtquellen demnach angeben durch diejenige Temperatur, bei welcher die Strahlung eines schwarzen Körpers in unserem Auge den gleichen Farbeindruck hervorruft wie die betrachtete Lichtquelle; diese Temperatur wird bekanntlich die „Farbtemperatur" der Lichtquelle genannt. Aber nicht nur die verschiedenen Lichtquellen haben voneinander abweichende Farbtemperaturen, sondern auch die Farbe des Tageslichtes ist kein feststehender Begriff, da das direkte oder von weißen Wolken reflektierte Sonnenlicht eine ganz andere Farbtemperatur besitzt als die Strahlung des blauen Himmels; Vergleiche von Farbstoffen können also selbst bei Tageslicht zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten recht verschieden ausfallen.

Aus der großen Reihe der angegebenen Farbtemperaturen seien folgende Werte wiedergegeben:

Farbtemperaturen.

Kerze	1930° abs.	Sonne, 2 h nach Aufgang	4400°
Petroleumflamme	2050°	Sonne, mittags (Mittelwert) .	5300°
Kohlefadenlampe 3,4 Lm/W . . .	2170°	Himmel, gleichmäßig bewölkt	6000° ... 7000°
Azetylenflamme	2380°	Kohlensäure-Leuchtröhre .	7800°
Nernststift	2400°	Blauer Himmel .	10700°
Sonne, 33 min nach Aufgang	2500°	Sehr klarer blauer Nordwest-Himmel	25000°
Wolfram-Vak.-Lampe 40 W	2510°		
Wolfram-gasgef.-Lampen	2740° ... 3200°		
Krater des Kohle-Lichtbogens .	3700°		

Man kann die Strahlung einer elektrischen Lichtquelle in die Strahlung von einer höheren Farbtemperatur umwandeln, indem man ein geeignetes Blaufilter einschaltet. Vom Bureau of Standards wurden aus einer großen Reihe von Probeschmelzen blauer Gläser durch langwierige Versuche in geeigneten Industrien eine Anzahl von Gläsern herausgesucht, bei deren Benutzung zusammen mit einer elektrischen Glühlampe die untersuchten Farbstoffe ebenso aussahen wie bei Tageslicht. Durch Benutzung von Blaugläsern verschiedener Dicke lassen sich auf diese Weise die verschiedensten Farbtemperaturen erzielen. Es ist ein einfaches Instrument entwickelt worden, bei welchem aus den für gut befundenen Glasschmelzen Blauglasscheiben verschiedener Dicke eingestellt werden können, indem durch das gegenseitige Verschieben zweier Keile die Glasdicke geändert werden kann. Für praktische Zwecke kommen besonders Farbtemperaturen zwischen 2500° und 8000° ... 10000° in Frage. (N. Macbeth, Transact. Ill. Engg. Soc. Bd. 23, S. 302.) *Schb.*

Apparate.

Stöpselklotzanordnung für Präzisionswiderstände. — Während bei der bisher üblichen Bauart die Stöpselklötze nicht in so vollkommener und dauerhafter Art gegen Verschieben gesichert waren, wie es wünschenswert wäre, ist eine neue Ausführung von S & H derart, daß ein Unsicherwerden des Kontaktes ausgeschlossen ist. Die neuen Stöpselklötze (Abb. 3) sind als Schulterstöpselklötze ausgebildet und übertragen den Druck derart, daß der Werkstoff nicht ausweichen kann, sondern durch das Einsetzen des Stöpsels verdichtet wird. Gleichzeitig verteilt sich der seitliche Druck auf eine so große Fläche, daß der Isolierstoff bezüglich seiner Elastizität kaum beansprucht wird und sich der Stöpsel dem Konus innig anschmiegt. Während die Stöpsel einerseits so fest sitzen, daß man an ihnen den ganzen Apparat im Gewicht von 5 kg hochheben kann, genügt anderseits eine geringe Drehung, um sie wieder herauszunehmen. Der Übergangswiderstand der Stöpsel liegt in der Größenordnung von 0,05 mΩ. Um bei Reihenschaltungen, die das gleichzeitige Stecken und Ziehen von Stöpseln in benachbarten Löchern erfordern, zu vermeiden, daß sich die wenn auch sehr geringen Bewegungen eines Stöpselklotzes auf andere übertragen, werden doppelseitig verwendete Stöpselklötze der neuen Bauart in der Mitte geschlitzt und durch eine biegsame Verbindung überbrückt. Der hierzu benutzte starke Kupferdraht geht durch die Montageplatte hindurch und dient gleichzeitig zum Anschluß der Widerstandspulen. Der erforderliche Kriechweg (8 mm) wurde dadurch erreicht, daß neben der großen, das Schulterstück aufnehmenden Bohrung zwei kleine runde Löcher mit einem verbindenden Schlitz vorgesehen sind, die so tief wie die Schulterstücke in den Isolierstoff hineingehen. Die großen Boh-

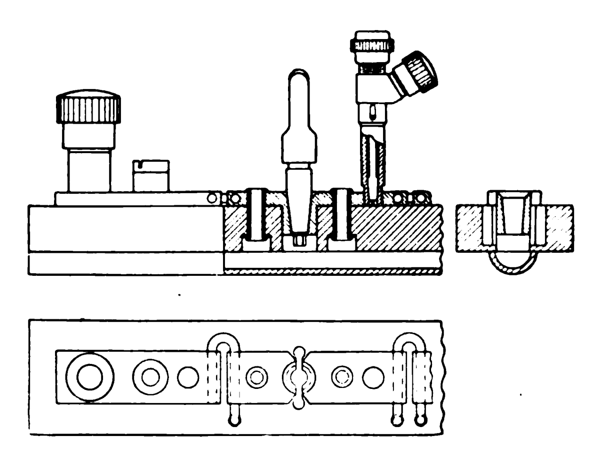


Bild 3. Schematische Darstellung der neuen Stöpselklötze.

rungen gehen vollständig durch die Montageplatte hindurch und enden in einer Rinne; etwa hineinfallende Fremdkörper sammeln sich in dieser Rinne und können durch seitliche Öffnungen in der Kastenwand entfernt werden. Außer dem konischen Loch für den Schaltstöpsel enthält jeder Klotz noch ein zylindrisches Loch für die Aufnahme eines Wanderstöpsels. Dieser Stöpsel, der dazu dient, Abzweigungen herzustellen, ist als Zangenklemmstöpsel ausgebildet, so daß er trotz der geringen zur Verfügung stehenden Werkstoffdicke unbedingt festhält. Eine Mutter am Kopf dieses Stöpsels betätigt die Zangensperre am unteren Stöpselende, die Anschlußklemme ist schräg seitlich gelegt, um ein Abbrechen der Leitungsdrähte zu verhindern. Als weitere bemerkenswerte Neuerung ist noch eine abnehmbare Lichtschirmplatte zu erwähnen, die die Montageplatte vor allem gegen den isolationsmindernden Einfluß des Lichtes schützt, aber auch die allgemeine Verschmutzung verhindert. Diese Abdeckplatte dient gleichzeitig zum Anbringen von Bezifferungen und Schaltlinien, wodurch die Widerstände übersichtlich werden. Abb. 4

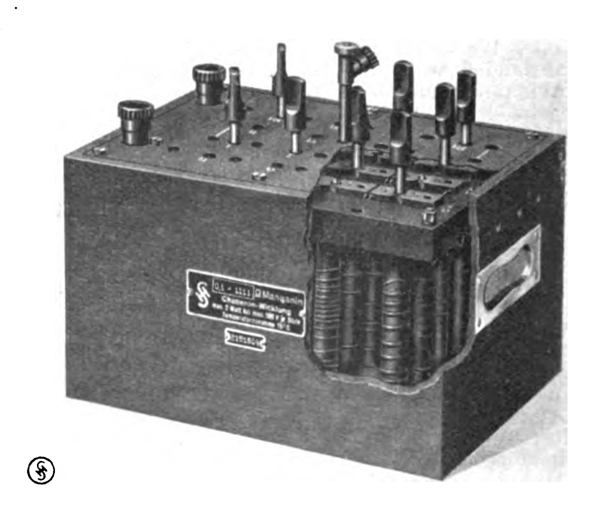


Bild 4. Widerstandskasten mit den neuen Stöpselklötzen und Lichtschutzabdeckplatte.

zeigt einen mit den erwähnten Neuerungen versehenen Widerstandskasten. Die Widerstände werden in verschiedener Unterteilung für mannigfache Anwendungen gebaut, wobei stets Wert darauf gelegt ist, daß sie ohne Mühe abgelesen werden können. (O. Schöne, Siemens-Z. Bd. 8, S. 260.) *Jkl.*

Heizung. Öfen.

Ein elektrisch geheizter Tunnelbrennofen. — Die Morgan Crucible Company, Lim., stellt patentierte keramische Heizkörper her, mit denen es möglich ist, Temperaturen bis zu 1400° dauernd für 2 ... 3 Monate aufrechtzuerhalten. Diese Heizkörper können in jeder gewünschten Form hergestellt werden, aber für Steingutbrennöfen werden sie meistens in flachen Tafeln bis zu 2,4 m Länge und 610 mm Breite angefertigt und können entweder horizontal (Abb. 5), indem sie das Gewölbe des Ofens bilden, oder vertikal (Abb. 6) als Seitenwand aufgestellt werden.

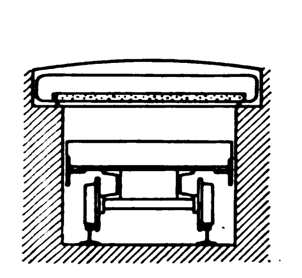


Abb. 5. Horizontale Anordnung der Heizkörper.

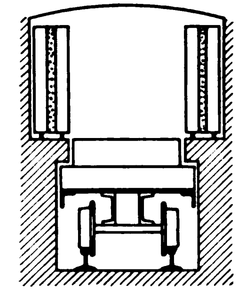


Abb. 6. Vertikale Anordnung der Heizkörper.

Nach verschiedenen vorhergegangenen Versuchen wurde ein Tunnelofen von 16,75 m Länge für 30 Wagen von 535 × 445 mm Größe gebaut. Jeder Wagen kann 30 Tassen aufnehmen. Durchschnittlich werden 6 Wagen stündlich eingeschoben, so daß 30 000 Tassen wöchentlich fertig werden. Später wurden zwei Reihen Widerstände anstatt einer im Ofen angebracht, wodurch die Länge der heißen Zone verdoppelt und das Ausbringen mehr als verdoppelt wurde, da 12 Wagen stündlich eingeschoben werden konnten und 60 000 Tassen wöchentlich fertig wurden. Der Energieverbrauch beträgt nach dem Umbau ungefähr 60 kW, vorher 32 kW.

Die Kosten der Widerstände stellten sich in der Praxis geringer als die Kosten für die Muffeln, in die bei Kohlefeuerung die Tassen eingesetzt werden müssen, um eine reine Glasur zu erhalten. Ein weiterer Ofen von 18,3 m Länge für zwei Reihen Wagen wurde 1926 gebaut. Die Wagen laufen in entgegengesetzter Richtung und haben eine Fläche von 1525 mal 305 mm. Der Ofen ist mit zwei Reihen Heizkörper versehen, aber so eingerichtet, daß drei Reihen angebracht werden können (Abb. 7). Mit diesem Ofen lassen sich 12 Tassen/min glasieren bei Verbrauch von 1 ... 1,5 kWh und von 2 ... 3 kWh für dieselbe Anzahl Teller.

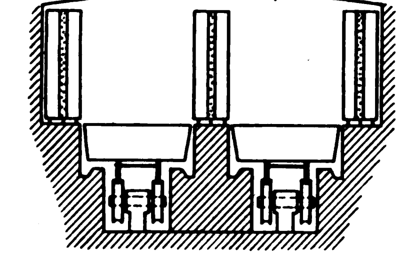


Abb. 7. Ofen mit 3 vertikalen Heizkörperreihen.

Der wichtigste Unterschied zwischen diesem Ofen und anderen elektrisch geheizten Öfen, die mit sehr hoher Temperatur betrieben werden, ist die Art des verwendeten Heizkörpers, durch den die Ware auf eine hohe Temperatur gebracht werden kann, ohne sie abdecken zu müssen. (Journ. Am. Ceramic Soc. Bd. 10, S. 210.) *Ill.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Selbsttätige Bahn-Umformerwerke in Japan. — Die japanischen Staatsbahnen haben im Bezirk von Tokio und Yokohama in bemerkenswertem Umfang selbsttätige Umformerwerke für den Betrieb der dem Orts- und Nachbarortsverkehr dienenden Bahnstrecken zur Anwendung gebracht. Dabei war nicht so sehr das Bestreben nach Verminderung der Bedienungskosten als vielmehr der Wunsch nach größter Betriebsicherheit ausschlaggebend für die Wahl bedienungsloser Umformerwerke. Im allgemeinen ergeben sich beim bedienungslosen System die größten wirtschaftlichen Vorteile, wenn eine größere Zahl kleinerer Umformeranlagen jeweils an den Stellen des Verbrauchs errichtet werden (verteilte Speisung). Gleichwohl entschied man sich hier infolge der Grundbesitzverhältnisse und anderer örtlicher Faktoren zu einer weitergehenden Zusammenfassung der benötigten Maschinenleistung in größeren Unterwerken mit mehreren Einheiten, trotz der dadurch bedingten Verteuerung und weniger einfachen Bauart der selbsttätigen Unterwerke. Abb. 8 gibt einen Überblick über die Lage der Unterwerke und die Verkehrsverhältnisse des Bahnnetzes. Der Übergang von einer Spannung auf die andere kann ohne wesentliche Änderungen an der Ausrüstung vorgenommen werden. Die Unterwerke werden mit Drehstrom von 11 oder 22 kV und 50 Hz gespeist. Jeder Umformersatz besteht aus zwei Einankerumformern für 1000 kW, 750 V oder 600 V, die dauernd in Reihe geschaltet und auf einer gemeinsamen Grundplatte mit gemeinsamem Mittellager (aber getrennter Welle) zusammengebaut sind.

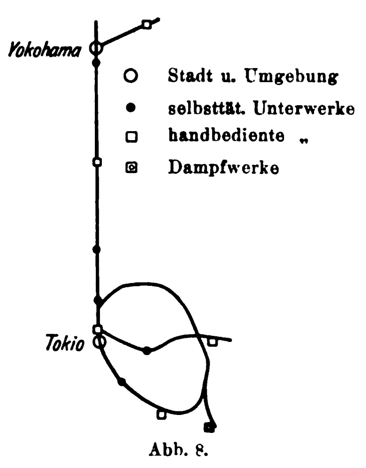


Abb. 8.

Beide Umformer werden von einem gemeinsamen Transformator mit zwei getrennten Sekundärwicklungen gespeist. Die Inbetriebsetzung eines Werkes erfolgt selbsttätig, wenn die Fahrdrahtspannung in seinem Bezirk für längere Zeit unter einen bestimmten Mindestwert sinkt. Das Anlassen und die Steuerung der Umformer sowie der Schutz derselben gegen Störungen verschiedenster Art geschieht in der in amerikanischen bedienungslosen Anlagen allgemein üblichen Weise. Das Zuschalten weiterer Einheiten mit wachsender Belastung erfolgt durch thermische Überlastungsrelais mit einer Ansprechzeit von 15 min. Die Streckenschalter sind selbststeuernd. Sie lösen nur bei Kurzschlüssen, dagegen nicht bei Überlastungen aus und schließen sich selbsttätig, sobald der Kurzschluß behoben ist. Bei Überlastungen, die durch außergewöhnliche Zusammendrängung von Zügen im Speisebezirk des Unterwerks verursacht sind, schalten die Streckenschalter nicht ab, dagegen werden durch die Maschinenschalter Lastbegrenzungswiderstände vor die Umformer geschaltet, so daß die Sammelschienenspannung herabgesetzt und dadurch die Nachbarumformerwerke stärker belastet werden — ein Verfahren, das die störungslose Bewältigung solcher außergewöhnlicher Verkehrsleistungen gestattet und dem Bahnnetz eine große Elastizität verleiht. (C. E. Valentine u. W. L. Newmeyer, El. Journ. Bd. 23, S. 513.) *Gthe.*

Die Elektrisierung russischer Eisenbahnen. — Die Zentrale Eisenbahnverwaltung hat dieser Tage dem Verkehrskommissar das Programm für die Elektrisierung der Eisenbahnen im neuen Wirtschaftsjahr 1928/29 vorgelegt. In dem Bericht wird darauf hingewiesen, daß der Plan der Elektrisierung der Eisenbahnen mit großer Verspätung durchgeführt wird, was vor allen Dingen auf die unzureichenden Kredite, die für diesen Zweck bewilligt wurden, zurückzuführen ist. Im neuen Wirtschaftsjahr soll auf der Nördlichen Eisenbahn die Elektrisierung der Strecke Moskau—Mytischtschi[1] beendet und die Hauptarbeiten auf der Strecke bis Puschkino und teilweise bis Schtscholkowo durchgeführt werden, so daß im Jahre 1929/30 der Verkehr mit elektrischen Zügen von Moskau bis Puschkino und 1930/31 auf der Zweiglinie Mytischtschi—Schtscholkowo eröffnet werden kann. Als äußerster Termin für die Elektrisierung dieser Eisenbahn ist der 1. X. 1931 vorgesehen. Für die Bauarbeiten im Jahre 1928/29 sind 3,4 Mill. Rubel erforderlich, davon 1,4 Mill. Rubel für Bestellungen im Auslande auf Ausrüstungen und Triebwagen. Über die Elektrisierung der Oranienbaum-Linie, die 20 Mill. Rubel erfordert, soll dieser Tage eine besondere Konferenz Beschluß fassen. (Zg. V. Dt. Eisenb.-Verw. Bd. 68, S. 978.)

Fernmeldetechnik.

Inter-American Committee on Electrical Communications. — Ähnlich wie in Europa ist auch in Amerika nach dem Weltkriege das Bedürfnis aufgetreten, internationale Vereinbarungen zur Förderung des elektrischen Nachrich-

[1] ETZ 1928, S. 1051.

tenverkehrs zu treffen. Die fünfte panamerikanische Konferenz, die im Jahre 1923 in Santiago (Chile) stattfand, faßte eine Entschließung, die im wesentlichen folgende Leitsätze enthielt:

1. Die internationalen Verbindungen sind dem Wesen nach öffentlicher Dienst (public utility). Sie sollen daher ebenso wie diejenigen inländischen Verbindungen, die an dem internationalen Verkehr teilhaben oder ihn beeinflussen, unter Regierungsaufsicht stehen. Die Aufsicht soll sich von dem Grundsatz des Höchstwirkungsgrades der Verbindungen leiten lassen. Der Nachrichtendienst soll jedermann ohne Unterschied zugänglich sein.

2. Unter dem Namen Inter-American Committee on Electrical Communications soll ein technischer Ausschuß zum Studium der Frage eingerichtet werden, auf welche Weise am besten die Grundsätze des ersten Paragraphen verwirklicht werden. Er soll für Einheitlichkeit in den Regeln über den Nachrichtendienst sorgen, u. zw. für Funkverbindungen, Land- und See-Telegraphenleitungen, Land- und See-Fernsprechleitungen.

Auf Grund der Entschließung trat im Jahre 1924 ein Ausschuß in Mexiko zusammen, der sich aus den Vertretern der folgenden 15 Staaten zusammensetzte: V. S. Amerika, Mexiko, Kuba, Dominikanische Republik, Guatemala, Salvador, Costarica, Nicaragua, Panama, Columbia, Brasilien, Peru, Paraguay, Uruguay und Argentinien. Gleich beim Beginn der Konferenz entstanden Meinungsverschiedenheiten darüber, ob getrennte Übereinkommen für die verschiedenen Arten des elektrischen Nachrichtendienstes oder ein gemeinsames, alle Nachrichtenmittel umfassendes Gesamtabkommen entworfen werden sollte. Ein besonders gebildeter Vermittlungsausschuß bemühte sich, die Gegensätze auszugleichen; der schließlich zustandegekommene Vertragsentwurf erschien aber den Vertretern der V. S. Amerika nicht annehmbar. Sie beteiligten sich daher nicht an der Schlußabstimmung. Die Vertreter der übrigen 14 Staaten stimmten dem Entwurf einstimmig zu. Bisher haben indessen nur wenige Staaten das Übereinkommen ratifiziert.

Das Übereinkommen bestimmt die Bildung einer „Inter-American Union of Electrical Communications" mit dem Zweck, einheitliche Regeln für den Austausch elektrisch übermittelter Nachrichten zwischen den Unterzeichnern aufzustellen. Sie schreibt vor, daß der elektrische Nachrichtendienst öffentlicher Dienst ist und der Aufsicht der Regierung untersteht. Die weiteren Vorschriften betreffen u. a.: Anwendung des Grundsatzes der Höchstleistung und aller technischen Fortschritte, baldige Verbindung der vorhandenen Landlinien untereinander, Einrichtung einer Kette von Funkstellen an den durch die Ausführungsbestimmungen festzusetzenden Orten, gleiche Zugänglichkeit des Nachrichtendienstes für jedermann, Unverletzlichkeit des Nachrichtengeheimnisses, Schaffung ausreichender Betriebsmittel, Berechtigung des Absenders, den Leitweg zu wählen, Verpflichtung des Nachrichtendienstes, die Nachrichten bei Leitungsunterbrechung ohne Zuschlaggebühr umzuleiten, Reihenfolge der Nachrichtenbeförderung, Verkehrszwang der Betriebstellen, einheitliche Zeichen und Arbeitsweisen, Gebührenfestsetzung, Abrechnung, Gebührenfreiheiten, Ermäßigungen für die Presse. Als amtliche Sprache bei den Konferenzen und bei der Zentralstelle (Art. 27 u. 27) ist Spanisch festgesetzt.

Die Ablehnungsgründe der nordamerikanischen Vertreter lassen sich im wesentlichen wie folgt zusammenfassen.

Die V. S. Amerika wünschten sich nicht einer ständigen Organisation, sondern nur den Bestimmungen des Übereinkommens zu unterwerfen. Eine solche, dem Weltpostverein ähnliche Vereinigung würde wahrscheinlich bestrebt sein, die Verstaatlichung des Nachrichtendienstes zu fördern, aber die Interessen von privaten Unternehmern von Nachrichtendiensten nicht genügend berücksichtigen. Die Politik der V. S. Amerika gehe aber davon aus, solche Unternehmungen zu fördern und sie von unangebrachter Regelung oder Einmischung seitens der Regierungen freizuhalten. Die Verpflichtung zur Herstellung von Landlinien und zur Einrichtung von Funkanlagen könne in ihrem Ausmaß nicht übersehen und daher auch nicht übernommen werden.

Das Zugeständnis an den Absender, den Leitweg für Telegramme zu bestimmen, habe die V. S. Amerika schon s. Z. davon abgehalten, dem Welttelegraphenverein beizutreten. Die Privattelegraphengesellschaften in den V. S. Amerika pflegten mit anderen Gesellschaften Verträge über den Verkehrsaustausch zu schließen und dadurch eine Beschleunigung und Verbilligung des Verkehrs zu erzielen. Damit sei das Zugeständnis eines solchen Rechts an den Absender nicht vereinbar. Die Umleitung von Telegrammen bei Leitungsunterbrechungen ohne Zuschlaggebühr würde die Übernahme zusätzlicher Leistungen und Kosten ohne Entgelt bedeuten.

Vorschriften über die Berechnung der Gebühren für Telegramme seien von den V. S. Amerika immer abgelehnt worden. Die vorgeschlagene Berechnungsweise möge für Staatsbetriebe geeignet sein, sie sei es nicht für Privatbetriebe. Solche Unternehmen müßten in der Lage sein, selbst die Tarife festzusetzen, um sich selbst zu unterhalten und ein billiges Entgelt für den Aufwand, das Risiko, die Initiative und die Arbeitsleistung der Besitzer zu erlangen.

Gegen die Festsetzung des Spanischen als amtliche Konferenzsprache wandten die Vertreter der V.S. Amerika ein, es sei vorzuziehen, daß jede Verwaltung sich ihrer eigenen Sprache bediene, denn Übersetzungen könnten nie so genau sein wie Ausführungen in der Muttersprache; auch sei es üblich, daß solche Konferenzen ihre Amtssprache selbst bestimmten, das könne nicht im voraus durch ein Abkommen wie das vorliegende geschehen.

Die ablehnende Haltung der V. S. Amerika ist vermutlich der Grund dafür, daß die Ratifikation des Abkommens durch die Regierungen bisher geringe Fortschritte gemacht hat. Es bleibt abzuwarten, ob die Inter-American Union on Electric Communications sich verwirklichen wird. (Europ. Fernspr. 1928, S. 200.) *Bkm.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Untersuchungen über Magnetisierungskurven. — Die Magnetisierungskurve gibt gewöhnlich die Abhängigkeit der Magnetisierung von der Feldstärke. Die Magnetisierung hängt wegen des entmagnetisierenden Einflusses der freien Enden von den Dimensionen des magnetisierten Körpers ab. Dieser Einfluß ist beim Ellipsoid theoretisch zu berechnen, bei zylindrischen Stäben dagegen experimentell zu bestimmen. Nach Untersuchungen von W. Schneider zeigen nun Vollzylinder, Hohlzylinder und Stäbe von quadratischem Querschnitt bei den gewöhnlich verwendeten Formen dieselben Magnetisierungskurven, wenn das Verhältnis der Länge zum Durchmesser desjenigen Kreises, der mit der Stirnfläche inhaltsgleich ist, übereinstimmt. Der Verfasser bezeichnet dieses Verhältnis als Dimensionsverhältnis β und untersucht, ob zwischen dem Dimensionsverhältnis, der Feldstärke und der Magnetisierung einfache Gesetzmäßigkeiten bestehen. Er findet, daß die Feldstärke H, die eine bestimmte Magnetisierung hervorruft, in folgender Weise vom Dimensionsverhältnis β abhängt: $H = c\,\beta^{-k}$, wobei k mit zunehmender Magnetisierung von 1,5 ... 1 abnimmt. In logarithmischem Maßstab ist also $\lg H$ linear abhängig von $\lg \beta$. Die Ermittlung zweier Magnetisierungskurven genügt also, um einen Überblick über den Verlauf der Magnetisierungskurven der gebräuchlichsten Dimensionsverhältnisse zu bekommen. Man bestimmt die Magnetisierungskurven für zwei Dimensionsverhältnisse, trägt die Feldstärke in Abhängigkeit von dem Dimensionsverhältnis auf Logarithmenpapier auf und verbindet die Punkte gleicher Magnetisierung durch gerade Linien. (W. Schneider, Z. Phys. Bd. 42, S. 883.) *Br.*

Die Neutralisation des äußeren Feldes in einer Braunschen Röhre mit äußeren Elektroden. — Bei einer Braunschen Röhre mit äußeren Elektroden wird das von diesen herrührende Feld rasch durch die Ionen und Elektronen neutralisiert, die sich auf der Glaswand ansammeln. Diese Neutralisation geht, wie L. T. Jones und A. M. Cravath finden, nach denselben Gesetzen vor sich wie die Entladung eines Kondensators C durch einen Widerstand R, für welche die Zeitkonstante $\tau = R\,C$ ist. Für die untersuchte Röhre war diese Konstante 0,002 s. Bei Anlegen einer sinusförmigen Spannung von der Amplitude V_0 ergibt sich als Strahlabweichung $D = V_0 S \cos \delta \sin (2 \pi f t + \delta)$ mit $\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{2 \pi f \tau}$, wenn f die Frequenz und S eine Konstante der Röhre ist. (L. T. Jones u. A. M. Cravath, Phys. Rev. Bd. 29, S. 871.) *Br.*

Die Einheiten für den spezifischen elektrischen Widerstand und für die elektrische Leitfähigkeit. — P. Melchior bespricht die verschiedenen Einheiten für den spezifischen Widerstand und die Leitfähigkeit, die sich teils auf das Volumen, teils auf die Masse beziehen, und gibt eine Zusammenstellung der noch heute in der Literatur gebräuchlichen Werte. Dabei beziehen sich die Angaben unter A auf den spezifischen räumlichen Widerstand, unter B auf die räumliche Leitfähigkeit, unter C auf den spezifi-

schen Widerstand der Masse, unter D auf die Leitfähigkeit der Masse. Zur Orientierung seien die Grundeinheiten des benutzten englischen Maßsystems angegeben:

1 engl. Pfund (pound, abgek. lb.) = 0,4536 kg
1 engl. Meile (mile) . . . . . = 1609 m
1 engl. Fuß (foot, abgek. ft.) . . = 0,3048 m
1 engl. Zoll (inch, abgek. in) . . = 25,4 mm
$^1/_{1000}$ Zoll (mil) . . . . = 0,0254 mm
1 circular mil, kurz auch mil . . = 0,000 506 7 mm².

1 circular mil stellt die Fläche eines Kreises von 1 mil Durchmesser dar. S bedeutet 1 Siemens = 1/Ω. Den Zusammenhang der verschiedenen elektrischen Einheiten gibt dann folgende Zahlentafel:

	Dimension der Maßeinheit	Größenverhältnis der Maßeinheit	Maßzahl allgemein	Maßzahl für Kupfer	Maßzahl für Aluminium
A	Ω . mm²/m	1	1	0,017241	0,0286
	Ω . mm²/km	0,001	1 000	17.241	28,6
	Ω . cm	10 000	0,0001	0,000001724	0,00000286
	μΩ . cm	0,01	100	1,7241	2,86
	Ω . mil/ft.	0,0016624	601,52	10,371	17,2
	μΩ . in.	0,0254	39,37	0,6788	1,125
B	S . m/mm² = m/Ω . mm²	1	1	58	35
	% Matthiessen	0,58	1,7241	100	60,3
	S . km/mm² = km/Ω . mm²	1 000	0,001	0,058	0,035
	S/cm = 1/Ω . cm	0,0001	10 000	580 000	350 000
C	Ω . g/m²	1	1	0,15328	0,0775
	lb . Ω/mile²	0,000175139	5709,7	875,19	442
D	m²/g . Ω	1	1	6,52418	12,9

(P. Melchior, Z. Techn. Phys. Bd. 8, S. 154.) *Br.*

Die magnetische Permeabilität des Eisens bei hohen Frequenzen. — Wwedensky und Theodortschik[1] hatten für gewisse hohe Frequenzen abnorm hohe Werte der Permeabilität von Eisen, Stahl und Nickel gefunden und diese als Resonanzerscheinungen angesprochen. Das ausgeprägteste dieser Maxima lag bei einer Wellenlänge von etwa 100 m. Die Versuche sind von G. R. Wait einer Nachprüfung unterzogen worden, wobei der Verfasser die erwähnten Anomalien nicht auffinden konnte. Die benutzten Methoden, Resonanzmethode und Heterodynemethode, die beide im Prinzip die Änderung der Selbstinduktion einer Spule durch eingeführte Eisenkerne messen, wurden bei dieser Gelegenheit einer genauen Diskussion in bezug auf die möglichen Fehlerquellen unterzogen. (G. R. Wait, Phys. Rev. Bd. 29, S. 566.) *Br.*

Das Grundgesetz der physikalischen Wirkungen von Röntgenstrahlen verschiedener Wellenlänge. — Nach R. Glocker besteht für die Wellenlängenabhängigkeit der Röntgenstrahlenwirkung in den verschiedensten Fällen dasselbe einfache Gesetz, dessen Gültigkeit für die Ionisation in Luft, für die photographische Schwärzung, für die Erregung von optischem Fluoreszenzlicht bei Leuchtstoffen, für die Widerstandsänderung von Selenzellen und für die Leitfähigkeitsänderung von bestrahlten festen Dielektriken nachgewiesen wird. In allen Fällen ist nur der in Photo- und Comptonelektronen-Energie verwandelte Bruchteil der auffallenden Röntgenenergie maßgebend. Das Gesetz läßt sich auf die Form bringen

$$\frac{\text{Wirkung}}{\text{Elektronenumsatz} \times \text{Röntgenstrahlenintens.}} = \text{konst. (in bezug auf die Wellenlänge).}$$

Unter Elektronenumsatz γ ist dabei der in Energie bewegter Elektronen (Photo- und Comptonelektronen) verwandelte Anteil der auffallenden Röntgenstrahlenintensität zu verstehen. Für diesen Elektronenumsatz gilt die Beziehung

$$\gamma = 1 - e^{-(a\mu + \sigma_y) D},$$

wobei μ der Absorptionskoeffizient, a die Photoelektronenausbeute, σ_y der Rückstoßkoeffizient und D die Dicke der wirksamen Schicht ist. Das Gesetz erlaubt es also, aus den geometrischen Dimensionen des bestrahlten Stoffes und aus seiner chemischen Zusammensetzung mit Hilfe dreier physikalischer Materialkonstanten (μ, a und σ_y) die Abhängigkeit des Effekts von der Wellenlänge der Strahlung im voraus anzugeben. (R. Glocker, Z. Phys. Bd. 43, S. 827.) *Br.*

Hochspannungstechnik.

Untersuchungen an Stromwandlern mit dem Kathodenoszillographen. — Um an der weiteren Erforschung der Schwingungs- und Ausgleichvorgänge in Hochspannungsanlagen teilnehmen zu können, hat der Schweiz. Elektrot. Verein einen Kathodenstrahl-Oszillographen nach Dufour beschafft[1], der indessen einem Umbau unterzogen wurde, um von der Beschränkung auf willkürlich ausgelöste Schwingungen frei zu sein und um die Kurven in rechtwinkligen Koordinaten zu erhalten. Die erste Forschungsarbeit mit dem neuen Gerät führte K. Berger durch; Zweck der Untersuchung war die Klärung der bei Gewittern an Stromwandlern häufig zu beobachtenden Störungen durch Sprungwellen und Resonanzen, wobei letztere wieder durch reflektierte und wiederkehrende Sprungwellen hervorgerufen werden.

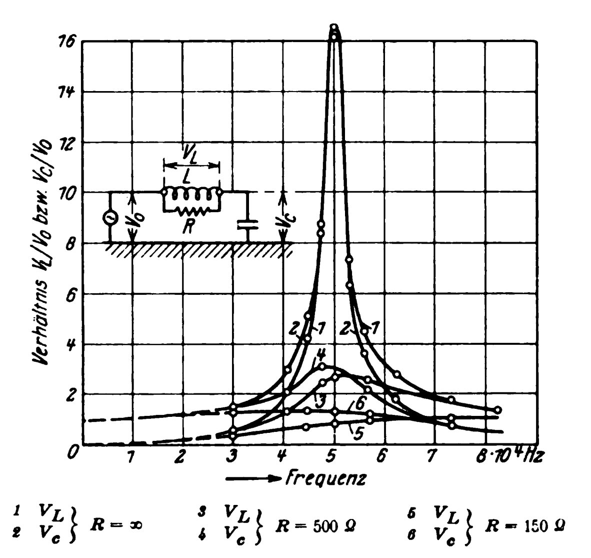


Abb. 9. Resonanzkurven eines Stromwandlers mit einer rd. 100 m Kabel entsprechenden Serienkapazität, Eigenfrequenz 50 kHz.

Bei den Versuchen wurden nicht überbrückte Wandler mit einer die Stelle der Leitungen vertretenden Kapazität in Reihe geschaltet (vgl. Abb. 9) und mit hochfrequenz beschickt. Die auftretenden Überspannungen wurden mit dem Oszillographen, die Frequenzen mit Hilfe von Wellenmessern ermittelt. Ein bestimmtes Frequenzgebiet, das je nach Art und Länge der Wandler-Primärwicklung zwischen 5 und 100 kHz liegt, bringt die größte Überspannungsgefährdung. Bei größer werdender Frequenz wird die Überspannung wieder geringer und sinkt auf Null bei einer „Grenzfrequenz", oberhalb deren der bis dahin als Drossel wirkende Wandler sich (infolge seiner Windungskapazität) als Kapazität verhält. Bei der Grenzfrequenz, die bei verschiedenen Wandlern zu 20 ... 1400 kHz festgestellt wurde, herrscht Stromresonanz in dem aus Induktivität und Eigenkapazität des Wandlers bestehenden Parallelkreis. Da es Wandlerbauarten gibt, die sich bereits bei 20 kHz in Stromresonanz befinden, ist bei ihrer Behandlung landläufig als Drossel Vorsicht geboten.

Die Schutzwiderstände müssen einmal im Hinblick auf den Übersetzungsfehler und Fehlwinkel, dann auf die Herabsetzung von Resonanz- und Sprungwellen-Überspannungen betrachtet werden. Zahlreiche Versuche mit Frequenzen bis zu 300 kHz an besonders induktionsarmen Widerständen und an Silit wurden durchgeführt und zeigten, daß die Resonanzüberspannungen an den Wandlerklemmen bei hohen Frequenzen bedeutend, bei niederen wenig gemildert werden. Die Spannungsreduktion läßt sich bis zur Grenzfrequenz auch durch Rechnung hinreichend genau finden. — Als Beispiel zeigt Abb. 9 die Resonanzkurven eines Ölstromwandlers für 24 kV mit folgenden Kurzschlußwerten: Nennlast 16 ... 20 VA, 3,375 V und 15 A, cos φ = 0,555, Leistung 50,6 VA bzw. 28 W bei der Frequenz 50 Hz. Abb. 9 gilt für volle Resonanzlage und gibt die Überspannungen für verschieden große Parallelwiderstände. Für die Spannungsreduktion durch den Parallelwiderstand bei Sprungwellen erscheint eine Herabsetzung der Spannung am Wandler auf höchstens $^1/_{10}$ der Überschlagspannung der Leitung angebracht; die zugehörigen Widerstandswerte werden in Übereinstimmung mit Petersen zu rd. 3 Ω für Kabel und etwa 26 Ω für Freileitungen gefunden. Im allgemeinen ist aus den angestellten Messungen ein sicherer Entscheid über die Schutzwirkung noch nicht möglich.

Die als Parallelwiderstände hauptsächlich verwendeten Silitstäbe und -ringe wurden einer besonderen Prüfung mittels Kathodenoszillograph unterzogen, aus der

[1] ETZ 1922, S. 93.

[1] Bull. SEV Bd. 18, S. 649.

hervorging, daß Silit als ein Stoff mit größeren Inhomogenitäten zu gelten hat, die den Widerstand z. B. von vorhergehenden Belastungen abhängig machen; eine Frequenzabhängigkeit des Widerstandes war nicht feststellbar. Um die Beanspruchung der Stäbe bei Belastungsstößen festzustellen, berechnet der Verfasser die bei verschiedenen Erdschlußfällen in den Wanderwellen enthaltene Energie und ahmt diese Belastungen im Laboratorium mit einer Belastungszeit von $^1/_{50}$ s nach. Hierbei erwies sich nun die praktische Belastbarkeit der Widerstände viel geringer, als nach der Wärmerechnung zu erwarten war. Die Grenze für eine ohne Feuererscheinung verlaufende Belastung liegt für Silitringe bei 0,1 kWs, für Stäbe bei 0,3 kWs; die im Erdschlußfall aufzunehmenden Belastungen sind aber 10-...1000mal größer. Die Widerstände von Silitstäben gleichen Nennwertes erwiesen sich außerdem als recht verschieden, u. zw. spielen die Klemmenbefestigung und, wie schon gesagt, vorangegangene Belastungen hierbei eine große Rolle. Der Verfasser glaubt nach alldem, daß Silit nur in kleineren Netzen bis höchstens 15 kV brauchbar ist und daß vielleicht Edelgasröhren einen verbesserten Betrieb gewähren könnten.

In einem Anhang wird schließlich noch ein experimenteller Beitrag zum Spulenproblem für Stromwandler geliefert. Mit dem Oszillographen wurden Messungen über die Wandlerimpedanz abhängig von der Frequenz sowie über die Schwingfähigkeit vorgenommen, wobei letztere durch das Verhältnis der auftretenden Resonanzspannung zur anregenden Spannung bezeichnet wird[1] (vgl. auch Abb. 9). Die Ergebnisse dieser Untersuchung, die sich hier nicht summarisch wiedergeben lassen, werden u. a. in zehn Kurventafeln mitgeteilt. (K. Berger, Bull. SEV Bd. 18, S. 657.) *Wi.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Entaschung von Kohlenstaubkesseln. — Die ungünstigen Erfahrungen, welche in dem Huntley-Kraftwerk der Buffalo Electric Co. mit der Entaschung der im Jahre 1926 bei der Erweiterung des Werkes erstmalig installierten Kohlenstaubkessel (von je 1070 m² Heizfläche) gemacht wurden, veranlaßten die Betriebsleitung, für die 1927 eingebauten drei Kohlenstaubkessel eine andere, wirtschaftlich und betriebstechnisch günstigere Entaschungsmethode vorzusehen. Die Entaschung der zuerst installierten Kohlenstaubkessel erfolgte derart, daß die anfallende Asche, welche sich infolge der außerordentlich hohen Temperaturen im Feuerraum (Wärmeisolation durch die feuerfeste Auskleidung der Wände, Fortfall der Kühlrohre am Aschentrichterboden) in flüssigem Zustand sammelte, jeden Abend bei Außerbetriebsetzung des Kessels auf den Boden des Aschenkellers abgelassen, mit Wasser abgelöscht und am folgenden Tage durch Spitzhacke und Schaufel entfernt wurde. Um die hohen Betriebskosten dieses Entaschungssystems sowie eine Beschädigung des Aschenkeller-Fußbodens durch die flüssige Aschenlava zu vermeiden, wurde für die neu zu installierenden Kessel zunächst eine direkte Entaschung in feuerfest ausgekleidete Loren vorgeschlagen; es wurde jedoch hiervon Abstand genommen, da die Konstruktion der Feuerräume der neuen Kesseleinheiten ein Einfahren von Loren in den Aschenkeller unter die Aschentrichterverschlüsse nicht ermöglichte und zudem dieses — bei Hochöfen vielfach gebräuchliche — Entaschungsverfahren im Kraftwerksbetrieb für zu gefährlich gehalten wurde. Hingegen ergaben Versuche, die flüssige Asche eines der bereits installierten Kohlenstaubkessel unmittelbar in wassergefüllte Betonwagen zu entleeren, ein günstiges Resultat, da hierbei weder eine Explosion noch ein übermäßig starkes Aufschäumen des Wassers erfolgte. Bei einem weiteren Versuch wurde die Asche in einen unter dem Aschentrichterverschluß angeordneten 2,4 m langen, 30 cm breiten Kanal geleitet und durch zwei oberhalb dieses Kanals vorgesehene Druckwasserdüsen in einen Aschenwagen fortgespült. Die Schlacken wurden hierbei infolge der mechanischen Kraft der Wasserstrahlen und der plötzlichen Abkühlung stark zerkleinert. Auf Grund dieser Ergebnisse schritt man zum Bau einer Versuchsanlage (geliefert von der Allen-Sherman-Hoff Co.), bei welcher die von dem Aschentrichter direkt in einen gußeisernen Kasten fließende Asche durch drei dicht nebeneinander angeordnete Druckwasserdüsen abgekühlt und von hier aus durch zwei weitere Treibdüsen (Druck bei Vollast rd. 10 atü) in einen abgedeckten horizontalen gußeisernen Kanal von etwa 3 m Länge gespült wurde. Am Ende dieses Kanals wurde die Schlacke gegen eine vertikal angeordnete Prallplatte geschleudert, von wo sie in feinkörnigem Zustand in einen vertikalen Kanal fiel und in einer an der Längsseite des Kesselhauses verlaufenden Rinne zu einem (provisorischen) Aschenbecken gespült wurde. Auf Grund dieser günstigen Versuchsergebnisse entschloß man sich zur Wahl dieses Entaschungssystems. Die Fortschaffung des Aschenwassergemisches erfolgt mittels einer elektrisch angetriebenen Pumpe von 3,6 m³ stündlicher Leistung und einer 15 cm starken gußeisernen Rohrleitung bis zu dem 300 m von den Kesseln entfernten Absitzbecken. Die Entaschung der drei Kessel erfordert zwei Leute bei einer täglichen Arbeitszeit von 1 bis 3 h. Die in den Kohlenstaubkesseln verfeuerte (getrocknete) Kohle besitzt 52 % feste Bestandteile, 34 % flüchtige Bestandteile, 12 % Asche und 2 % Schwefel. Schmelzpunkt der Asche 1065°. (D. H. Scranton, Power Bd. 67, S. 754.) *Wa.*

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 827.

Die Photographie im Kraftwerksbetrieb. — Für den wirtschaftlichen Betrieb größerer Dampfkraftanlagen spielt die sorgfältige Überwachung insbesondere solcher Anlageteile, welche entsprechend ihren Arbeitsbedingungen leicht Abnutzungen und Beschädigungen durch mechanische, thermische oder chemische Einflüsse ausgesetzt sind, eine wesentliche Rolle. In der Erkenntnis, daß sich auf diesem Gebiet der objektiven bildlichen Darstellung ein vielseitiges Betätigungsfeld bietet, hat die Southern California Edison Co. bei ihrem Long Beach-Kraftwerk neuerdings die Photographie in ihren Dienst gestellt. So wird zur Überwachung der Feuerungsanlage in gewissen Zeitabständen von deren Inbetriebnahme an der Zustand der einzelnen Verbrennungskammern durch eine Reihe von Aufnahmen (je 6) festgehalten. An Hand dieser Photographien sowie der entsprechenden Betriebsangaben — Anzahl der Betriebstunden, Feuerungsart (in Long Beach findet neben Öl auch Naturgas als Brennstoff Verwendung), Nummer des Kessels, Datum der Aufnahme usw. — können die Wirkungen betriebsmäßiger Einflüsse auf die Anlage (Beschädigungen der Feuerungswände, Decken u. dgl.) einwandfrei festgestellt werden. Mit Vorteil läßt sich die Photographie ferner beispielsweise zur Feststellung von Kesselsteinablagerungen bei Verdampfern sowie der Abnutzung und Formveränderung gewisser Teile der Maschinenanlage (Schaufeln des Turbinenrotors, Dichtungsringe von Pumpen usw.) verwenden. Auf Grund derartiger objektiver Unterlagen ist die Werkbetriebsführung leicht in der Lage, wertvolle Rückschlüsse auf die praktische Brauchbarkeit bestimmter Anlageteile — namentlich durch Vergleich von Erzeugnissen verschiedener Firmen — zu ziehen und entsprechende Verbesserungen vorzunehmen. Letzten Endes kommen diese Erfahrungen ja auch den Fabrikanten selbst zugute. Die Aufnahmen der Verbrennungskammern erfolgten mit normaler Kamera (Postkartenformat). Da mit Blitzlicht die Einzelheiten nicht genügend heraustraten, wählte man als künstliche Beleuchtung zwei gasgefüllte 200 W-Lampen mit Reflektor; die Belichtungszeit jeder Aufnahme betrug 15 min bei Blende 32. (C. L. Forbes, Power Bd. 67, S. 517.) *Wa.*

Verschiedenes.

Neue Normblätter des DNA. — Bauwesen: DIN 1986 (Ausgabe 1928) Bau und Betrieb von Grundstücksentwässerungsanlagen, Technische Vorschriften. — 1990 Gütevorschriften für Holzhäuser.

Bergbau: DIN BERG 550 Blatt 1, Förderwagen, Inhalt 750 l, Zusammenstellung und Hauptabmessungen. — BERG 550 Blatt 2, Förderwagen, Inhalt 750 l, Stückliste. — BERG 551 Blatt 1, Förderwagen, Inhalt 875 l, Zusammenstellung und Hauptabmessungen. — BERG 551 Blatt 2, Förderwagen, Inhalt 875 l, Zusammenstellung und Hauptabmessungen. — BERG 552 Blatt 1, Förderwagen, Inhalt 1000 l, Zusammenstellung und Hauptabmessungen. — BERG 552 Blatt 2, Förderwagen, Inhalt 1000 l, Stückliste. — BERG 553 Förderwagen, Untergestell und Kasten, Konstruktionsblatt. — BERG 554 Förderwagen, Rad mit Laufkranzdurchmesser 350 mm. — BERG 555 Förderwagen, Rad mit Laufkranzdurchmesser 375 mm. — BERG 556 Förderwagen, Rad mit Laufkranzdurchmesser 400 mm. — BERG 557 Förderwagen, Versteifungsbügel, Mitnehmersteg. — BERG 558 Förderwagen, Achsen, Splintkeil. — BERG 559 Förderwagen, Puffer. — BERG 560 Förderwagen, Mitnehmergabeln. — BERG 1250 Drahtseile für Bergwerksbetrieb, für Bremsen, Haspel und ähnliche Zwecke.

Stoffe: DIN 1662 (früher DIN Vornorm KrG 601) Nickel- und Chromnickelstähle für den Kraftfahrbau und Luftfahrbau.



Elektrotechnik: DIN VDE 1521 Rundfunkgerät, Klinkenstecker.

Kraftfahrbau: DIN KrG 410 Schlauchventil-Gewinde (nur für Schlauchventilkörper nach DIN KrW 126 und 127). — KrK 113 Sechskantmuttern, Metrisches und Metrisches Feingewinde 3. — KrK 117 Kronenmuttern, Metrisches und Metrisches Feingewinde 3. — KrK 654 Zischhähne, Winkelform. — KrM 110 Ventile mit Kegelwinkel 90°. — KrW 126 Schlauchventile, gerade Form, Anschlußmaße. — KrW 127 Schlauchventile, winklige Form, Anschlußmaße. — KrW 252 Bremsbeläge, Querschnitte.

Laboratoriumsgeräte: DIN DENOG 31 Liebigkühler. — DENOG 32 Kugelkühler. — DENOG 33 Schlangenkühler. — DENOG 34 Städelerkühler.

Luftfahrt: DIN Vornorm L 22 Gewichtsübersicht für Flugzeuge.

Armaturen: DIN 3400 Kennzeichen für Armaturen.

Bibliothekswesen: DIN 1501 Zeitschriften, Ordnungsleiste auf der ersten Umschlagseite. — Vornorm 1502 Zitiertitel, Grundsätze für das Zitieren wissenschaftlicher Zeitschriften.

Rohrleitungen: DIN 2546 Stahlgußflansche für Nenndruck 64, Betriebsdrücke: W 64, G 50, H 40, Konstruktionsblatt. — 2547 Stahlgußflansche für Nenndruck 100, Betriebsdrücke: W 100, G 80, H 64, Konstruktionsblatt. — 2568 Runde Gewindeflansche für Nenndruck 64, Betriebsdrücke: W 64, G 50, H 40. — 2569 Runde Gewindeflansche für Nenndruck 100, Betriebsdrücke: W 100, G 80, H 64.

Technische Grundnormen: DIN 383 Treibkeile, Einlegekeile, Nasenkeile, für schwach beanspruchte Transmissionsteile (Zwergkeile).

Werkzeuge: DIN 5201 Flachspitz-Feilen (Dutzend-Feilen). — 5202 Dreikant-Feilen (Dutzend-Feilen). — 5203 Vierkant-Feilen (Dutzend-Feilen). — 5204 Flachstumpf-Feilen (Dutzend-Feilen). — 5205 Halbrund-Feilen (Dutzend-Feilen). — 5206 Rund-Feilen (Dutzend-Feilen). 5207 Schwert-Feilen (Dutzend-Feilen). — 5210 Messer-Feilen (Dutzend-Feilen). — 5211 Mühlsägefeilen. — 5212 Brettsägefeilen. — 5213 Dreikant-Sägefeilen. — 5214 Dreikant-Sägefeilen, dünn. — 5215 Dreikant-Bandsägefeilen. — 5216 Handfeilen. — 5218 Schwere Flachstumpf-Feilen (Gewicht-Feilen). — 5219 Schwere Halbrund-Feilen (Gewicht-Feilen). — 5220 Schwere Dreikant-Feilen (Gewicht-Feilen). — 5221 Schwere Vierkant-Feilen (Gewicht-Feilen). — 5222 Schwere Rund-Feilen (Gewicht-Feilen). — 5223 Flachspitz-Packfeilen. — 5224 Halbrund-Packfeilen. — 5225 Halbrund-Kabinettfeilen.

Reichsausschuß für Lieferbedingungen (RAL): DIN RAL 932/1 Siegellack, Lieferbedingungen und Prüfverfahren.

Textilmaschinen: DIN TEX 3100 Durchmesser der Wellen und Bolzen für Webstühle. — TEX 4102 Stahlnadeln für Wollkämmerei- und Kammgarnvorspinnerei-Maschinen. — TEX 4504 Schußwächtergitter für Seidenwebstühle. — TEX 4602 Geschirrstäbe. — TEX 4604 Jacquard-Gewichte.

Reichsunfallverhütungswoche 1929. — Vom 20. bis 26. I. 1929 veranstaltet der Verband der Deutschen Berufsgenossenschaften eine Reichsunfallverhütungswoche (Ruwo), um die noch immer viel zu zahlreichen Unfälle auf allen Gebieten wirkungsvoll zu bekämpfen. Das sehr begrüßenswerte Unternehmen wird von der Arbeitsgemeinschaft für Unfallverhütung, der unter zahlreichen Verbänden auch der VDE und der ZV angehören, tatkräftig unterstützt werden, und auch der Reichsausschuß für hygienische Volksbelehrung, der 1926 eine Reichsgesundheitswoche veranstaltete, hat seine Mitarbeit und seine Erfahrungen in den Dienst der Sache gestellt. Mithin ist zu erwarten, daß diese großzügige Aufklärungsaktion in die breitesten Kreise dringen und bei der Konzentration der Aufklärung auf ein eng umgrenztes Gebiet sowie bei der allgemein anerkannten unbedingten Notwendigkeit einer entsprechenden Belehrung tatsächlich praktische und nachweisbare Erfolge erzielen wird. Neben intensiver Förderung durch die Presse, den Rundfunk und die Kinos ist die Veranstaltung öffentlicher Vorträge mit Filmen und Lichtbildern geplant. Für die Beschaffung des nötigen Materials hat der Bildspielbund deutscher Städte, Berlin NW, Bochumer Str. 8, seine Mitwirkung zugesagt. Auch in den Schulen soll eine intensive Aufklärungsarbeit einsetzen, besonderer Wert wird aber auf die Aufklärung der Arbeiterschaft in den Betrieben gelegt, wobei nach Möglichkeit besondere Vorträge für die verschiedenen Fachgruppen, ferner auch für Ingenieure, Betriebsräte, Werkmeister, Angestellte und Arbeiter ausgearbeitet werden sollen. Um schließlich — einer der Hauptzwecke der Ruwo — nachhaltig wirkendes Propaganda- und Lehrmaterial in die Hände der werktätigen Bevölkerung, vor allem auch der Jugend, zu bringen, haben die Berufsgenossenschaften zwei Unfallverhütungskalender 1929 und eine Broschüre „Augen auf!" herausgegeben. Das Organisationsbureau der Ruwo, für dessen Leitung Dr. Thomalla gewonnen worden ist, wird von September an in laufend erscheinenden „Ruwo-Nachrichten" allgemeine und spezielle Vorschläge zur Durchführung des Unternehmens veröffentlichen.

Die Unfallverhütungsbild G. m. b. H., Berlin W 9, Köthener Str. 37, hat einen Nachtrag zur 4. Ausgabe ihres Bildverzeichnisses erscheinen lassen, in dem Bild 250 auf den Schutz vor unbefugtem Einschalten des Stromes bei Leitungsreparaturen hinweist. Der Nachtrag kostet 25 Pf.

Energiewirtschaft.

38. Hauptversammlung des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes zu Dresden vom 13. bis 16. VI.[1]. — Die interessanten Ausführungen von Ministerialrat Sorger über die Wasserwirtschaft in Sachsen mit besonderer Berücksichtigung des Hochwasserschutzes, welche teilweise auch in die Gebiete der Kraftnutzung und der Wasserversorgung hereinreicht, ebenso wie der besonders die Wasserversorgung behandelnde Vortrag Professor Heisers können hier, als über den engeren Rahmen unseres Fachgebietes hinausfallend, nur angedeutet werden. Die Bedeutung des Hochwasserschutzes durch geregelte Wasserwirtschaft zeigt, daß an den sächsischen Flüssen derzeit 115 Wassermeßstellen eingebaut sind, wovon 102 selbstschreibend sind. Es gilt vor allem entsprechenden Schutzraum hinter den Talsperren ständig bereitzuhalten und bei den gleichzeitig auch zu anderen Zwecken (Kraftnutzung oder Wasserversorgung) dienenden Talsperren durch den Betriebsplan solche Schutzräume zu sichern, so daß Hochwasserspitzen (welche in ihren höchsten Ausmaßen stets nur von sehr kurzer Dauer sind) aufgefangen, erniedrigt und vergleichmäßigt zum Abfluß gebracht werden können.

Die Abb. 1 zeigt die im Freistaat Sachsen vorhandenen, dem Hochwasserschutz teils ausschließlich, teils in Verbindung mit anderen Zwecken dienenden Talsperren, so durch Abgabe von Zuschußwasser im Interesse der zahlreichen Triebwerke und zur Trinkwasserabgabe. Die sächsische Wasserbauverwaltung hat derzeit vier weitere Sperren im Bau: Weiterswiese, Koberbach-Crimmitschau, Lehnmühle, eine Bruchsteinmauersperre für 20 Mill. m³ Inhalt, die die Trinkwasserversorgung von Groß-Dresden unter gleichzeitiger Kraftgewinnung unterstützen soll, endlich die Talsperre in der Zschopau bei Kriebstein, die Kraftnutzung mit dem Hochwasserschutz verbindet. Bei letzterer Sperre kann aus wirtschaftlichen Gründen kein erheblicher Hochwasserschutzraum freigehalten werden; der Hochwasserschutz erfolgt hier in Verbindung mit einem sorgfältigen Hochwassermeldedienst aus dem Einzugsgebiet derart, daß neben dem gleichbleibenden Abfluß durch das Talsperrenkraftwerk Kriebstein, das mit 20 m Gefälle für eine benachbarte Industrie pachtweise 25 Mill kWh jährl. liefert, durch Öffnen der Grundablässe und der Leerlaufschieber der Turbinenleitungen zunächst eine Absenkung des Sperreninhalts herbeigeführt wird, so daß die auftreffende Hochwasserspitze einen bereitgestellten ausreichenden Schutzraum vorfindet, um vergleichmäßigt über den Überfall mit einer Verringerung von etwa 200 m³/s gegenüber dem freien Abfluß ablaufen zu können. Eine Anzahl weiterer Sperrenanlagen und auf Grund der vorjährigen Hochwasserkatastrophe ein weitergehender Schutz von Hochwasserflüssen sind geplant.

Die Bedeutung der Wasserwirtschaft für die Wasserversorgung des Staates Sachsen geht daraus hervor, daß im Jahre 1925 an der öffentlichen Wasserversorgung 57 % der Bevölkerung beteiligt waren; die Schwierigkeiten der Beschaffung der nötigen Menge einwandfreien Wassers ergeben sich aus der dichten Besiedelung von 320 Menschen/km² gegenüber den hydrographischen nicht allzugünstigen Verhältnissen.

Die zwischen einzelnen Trinkwassertalsperren und den Versorgungsgebieten vorhandenen erheblichen Gefälle lassen die gleichzeitige Kraftgewinnung wirtschaftlich erscheinen. Abb. 2 zeigt die bereits ausgeführte und noch geplante Verbindung zwischen Wasserversorgung und Kraftnutzung, welche im vollen Ausbau bei einem

[1] Vgl. Wasserkr. u. Wasserwirtsch. 1928, Heft 12 (Sonderheft Hauptversammlung Dresden 1928). Zu beziehen zum Preis von 3,50 RM von R. Pflaum Druckerei u. Verlags-A.G., München. Diesem sind die beiden Abbildungen entnommen.



Gesamtgefälle von 300 m rd. 2200 kW leistet für eine Jahresarbeit von etwa 20 Mill. kWh und neben der Entschädigung für abzulösende Triebwerke noch Arbeitsgewinn ließe. Hinter die Kraftanlagen werden Reinigungs- und Filteranlagen geschaltet, so daß das ohnehin ohne Verunreinigung aus den Turbinen kommende Wasser keinerlei Bedenken hygienischer Art veranlassen kann. Diese Trinkwasser-Kraftwerke müssen mit Rücksicht auf besten Wirkungsgrad möglichst gleichbelastet durchlaufen, so daß sie den Grundbedarf an Trinkwasser liefern, wogegen die vorhandenen Grundwasserwerke zur Deckung des wechselnden Wasserbedarfes (ähnlich wie

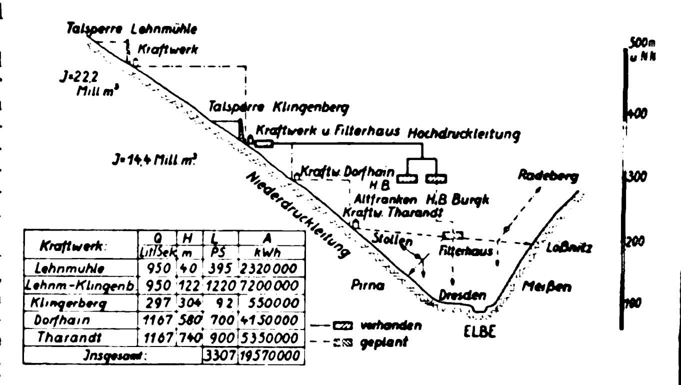


Abb. 9. Die Talsperren und staatlichen Wasserkraftanlagen im Freistaat Sachsen.

Spitzenkraftwerke) heranzuziehen sind. In diese gleichzeitige Nutzung für Kraft und Trinkwasser ist derzeit schon das Kraftwerk Klingenberg einbezogen, und das bereits bestehende Kraftwerk Tharandt bei Dresden wird noch eingegliedert werden.

Regierungsbaurat Rudolph schilderte eingehend die Wasserwirtschaft Sachsens vom Standpunkt der Wasserkraftgewinnung aus. Außer den schon erwähnten, mehreren Zwecken gleichzeitig dienenden Anlagen hat der Sächsische Staat in neuerer Zeit, insbesondere vom Standpunkt der Arbeitsbeschaffung für Erwerbslose geleitet, vier staatliche Wasserkraftwerke errichtet, welche zusammen mit dem Kraftwerk Tharandt eine Jahresarbeit von 44 Mill. kWh in das Netz der A. G. Sächsische Werke liefern können[2]. Die günstige Verteilung dieser aus Abb. 1 ersichtlichen Anlagen gestattet es, bei Niederwasser als Phasenschieber mit einer gesamten Scheinleistung von 14 750 kVA zu arbeiten. Die Wasserkraftanlage Aue am Schwarzwasser ist bei 14,5 m Gefälle auf 11 m³/s, die Anlage Waldenburg, eine ausgesprochene Niederdruckanlage mit 4,72 m Gefälle, auf 30 m³/s bei 17,8 m³/s im Jahresmittel ausgebaut. Letztere besitzt zwei vertikale Kaplan-Turbinen von 1020 PS bei 150 U/min bzw. 522 PS bei 240 U/min mit verstellbaren Laufradschaufeln zur bestmöglichsten Ausnutzung schwankender Wassermenge. Die Anlage Klosterbuch an der Freiberger Mulde verarbeitet bei 3,96 m Gefälle maximal 40 m³/s und ist ebenfalls auf das knapp Doppelte des Jahresmittelwassers ausgebaut. Hier sind gleichfalls zwei vertikale Kaplan-Turbinen von 1180 PS bei 125 U/min bzw. 506 PS bei 187 U/min installiert. Die Anlage Wurzen an der vereinigten Mulde liegt in einem Hochwasserentlastungskanal, der dem Schutz weiter fruchtbarer Auen vor den jährlich mehrfachen Überschwemmungen dient, und vermag 104 m³/s bei 6,3 m Gefälle zu verarbeiten, d. i. ungefähr das Doppelte des Jahresmittelwassers. Dieses Kraftwerk ist mit zwei vertikalen Kaplan-Turbinen von 2960 PS bei 150 U/min bzw. 1375 PS bei 214 U/min sowie mit einer die Grundbelastung liefernden Propellerturbine von 2820 PS bei 150 U/min ausgebaut. Als bedeutendste wasserwirtschaftliche Unternehmung wurde das Pumpspeicherwerk Niederwartha zur Einführung für die sich anschließende Besichtigung der Baustellen vom Vortragenden näher beschrieben. Vgl. hierüber das eingangs genannte Sonderheft S. 179 und ETZ 1927, S. 945.

In einem letzten Vortrag führte Professor Heiser in den Ausbau der Moldau-Elbestrecke und in die im Bau befindliche Stau- und Schleusenanlage mit Kraftanlage in der Elbe bei Schreckenstein. Das Stauwerk quer über den Fluß wird einerseits durch die Schiffsschleusenanlage, anderseits durch ein Krafthaus für drei vertikale Kaplan-Turbinen von je etwa 8500 PS Leistung entsprechend 100 m³/s Wassermenge bei 7,2 m Gefälle begrenzt. Die Tagung, an die sich auch noch Besichtigungsfahrten zum Dampfgroßkraftwerk Böhlen bei Leipzig,



Kraftwerk:	Q Lit/Sek	H m	L PS	A kWh
Lehnmuhle	950	40	395	2320000
Lehnm-Klingenb	950	122	1220	7200000
Klingerberg	297	304	92	550000
Dorfhain	1167	580	700	4150000
Tharandt	1167	740	900	5350000
Insgesamt:			3307	19570000

Abb. 10. Verbindung zwischen Wasserversorgung und Kraftnutzung. Die künftige Verteilung des Talsperrenwassers.

sowie nach Meißen und in das Gebiet der vorjährigen Hochwasserkatastrophen im Sächsischen Erzgebirge schlossen, hat durch das Kennenlernen der sächsischen Wasserwirtschaft einen umfassenden Einblick nicht nur in das im Staate Sachsen und von diesem Geleistete, sondern auch allgemein in die wichtigen Ziele und in die Tätigkeit des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes vermittelt.

[2] S. auch Wissmann u. Frensdorff, Die neuen Wasserkraftanlagen des Sächsischen Staates. Elektrizitätswirtsch. 1928, Nr. 450, S. 34.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Betrifft: Fachbericht-Sonderheft der VDE-Jahresversammlung Berlin 1928.

Wir machen auf die Beilage in Heft 38/1928 aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des Fachbericht-Sonderheftes enthält. Der Inhalt der Fachberichte ist besonders wertvoll und aktuell. Die Preise, die erheblich niedriger als im Vorjahre liegen, sind:

geheftet:	RM 4,—	f. Mitglieder des VDE	RM 7,— f. Nichtmitglieder des VDE.
gebunden:	„ 5,—		„ 8,—

Bei größeren Bestellungen wird Preisermäßigung gewährt. B e s t e l l u n g e n e r b i t t e n w i r u m g e h e n d; der Versand erfolgt sofort nach Erscheinen des Heftes.

Bericht über die XXXIII. Jahresversammlung am 18. und 19. Juni 1928 in Kroll's Festsälen zu Berlin.

1. Verbandsversammlung
am
Montag, dem 18. Juni 1928, 9 Uhr vorm.

Den Vorsitz führte Herr Generaldirektor K r o n e, Dortmund.

Vorsitzender: Meine sehr verehrten Herren: Gestatten Sie mir, daß ich die XXXIII. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker hiermit eröffne und Sie alle herzlichst willkommen heiße. — Wiederum sind die Elektrotechniker Deutschlands aus allen Gauen unseres Vaterlandes zusammengekommen, diesmal nur zu einer reinen Arbeitstagung, um die seit der letzten Jahresversammlung weitergeführten Arbeiten unseres Verbandes zum Abschluß zu bringen oder ihre weitere Entwicklung zu fördern; um sich durch das lebendige Wort in die Gedankenarbeit anerkannter Fachgenossen einführen zu lassen und in gegenseitigem Meinungsaustausch die wissenschaftlichen und freundschaftlichen Beziehungen untereinander zu festigen und zu erweitern.

Uns allen gereicht es zu hoher Ehre, daß sich das Interesse für das Arbeitsgebiet und die wichtigen Aufgaben unseres Verbandes durch die Anwesenheit so vieler Gäste kundgibt. Ich begrüße mit besonderer Freude die Herren Vertreter der Reichs- und Staatsbehörden, der deutschen Hochschulen und sonstiger technischer Institute, der deutschen Reichsbahnverwaltung sowie die Herren Vertreter der uns befreundeten Vereine und Verbände. Ich begrüße die Herren Fachgenossen aus dem Auslande, insbesondere unsere Volksgenossen aus Deutsch-Österreich, wie unsere Freunde aus Holland, aus der Schweiz und anderen Ländern. Auch die Vertreter der Fachzeitungen und der Tagespresse begrüße ich herzlichst und danke Ihnen für das Interesse, daß Sie uns und unserer Arbeit entgegenbringen.

Mit besonderer Herzlichkeit begrüße ich unser hochgeschätztes Ehrenmitglied, Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. G ö r g e s; ferner alle Vertreter der Elektrotechnischen Vereine und Gesellschaften Deutschlands, die in ihrer Gesamtheit durch unseren Verband zusammengeschlossen sind; ebenso alle sonstigen Fachgenossen und Freunde unseres Verbandes, die sich heute hier versammelt haben, um sich einige Tage — den Mühen und Sorgen des Alltags entrückt — eingehender mit der Arbeit unseres Verbandes zu beschäftigen und den Blick auf das vielseitige Interessante zu werfen, was uns im Laufe des verflossenen Jahres unser Fachgebiet an Wissenschaft, Technik und Wirtschaft gebracht hat.

Wir stehen hier in Berlin augenblicklich im Zeichen der von der Reichsbahnverwaltung in Angriff genommenen und teilweise bereits durchgeführten E l e k t r i s i e r u n g d e r S t a d t - u n d V o r o r t b a h n e n. Gerade in diesen Tagen sind die ersten elektrischen Probezüge abgelassen worden. Angesichts der Bedeutung dieser Tatsache hat der Verbandsvorstand geglaubt, die wissenschaftlichen Vorträge unserer diesjährigen Tagung diesem hochinteressanten Gebiete entlehnen zu sollen. Herr Reichsbahndirektor W e c h m a n n hat sich in liebenswürdiger Weise bereiterklärt, uns heute einen Vortrag über die „Elektrisierung der deutschen Reichsbahn unter besonderer Berücksichtigung der Berliner Stadt- und Vorortbahnen" zu halten. Morgen werden wir von Herrn Geheimrat Prof. Dr. R e i c h e l über „Die Gleichstromversorgung der Reichsbahnen, insbesondere durch Gleichrichteranlagen" hören, und Herr Direktor Prof. Dr. P e t e r s e n wird über „Wechselstromversorgung der Reichsbahn unter Berücksichtigung der Netzkuppelung" sprechen. — Ich möchte schon jetzt den Herren Vortragenden, die ich herzlichst unter uns begrüße, verbindlichst dafür danken, daß sie in so liebenswürdiger Weise Zeit und Mühe für uns aufwenden, und möchte dem Wunsche Ausdruck geben, daß ihre Vorträge und unsere gesamten Verhandlungen die daran geknüpften Erwartungen im vollen Umfange rechtfertigen möchten, damit sich auch die diesjährige Tagung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in unserer Reichshauptstadt den früheren Jahresversammlungen würdig und erfolgreich anschließen möge, im Interesse der deutschen Elektrotechnik, der deutschen Wirtschaft und somit des gesamten deutschen Volkes!

Meine Herren! Mancher unserer Freunde, den wir noch auf der vorjährigen Tagung in Kiel begrüßen konnten, weilt heute nicht mehr unter uns. Mit aufrichtiger Trauer gedenken wir der Fachgenossen, die wir im Laufe des letzten Jahres durch den Tod verloren haben. Ihr frühes Dahinscheiden trifft uns umso schmerzlicher, als sich unter ihnen Verbandsmitglieder befinden, die auf hervorragenden Führerposten der Elektrotechnik, der Wissenschaft oder der Elektrizitätswirtschaft standen und an den Geschicken unseres Verbandes und seinen Zielen durch eifrige, uneigennützige Mitarbeit beteiligt waren. Ich nenne den Geheimen Baurat Dr. B e r g m a n n, Berlin, den Begründer der nach ihm benannten Elektrizitätsgesellschaft. Mit ihm ist ein Mann von uns gegangen, dem die elektrotechnische Industrie zweier Welten viel verdankt. In seinen jüngeren Jahren arbeitete er mit Edison, mit dem ihn eine starke Freundschaft verband, in dessen New Yorker Werkstätten und Laboratorien zusammen, die die Geburtstätte vieler wichtiger elektrischer Erfindungen geworden sind. Im Jahre 1890 gründete er in Berlin eine Spezialfabrik für Isolierrohre sowie die Motoren- und Dynamowerke, die im Jahre 1900 in den „Bergmann-Elektricitätswerken, A. G." vereinigt wurden. Es war ihm vergönnt, an der Entwicklung der elektrotechnischen Industrie an erster Stelle führend und richtungweisend mitzuarbeiten.

Ich nenne den erst kürzlich, wenige Tage nach Vollendung seines 70. Lebensjahres, dahingegangenen Geh. Kommerzienrat Dr. Felix D e u t s c h, den Vorsitzenden des Direktoriums der „Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft". In ihm hat der Verband eins seiner bedeutungsvollsten Mitglieder verloren. Geheimrat Deutsch war nicht nur seinem Gesellschaftskonzern, sondern der gesamten deutschen Elektrotechnik ein hervorragender Führer. Die besonnene und doch kühne und zielbewußte Arbeit seines langen, reichgesegneten Lebens hat einen gewaltigen Anteil an den wirtschaftlichen Erfolgen der deutschen Elektrotechnik in den letzten Jahrzehnten. Er ist, wie Bergmann und wie sein jüngerer Kollege Klingenberg, in den Sielen gestorben.

Ich nenne Prof. Dr. E d e l m a n n, Nürnberg, dessen Tod unser Verband ebenfalls auf das schmerzlichste beklagt. Edelmann war der Gründer der „Elektrotechnischen Gesellschaft" zu Nürnberg und ein anerkannter Fachmann auf dem Gebiete des Installations- und Prüfwesens. Dank seiner reichen Erfahrungen und seiner stets hilfsbereiten Mitarbeit wurde er ein wertvoller Förderer der Prüfstelle unseres Verbandes.

Auch ein Mitglied unseres Verbandsvorstandes, Herr Geheimrat Prof. Dr. Gustav R ö s s l e r, ist im Berichtsjahr von uns gegangen. Nach seinem Studium, Assistent von Geheimrat Slaby, wirkte er bis zum Jahre 1904 als Professor an der Technischen Hochschule Charlottenburg und folgte dann einem Rufe an die neugegründete Technische Hochschule Danzig, wo er bis an sein Lebensende mit großem Erfolge das von ihm geschaffene „Elektrotechnische Institut" geleitet hat. Geheimrat Rössler war

ein vorzüglicher Lehrer und Experimentator, ein kenntnisreicher Sachverständiger auf dem Gebiete elektrischer Anlagen, ein anerkannter Fachschriftsteller und nicht zuletzt ein ausgezeichneter, liebenswürdiger Mensch. An den Arbeiten unseres Verbandes hat er viele Jahre in den Kommissionen und zuletzt im Vorstande tätigen Anteil genommen. Nach der Losreißung Danzigs vom Deutschen Reich gründete er dort die „Deutsche Elektrotechnische Gesellschaft", deren verdienstvoller Vorsitzender er bis zu seinem Tode war.

Von den Dahingeschiedenen nenne ich ferner die Herren:

Oberingenieur Gunderloch, Berlin,
Kommerzienrat Hagen, Köln,
Direktor Heinicke, Berlin,
Direktor Müller, Berlin,
Regierungsbaumeister Dr. Pfeil, Berlin,
Direktor Schiff, Berlin,
Direktor Schmidt, Berlin,
Direktor Thurm, Magdeburg-Sudenburg,
Stadtbaurat Voss, Quedlinburg, und
Oberingenieur Wolters, Stolp.

Das Andenken an diese dahingeschiedenen wertvollen Männer und an ihr Wirken in der deutschen Elektrotechnik wird in unserem Verbande unauslöschlich weiterleben und allzeit in Ehren gehalten werden.

Meine Herren! Ich darf feststellen, daß Sie sich zu Ehren der dahingeschiedenen Mitglieder unseres Verbandes von Ihren Plätzen erhoben haben. Ich danke Ihnen dafür.

Meine Herren! Als wir uns auf unserer letzten Jahresversammlung ein Bild über die damalige wirtschaftliche Lage der deutschen Elektroindustrie zu entwerfen versuchten, hatte sich die Ende 1926 eingetretene Besserung dahin ausgewirkt, daß, wenigstens für die Starkstromindustrie, von einem deutlich in Erscheinung getretenen Konjunkturaufschwung gesprochen werden konnte.

Die Lage war damals dadurch gekennzeichnet, daß einerseits die Bestellungen in der Industrie zunahmen, andererseits aber doch eine ziemlich allgemeine Nervosität herrschte, die der Befürchtung entsprang, daß die eingetretene Belebung nur von kurzer Dauer sein würde.

Am Schlusse der vorjährigen Ausführungen stand daher die sorgenvolle Frage, ob wir auch in diesem Jahr von einem weiteren Aufstieg würden berichten können, oder ob unsere diesjährige Rückschau nicht vielmehr ein Nachruf für die schon wieder zu Ende gegangene Konjunkturperiode sein werde.

Nun, meine Herren, wir müssen feststellen, daß der befürchtete Rückschlag, soweit es sich um die Größe der eingegangenen Bestellungen und um den Umfang des zur Zeit fast noch auf allen unseren Gebieten vorliegenden Arbeitsvorrates und somit um die Beschäftigung unserer Angestellten und Arbeiter handelt, in dem verflossenen Jahreszeitraum noch nicht eingetreten ist.

Seitdem auch die Schwachstromindustrie vom Spätsommer des Jahres 1927 ab den Vorsprung der Starkstromindustrie einholen konnte, waren mit geringen Schwankungen nahezu alle Zweige der deutschen elektrotechnischen Industrie gut beschäftigt.

Die Arbeitslosigkeit ist rasch und dauernd zurückgegangen, zahlreiche Betriebserweiterungen mußten vorgenommen werden und stehen auch für die kommende Zeit noch in Aussicht.

Während der Sommer- und Herbstmonate 1927 nahm der Eingang der Bestellungen noch zu. Die erfahrungsmäßig während der Hochsommermonate eintretende Geschäftsstille machte sich diesmal nur wenig bemerkbar. Auch die nach Weihnachten übliche Einsenkung in der Bestellungskurve war verhältnismäßig weniger fühlbar als früher. Seit der Jahreswende 1927/28 ist allerdings eine weiter steigende Tendenz nicht mehr zu beobachten, jedoch hat der Zugang an Aufträgen auch in den letzten Monaten noch nicht in besonders bemerkbarer Weise abgenommen; es kann vielmehr noch eine gewisse Stetigkeit des Bestellungseingangs und damit auch der Beschäftigung festgestellt werden.

Meine Herren! So erfreulich diese Tatsache ist, so bereitet sie doch dem Eingeweihten keine ungetrübte Freude. Das wirtschaftliche Ergebnis des Berichtsjahres darf nur mit einem trockenen und einem nassen Auge betrachtet werden.

Es muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß die Besorgnisse, die trotz des Aufstiegs im letzten Sommer bestanden, ihre volle Berechtigung hatten, und daß ihnen diese Berechtigung auch heute noch in unvermindertem Maße innewohnt.

Es ist der deutschen elektrotechnischen Industrie nicht leicht gemacht worden, den hohen Stand ihres gegenwärtigen Umsatzes zu erreichen und bis heute zu behaupten. Der Mengenkonjunktur steht ein entsprechender Nutzen nicht gegenüber. Wenn trotzdem der größte Teil unserer Firmen nicht mit Verlust gearbeitet hat, so liegt dies darin begründet, daß auch im abgelaufenen Jahr an allen Stellen mit unverdrossener Anspannung aller Kräfte daran gearbeitet worden ist, die Betriebseinrichtungen zu verbessern, auf allen Gebieten und bei allen Erzeugnissen die größtmögliche technische Vollkommenheit anzustreben, die Verwaltungs- und Verkaufsorganisationen mit angespanntem Fleiß auszubauen; alles mit dem Ziele, höchstqualifizierte Erzeugnisse herzustellen und durch Einschränkung der unproduktiven Ausgaben die Gestehungskosten soweit wie möglich zu senken.

Es lag nicht an unseren Ingenieuren und Kaufleuten, wenn dieses Ziel nur in seltenen Fällen erreicht werden konnte, und wenn statt der mit allem Nachdruck angestrebten Preissenkungen vielfach sogar Preiserhöhungen vorgenommen werden mußten, zum Nachteil der Industrie selbst, zum Nachteil der inländischen Verbraucher und zum Schaden unseres Wettbewerbs im Auslande.

Unsere Preise sind nach zwei entgegengesetzten Richtungen unzureichend. Sie sind zu hoch, als daß sie die vom Auslande in Gestalt von Zöllen errichteten Barrikaden in einem ausreichenden und unseren Verpflichtungen aus dem Dawesabkommen entsprechenden Umfang überschreiten könnten. Nach dem Geschäftsbericht einer unserer Großfirmen mehren sich die Fälle, in denen mit dem besten Verfahren in Deutschland hergestellte Waren im Ausland nicht mit Vorteil abgesetzt werden können.

Andererseits sind die Preise infolge der ungeheuren Vorbelastung der deutschen Wirtschaft zu niedrig, um den Unternehmungen den Nutzen zu bringen, dessen sie bedürfen, um ihre Werke in der Vollkommenheit zu erhalten und fortzuführen, daß sie einen wirtschaftlichen Betrieb für die Dauer gewährleisten. Eine unserer größten Firmen berichtet, daß die Steuern, die sie im letzten Geschäftsjahr tragen mußte, den doppelten Betrag derjenigen des Vorjahres ausmachten, und daß ihre sozialen Lasten zur Zeit 14 % ihres Aktienkapitals betragen.

Diese Erschwerungen werden noch deutlicher, wenn man berücksichtigt, daß gerade in der Zeit aufsteigender Konjunktur die Erweiterung der Betriebe in großem Umfange neue Kapitalinvestierungen erfordert hat, und dadurch der Kapitaldienst wesentlich erhöht ist.

Wenn es trotz dieser Schwierigkeiten der deutschen Elektroindustrie im allgemeinen gelungen ist, durchzuhalten, ihre Betriebe noch zu erweitern und auch im Auslande dem fremden Wettbewerb wenigstens nicht auf allen Märkten und auf allen Gebieten zu unterliegen, so ist das ein Beweis für die Qualität der deutschen elektrotechnischen Arbeit, für die Tüchtigkeit ihrer Organisatoren, ihrer Ingenieure und ihrer Arbeiterschaft.

Diese Sorgen dürfen aber nicht übersehen werden, wenn wir über die Entwicklung der einzelnen Gebiete unserer Industrie einen Überblick gewinnen wollen.

Die Stetigkeit im Fortbestand der gegenwärtigen Wirtschaftsverhältnisse läßt sich zwar in ihrem Gesamtbild auf dem Starkstromgebiet auch heute noch nachweisen. Anders jedoch ist die Lage der Schwachstromindustrie, insbesondere des deren größten Teil umfassenden Fernmeldewesens. Hier ergibt sich die Stetigkeit des Gesamtbildes lediglich als ein Ausgleich verschiedenartiger Entwicklungen, einmal auf dem Gebiet der Staatsaufträge, andererseits auf dem des Absatzes an die Privatkundschaft.

In der zweiten Hälfte des vorigen Jahres trat die Reichspostverwaltung aus ihrer Zurückhaltung heraus und erteilte wieder größere Aufträge auf Telegraphen- und Fernsprechmaterial. Die Nachfrage aus der Privatkundschaft ließ, wie auch in den vergangenen Jahren, zunächst noch zu wünschen übrig. Zu Ende des letzten Jahres traten aber bei der Reichspost die bekannten Etatschwierigkeiten auf; weitgehende Einschränkungen im Tempo der Abrufungen waren die Folge. Die Wirkung wäre für die Schwachstromindustrie katastrophal gewesen, wenn nicht allmählich auf dem Baumarkt und in sonstigen privatwirtschaftlichen Kreisen eine Zunahme der Aufträge auf Fernmeldeeinrichtungen aller Art eingesetzt hätte.

Vielfache technische Verbesserungen und Verbilligungen der Telegraphenapparate, der Fernsprechstationen, Feuermelder, Polizeirufanlagen, Schachtsignalanlagen und Uhren sowie eine verstärkte Zunahme der Vermietungstätigkeit für solche Anlagen hatten diese Entwicklung

wirksam vorbereitet. Auch brachte die technische Entwicklung neuer Gebiete, wie die des Großlautsprechers und der Bildtelegraphie, und ihre beginnende praktische Verwertung der Industrie neue Beschäftigung.

Weitere Fortschritte in ihrer technischen Entwicklung wie in der Ausbreitung zeitigte die Automatisierung der Fernsprechämter in Deutschland und besonders auch im Auslande. Die Umwandlung der Hand- in Selbstanschlußämter schützt dieses Arbeitsgebiet vorläufig noch vor den Folgen des Auf- und Niederganges der Konjunktur.

Ein schönes Zeugnis deutscher Qualitätsarbeit bietet die drahtlose Telegraphie und Telephonie. Die Entwicklung der Technik der Großrundfunkanlagen läßt eine weitere Ausdehnung ihrer wirtschaftlichen Verwertungsmöglichkeiten erhoffen.

Mit der Ausbreitung des Fernmeldewesens im ganzen ist auch die der Fernkabelverbindungen weiter vorangeschritten. Nachdem nunmehr auch Frankreich, Belgien, Dänemark, Österreich, die Tschechoslowakei und Ungarn an das deutsche Fernkabelnetz angeschlossen sind, ist jetzt ein großer Teil der Länder Europas durch den Draht untereinander verbunden.

Auf dem Starkstromgebiet sind im Berichtszeitraum technische und wirtschaftliche Erfolge sowohl in der Erzeugung und Verteilung als auch in der Anwendung des elektrischen Stromes auf den verschiedensten Gebieten erzielt worden.

Durch den allgemeinen wirtschaftlichen Aufschwung hat auch die öffentliche Elektrizitätsversorgung einen sehr erheblichen Ausbau erfahren. Auf allen Gebieten macht sich dies bemerkbar. In der Anlage und im Ausbau von Dampf- und Wasserkraftwerken werden dem Ingenieur immer neue, schwierigere, aber auch lohnende Aufgaben gestellt. Generatoren, Transformatoren, Schalt- und Sicherheitsapparate immer größerer Leistungsfähigkeit haben zu zahlreichen Neukonstruktionen geführt.

Auch auf dem Gebiete der Höchstspannungstechnik ist im abgelaufenen Berichtsjahr mit Erfolg weitergearbeitet worden. Die Entwicklung der gewaltigen Leitungsanlagen für 100 000 und 220 000 V macht gute Fortschritte.

Dem Belastungsausgleich der Elektrizitätswerke wird erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. Die Belastungsspitzen erhöhen sich von Jahr zu Jahr und machen Einrichtungen nötig, mit deren Hilfe während der Zeit der geringsten Inanspruchnahme unter Verwendung des dann billigen Stromes Kraft aufgespeichert wird, die in den Stunden der Belastungsspitze wieder abgegeben werden kann. Solche Anlagen sind, in der Hauptsache als Wärmespeicher und Wasserkraft-Speicheranlagen, bereits vielfach ausgeführt. Weitere sind projektiert oder in der Ausführung begriffen.

Als ein großer Fortschritt zur Erzielung eines ununterbrochenen und daher wirtschaftlichen Fabrikationsbetriebes in unseren Maschinen- und Apparatewerkstätten ist es zu begrüßen, daß ein großer Teil der Großkundschaft sich allmählich daran gewöhnt hat, die Abschlüsse auf Neuanlagen und Erweiterungen so frühzeitig vorzubereiten und in Auftrag zu geben, daß in den Fabriken rechtzeitig und vorschauend disponiert werden kann.

Lebhaftes Interesse wird seitens der Stromerzeuger wie der Abnehmer der Verwendung der Elektrizität im Haushalt entgegengebracht. Die elektrischen Haushaltsgeräte, wie Staubsauger, Bohnermaschinen, Eismaschinen und Kühlschränke, Koch- und Heizapparate aller Art, Bügeleisen, Waschmaschinen, Küchenmotoren mit allen möglichen Haushaltsgeräten usw., stehen zwar in ihrer Aufnahme durch das Publikum noch im Anfang der Entwicklung, haben jedoch im letzten Jahr in erheblich vermehrtem Umfang Eingang gefunden. Insbesondere ist zu berichten, daß auch das elektrische Kochen bei unseren Hausfrauen zunehmendem Interesse begegnet.

In fast allen Geschäftzweigen der deutschen Industrie hatte deren lebhafter Geschäftsgang während des ganzen Berichtsjahres einen regen und vielseitigen Geschäftsverkehr mit den elektrotechnischen Unternehmungen zur Folge.

Sowohl im Kohlen- und Kalibergbau wie in der Hütten- und Walzwerksindustrie, in den Textilfabriken wie in der Papier-, Holz- und Metallverarbeitungsindustrie fand ein lebhafter Austausch der beiderseitigen Erfahrungen im Sinne der Schaffung der besten Betriebsbedingungen, der Vervollkommnung und Verbilligung der Betriebsweise statt. Verbesserte Einrichtungen in den einzelnen Betrieben und erneute Konstruktions- und Erfindungstätigkeit der Ingenieure waren die Folge dieser gegenseitigen Anregungen.

Zahlreiche elektrische Fördermaschinen und Einrichtungen für Untertagebetrieb, insbesondere für Schlagwettergruben, wurden für die Bergwerke geliefert. Die Elektroöfen gewannen für die Metallindustrien wachsende Bedeutung. Die Verwendung der elektrischen Schweißung nahm zu, da besonders geschweißte Schmiedeeisenkonstruktionen wachsenden Eingang fanden. Neue Spezialapparate für elektrische Widerstands- und Lichtbogenschweißung wurden geschaffen, neue Aufträge auf elektrische Hebezeuge, Baggerausrüstungen für Braunkohlenwerke und aller Art von Maschinen und Apparaten für Schiffe erteilt. Große Fortschritte wurden auch in der Herstellung von Einrichtungen zur elektrolytischen Gewinnung von Zinn und Zink gemacht. Einen gewaltigen Umfang nahm der Umsatz in allen elektrotechnischen Fabrikaten zur Vervollkommnung der Wärmetechnik an. Besonders auf dem Gebiete der Meßinstrumente wurde hier viel Neues geschaffen.

Selbst da, wo Erneuerungen und Erweiterungen nicht dringend benötigt wurden, hat doch der Zwang, die Betriebe durch möglichst weitgehende Mechanisierung wettbewerbsfähiger zu machen, was in weitgehendem Maße nur mit Hilfe der Elektrotechnik möglich war, zu zahlreichen Aufträgen auch aus notleidenden Industrien, so z. B. aus dem Steinkohlenbergbau, geführt.

Die lebhafter gewordene gewerbliche und private Bautätigkeit brachte reichlichen Umsatz in Leitungs- und Installationsmaterial und den dazugehörigen Apparaten.

Ebenso gab der stark belebte Nah- und Fernverkehr Anlaß zu befriedigender Beschäftigung auf dem Gebiete der Straßen- und Kleinbahnen.

Die Aufträge der Reichsbahngesellschaft gingen in wechselndem Umfang ein. Reichliche Arbeit gibt nach wie vor die Umwandlung der Berliner Stadt- und Ringbahn auf elektrischen Betrieb. Die Vervollkommnung der Sicherungsanlagen wurde eifrig weiter betrieben. Erwähnt sei nur die selbsttätige Zugbeeinflussung zur Verhinderung des Überfahrens von Haltesignalen.

Meine Herren! Es würde mich natürlich viel zu weit führen, für jeden einzelnen Sonderzweig der Elektrotechnik dessen besondere Entwicklung eingehender zu schildern. Mein Bericht muß sich deshalb darauf beschränken, die wesentlichsten Gesichtspunkte hervorzuheben und hierbei auf eine Anzahl von Beispielen hinzuweisen. Die Sondergebiete, die ich nicht einzeln erwähnen kann, ordnen sich der Gesamtentwicklung entsprechend ein.

Von bemerkenswerten wissenschaftlich-technischen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Elektrotechnik und den mit ihr zusammenhängenden Grenzgebieten möchte ich nur kurz folgendes erwähnen:

Der Blick in das elektrische Geschehen ist durch Arbeiten von W. Rogowski, Aachen, wesentlich dadurch vertieft worden, daß es ihm gelang, mit Hilfe des verbesserten Kathodenoszillographen Vorgänge, die sich in sehr kleinen Zeiträumen bis herab zu 1 Milliardstel Sekunde abspielen, auf der photographischen Platte sichtbar festzuhalten. Auf diesem Wege wird es ermöglicht, Vorgänge beim Ein- und Ausschalten des elektrischen Stromes und seine Ausbreitung auf Leitungen wesentlich exakter zu verfolgen und aufzuzeichnen, als es bisher möglich war.

Das alte Problem der Verwertung der atmosphärischen Elektrizität ist durch Versuche von F. Lange, A. Brasch und C. Urban auf eine neue Basis gestellt worden, indem es den Forschern gelang, die bei Gewittern auftretenden hohen Potentiale nutzbar zu machen. Sie arbeiteten im Hochgebirge mit einem ortsfesten, nur 80 m über dem Erdboden zwischen zwei Felsspitzen ausgespannten Drahtnetz und konnten dabei Spannungen bis zu 1,7 Mill. V messen.

Über den Nachweis elektrischer Felder, die in der Umgebung lebender Wesen entstehen, haben F. Sauerbruch und W. O. Schumann gearbeitet. Es gelang, mit einer 3 Röhren-Verstärkerschaltung elektrische Felder in der Nähe von Menschen und Tieren bei willkürlichen und unwillkürlich erregten Muskelanspannungen nachzuweisen und graphisch festzuhalten.

Die bereits vor etwa 40 Jahren entstandene Kathodenstrahlröhre von Lenard ist durch Ausnutzung der neueren Hochvakuumtechnik zu einer Glühkathodenröhre entwickelt worden, und zwar gleichzeitig bei der Phönix A. G., Rudolstadt, und durch Coo-

lidge in Amerika. Neben der wesentlichen Vergrößerung der Intensität der Kathodenstrahlung gegenüber der alten Lenardröhre ist hierbei der Übergang zu viel höheren Geschwindigkeiten gelungen.

Auf dem Gebiet der Gleichrichter ist man unter Ausnutzung der unipolaren Stromdurchlässigkeit von Übergangschichten, z. B. Kupfer-Kupferjodür, zu neuartigen Trockengleichrichtern gekommen, die in den bisher bekanntgewordenen kleinen Ausführungen aussichtsreiche Verwendung in der Radiotechnik, bei Netzanschlußgeräten, zum Laden von Akkumulatoren u. dgl. versprechen dürften.

Im Zusammenhang mit der Entwicklung von Lautsprechern und Mikrophonen wurden Klanganalysen von Saiteninstrumenten (zunächst von Geigen verschiedener Herkunft und verschiedenen Alters) ausgeführt und durch oszillographische Aufzeichnungen festgehalten. Es haben sich hierbei Registrierungen von einer bisher unerreichten Feinheit ergeben, aus denen wertvolle Aufschlüsse über die Zusammensetzung der Töne zu gewinnen sind.

In der Fernmeldetechnik muß hervorgehoben werden, daß die städtischen Ortsnetze weiter auf automatischen Betrieb umgestellt wurden. In Berlin wurden 9 Knotenämter und mehrere große Ortsämter eingeschaltet. Kleinste automatische Hausämter für zehn Anschlüsse kamen in weitem Umfange zur Einführung. Bei der Reichsbahn wurde die direkte Fernwahl über Dienstleitungen auf große Entfernungen (z. B. München—Pfalz) erweitert. In Würzburg wurde das erste selbsttätige Fernsprechamt für Fernwahl mit Zu- und Abschaltung der Verstärker eröffnet. Im November 1927 wurde in London das erste automatische Amt in Betrieb genommen, ein gleiches im Laufe des Jahres in Madrid.

Die öffentlichen und privaten Feuermelder wurden weiter entwickelt; so wurde z. B. in Amsterdam eine interessante Anlage dieser Art unter Benutzung des automatischen Fernsprechnetzes geschaffen. Ebenso fanden Polizeiruf-Anlagen weitere Einführung.

Der Umfang des deutschen Fernkabelnetzes ist inzwischen auf mehr als 8000 km gestiegen. Die Verbindung mit den Nachbarstaaten wurde durch Fertigstellung der Strecke Dresden—Prag weiter verbessert. Auch die neue Verbindung Schweiz—Innsbruck—Salzburg—Linz, die dort an das Fernkabel Passau—Wien anschließt, ist z. T. das Werk deutscher Firmen. Sie ist von großer Bedeutung für den Sprechverkehr des geplanten osteuropäischen Netzes, an das Wien durch die ebenfalls im letzten Jahr fertiggestellte Linie nach Budapest angeschlossen wird.

Der Bau der wichtigen Fernkabelstrecke Paris—Bordeaux wurde als Reparationsauftrag von deutschen Firmen in Angriff genommen. Ebenso ist die deutsche Industrie durch Pupinisierung und Lieferung von Verstärkern am Bau der Strecke Rom—Neapel beteiligt.

Eine wichtige Auslandsverbindung wurde durch das Pupinseekabel Zarrenzin in Pommern nach Kämpigne in Schweden geschaffen. Über dieses Kabel wickelt sich die zur Zeit längste europäische Fernsprechverbindung London—Stockholm über eine Strecke von 2500 km ab.

Die fortschreitende Entwicklung hat die elektrischen Eigenschaften der Fernleitungen, insbesondere ihre Gleichmäßigkeit, weiter verbessert, so daß sowohl die gegenseitigen Störungen der einzelnen Sprechkabel, das Nebensprechen, als auch die störenden Beeinflussungen der Fernsprechleitungen durch benachbarte Starkstromanlagen erheblich vermindert werden konnten.

Die für Fernverbindungen notwendigen Fernsprechverstärker wurden auf eine normale Type, den „Einheitsverstärker" gebracht, der von der Reichspost eingeführt wurde und jetzt in größeren Stückzahlen hergestellt werden soll.

Besonders hohe Anforderungen werden an die Verstärkertechnik durch die Übertragung von Rundfunkdarbietungen über Fernkabel gestellt. Die Entwicklung entsprechender Verstärker ist so weit durchgeführt, daß mit einer größeren Fabrikation begonnen werden kann.

In der Telegraphie ist zu berichten, daß ein System mit 12 Trägerfrequenzen entwickelt wurde, so daß jetzt in einer Leitung gleichzeitig 12 Telegramme übermittelt werden können. Die erste derartige Leitung wird zwischen Berlin und Frankfurt in Betrieb genommen.

Der Probebetrieb mit Unterlagerungstelegraphie auf zehn Leitungen zwischen Berlin und Hamburg erfüllte die daran geknüpften Erwartungen. Zwischen Nürnberg und Passau wurde Anfang Mai der Betrieb aufgenommen. Auch in England, Holland und Frankreich wurden entsprechende Versuche unternommen.

Die ursprünglich im drahtlosen Verkehr entwickelte Bildtelegraphie wurde unter Verwendung der gleichen Apparate betriebsmäßig auf mehreren Fernkabellinien eingeführt.

Die elektrischen Meßinstrumente wurden auf Grund der vom VDE in den letzten Jahren aufgestellten Regeln für Meßinstrumente sowohl hinsichtlich ihrer Genauigkeit als auch in bezug auf Isolierfestigkeit, auf Kriechstrecken sowie mechanische und thermische Überlastungsfähigkeit weiter verbessert.

Sehr viel und mit Erfolg wurde auch auf dem Gebiet des Fernmessens gearbeitet, teils über Draht, teils drahtlos oder drahtgerichtet. Dies steht in engem Zusammenhang mit den Anlagen zum Fernsignalisieren und Fernsteuern, wie sie auch auf den elektrisierten Strecken der Berliner Stadt- und Ringbahn verwendet werden.

Gleichzeitig wurden neben den eigentlichen Meßgeräten zur Kontrolle des Betriebes auch Prüfeinrichtungen geschaffen, z. B. zum Prüfen von Öl, von Relais und Sicherungen, von Motoren und Transformatoren, von Zählern nebst zugehörigen Wandlern sowie Einrichtungen, um mit Hochspannung die Isolation an Kabeln und Isolatoren zu prüfen.

Der weiter fortschreitende Ausbau der Wärmewirtschaft in den Betrieben stellte an die erforderlichen Meßanlagen immer höhere Anforderungen, denen durch Neukonstruktionen Rechnung getragen wurde. In den in letzter Zeit erbauten größeren Kraftwerken, z. B. im Klingenberg-Werk der Bewag, im Kraftwerk Böhlen der Sächsischen Werke, im Cuno-Werk des Elektrizitätswerks Mark, Hagen, im Gersteinwerk der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen, im Kraftwerk Neuhof des Hamburger Elektrizitätswerkes und in zahlreichen anderen Werken wurden umfangreiche Meßzentralen entwickelt, in denen die für die gesamte Wärmewirtschaft erforderlichen Anzeige- und Schaltinstrumente untergebracht wurden. In diesen Zentralen werden die Kessel und Maschinen, die Ventile, Apparate und Rohrleitungen durch leuchtende Symbole und Linien in verschiedenen Farben dargestellt. Beim Schließen der Ventile werden die entsprechenden Stränge verdunkelt, beim Öffnen erhellt.

Durch das Fortschreiten der Gasfernversorgung wurde auch die Fernmessung der von den Kokereien abgegebenen Gasmengen nach Menge, Heizwert und Temperatur erforderlich. Dazu war die Herstellung besonderer Meßgeräte für Gleich- und Wechselstrom notwendig.

Angeregt durch die Berliner Werkstoffschau, hat sich die Industrie mit steigendem Interesse der Materialprüfung mittels Röntgenstrahlen zugewendet. Die Untersuchung und Durchstrahlung von Halb- und Fertigfabrikaten wird in der keramischen und metallverarbeitenden Industrie in zunehmendem Maße angewandt. Spektralanalyse und Prüfung der Feinstruktur durch Röntgenstrahlen war bisher hauptsächlich auf wissenschaftliche Forschungsstätten beschränkt; neuerdings sind aber auch dafür handliche, für Werklaboratorien geeignete Apparaturen geschaffen worden.

Kathodenstrahlröhren für hohe Spannungen mit Lenardfenster (zum Austritt der Strahlen in die freie Luft) werden fabrikationsmäßig hergestellt. Die Einrichtungen zum Hörbarmachen und Aufzeichnen von Herztönen und Atemgeräuschen sind beträchtlich vervollkommnet worden; sie werden auch schon zu klinischen Forschungen verwendet.

Für die Zwecke der Röntgendiagnostik sind neue Apparate mit verschiedenen Schaltungen entwickelt worden.

Ein für Stereo- und Serienaufnahmen (vorzugsweise des Magen-Darm-Kanals, neuerdings auch der Lungen) geschaffenes vollautomatisches Untersuchungsgerät hat weitere Vervollkommnung erfahren.

Auf dem Gebiete der Funktechnik zeigt sich bei den Sendern immer mehr eine Bevorzugung des Kurzwellenbereiches. Telefunken hat Standardsender entwickelt, die wassergekühlte Senderöhren und Fremdsteuerung durch schwingende Quarzkristalle mit mehrfacher Frequenztransformation besitzen. Sie geben bis zu einer Wellenlänge von nur 11 m eine Hochfrequenzleistung von rd. 20 kW ab und sind für Schnelltelegraphie, Telephonie und Bildübertragung gleich gut geeignet. Auch bei den Strahlwerferantennen (beams), auf die solche Sender für den Weitverkehr arbeiten, sind gute Fortschritte zu verzeichnen. Die Energiedichte am Empfangsort wurde durch derartige von Telefunken gebaute Anordnungen auf das 40- bis 50fache gesteigert. Auf der Empfangseite erbringt die Benutzung von Richtantennen,



aus mehreren phasenrichtig zusammengefaßten Einzelantennen bestehend, eine bedeutende Verbesserung des Verhältnisses der Signallaut- zur Störungslautstärke. Dadurch wurde die Betriebsicherheit der Kurzwellenanlagen für Weitverkehr außerordentlich gesteigert.

Für Telegraphie und Bildübertragung ließ sich eine ausreichende Konstanz der Empfangsignalstärke dadurch erreichen, daß mehrere Empfangsantennen im Abstand von 20 bis 30 Wellenlängen aufgestellt und elektrisch zusammengefaßt wurden. Für Telephonie wurde eine besondere Ausgleichsanordnung entwickelt und erprobt, die den Verstärkungsgrad innerhalb weiter Bereiche je nach ankommender Intensität regelt. Damit ist der Übergang auf normale Ortsfernsprechnetze und betriebsmäßige Gegensprechtelephonie ermöglicht worden. Sie wird demnächst auf der Strecke Nauen—Buenos Aires erprobt. Zwischen diesen Orten war einseitige Kurzwellentelephonie mit Besprechung von Berlin und Hamburg aus im Sommer 1927 mehrfach erfolgreich durchgeführt. Die Verständigung war ausgezeichnet.

Im Bereich der langen Wellen ist der Beginn des Baues einer Großstation in Japan (mit einer Hochfrequenz-Generatorleistung von 700 kW) durch Telefunken zu erwähnen sowie der weitere Ausbau der Langwellentelephonie England—Amerika durch Anschluß kontinentaler Fernkabellinien.

Auf dem wichtigen neuen Gebiet der Bildtelegraphie hat das System Telefunken-Karolus-Siemens im letzten Jahr Eingang in den öffentlichen Verkehr gefunden. Zwischen Berlin und Wien wurden auf Welle 1250 m Versuche angestellt und effektive Telegraphierleistungen von über 1000 Worten in der Minute erzielt. Der öffentliche Betrieb wurde im Sommer 1927 über Fernkabel aufgenommen. Auch im Ausland hat dieses System Anklang gefunden. Eine Verbindung Berlin—London ist in Vorbereitung. Eine Linie London—Manchester ist für den Bilddienst einer Reihe großer englischer Zeitungen eingerichtet und arbeitet einwandfrei. Weitere Verbindungen in England und Japan sind in Auftrag gegeben; der Betrieb wird dort im Laufe der nächsten Monate aufgenommen werden.

Für Rundfunkzwecke, wie z. B. die Verbreitung von Wetterkarten oder Presseberichten in Handschrift wurde ein einfacher elektrochemischer Schreiber entwickelt. Er registriert die Nachrichten auf einem laufenden Papierstreifen und leistet mehr als 100 Worte in der Minute. Ein öffentlicher Wetterdienst dieser Art ist in München zur Einführung gelangt.

Auf dem Gebiet des Rundfunks ist ferner die Fertigstellung des neuen Deutschlandsenders Königswusterhausen zu erwähnen, der mit 40 kW Antennenleistung der stärkste Rundfunksender Europas ist. Auch die neuen Großstationen in Lahti (Finnland) und Budapest wurden von einer deutschen Firma geliefert.

Der Bau der Empfangsapparate paßt sich durch fortschreitenden Übergang zur Massenfertigung immer mehr der Forderung niedrigster Herstellungskosten an. Die Detektorapparate treten gegenüber den Mehrröhrenempfängern immer mehr zurück. Durch weitere wissenschaftliche Durchdringung des Gebietes wurden die Geräte qualitativ bedeutend verbessert. Besonders war man mit Erfolg bestrebt, ihre Bedienung soweit wie möglich zu vereinfachen. Diese Tendenz führte auch zur Schaffung von Netzanschluß-Empfängern, d. s. Empfangsgeräte mit netzgeheizten Röhren und Netzanode, die keinerlei Zusatzapparate mehr benötigen, weder Anoden- noch Heizbatterien, noch Batterieersatz in Form von Netzanoden u. dgl. Es gelang, die Netzgeräusche praktisch ganz zu unterdrücken. Dieser neuzeitliche Gerätetyp wird sich in der nächsten Zeit allgemein durchsetzen. Die Empfänger mit Mehrfachröhren haben weite Verbreitung gefunden.

Die Lautsprecher sind fast durchweg von der Trichterform abgegangen. Eine ganze Anzahl der neueren Ausführungen gibt nicht nur den für eine gute Musikübertragung erforderlichen breiten Frequenzbereich mit gutem Wirkungsgrad wieder, sondern besitzt auch genügende Freiheit von den störenden linearen Verzerrungen. Zum raschen Einsatz von Großlautsprechern (zu Versammlungen, bei Wahlen usw.) wurden mit Erfolg besondere Automobilstationen mit vollständiger Ausrüstung geschaffen.

Die bisher akustisch vorgenommenen Schallplattenaufnahmen wurden durch ein elektrisches Aufnahmeverfahren erheblich verbessert. Um diesen Fortschritt voll zu verwerten, führt sich allmählich auch das elektrische Wiedergabeverfahren immer mehr ein, bei dem die mechanischen Bewegungen der Nadel wieder in elektrische Schwingungen umgesetzt und über Verstärker zu Lautsprechern geführt werden.

Auf dem Gebiete des Eisenbahnsicherungswesens wurden die Arbeiten zur Übertragung der Signale auf die Züge weiter lebhaft gefördert. Von den Firmen Siemens & Halske und Lorenz wurden mehrere Strecken der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft mit diesen Einrichtungen, die die Übertragung auf induktivem Wege bewirken, ausgerüstet. Die Vorbereitungen für Ausrüstung weiterer Strecken mit einem System der AEG sind beendet.

Es werden z. Z. neben den seit Jahren im Probebetrieb befindlichen Anlagen der Telefunken-Gesellschaft fünf weitere elektrische Systeme auf mehrere tausend Kilometer untersucht, um festzustellen, welches System für die Betriebsverhältnisse der Reichsbahn-Gesellschaft das geeignetste ist. Zur Förderung der Versuche, die unter Leitung des Reichsbahn-Zentralamts durchgeführt werden, sind weitere Mittel zur Verfügung gestellt.

Besondere Bedeutung muß der im Berichtsjahre erfolgten Einrichtung einer selbsttätigen Blockanlage auf der Berliner Stadtbahn beigelegt werden, da sie die erste derartige Anlage der Reichsbahn-Gesellschaft ist und nur durch sie die vorgesehene enge Zugfolge von 1½ min erzielt werden kann. Diese Anlage steht in Verbindung mit Lichttagessignalen an Stelle der bisher üblichen Flügelsignale. Diese Lichttagessignale, die in Deutschland zum ersten Male auf den elektrischen Strecken der schlesischen Gebirgsbahnen ausgeführt wurden, beruhen zwar auf amerikanischer Grundlage, haben aber in Deutschland eine wesentliche Veränderung bezüglich der Form und der Schaltung erfahren, die ihre Sichtbarkeit und die Sicherheit in der Signalgebung für den Betrieb wesentlich erhöhen, um den strengeren deutschen Anforderungen Genüge zu leisten.

Was die deutsche Elektrizitätswirtschaft, also die öffentlichen, Strom erzeugenden und Strom verteilenden Elektrizitätswerke anbelangt, so werden diese mit der ständigen Zunahme ihres Umfanges und ihrer Leistungen immer mehr und mehr auf Gemeinschaftsarbeit angewiesen. Die rein privatwirtschaftliche Einstellung tritt immer mehr in den Hintergrund. Die Rationalisierung durch Zusammenfassen zur Gemeinschaftsarbeit und Verknüpfen der Betriebe ist zum Leitmotiv unserer Elektrizitätswirtschaft geworden. In dieser Hinsicht dürfte neben sonstigen Erscheinungen der letzten Zeit die kürzlich erfolgte Gründung der Aktiengesellschaft für deutsche Elektrizitätswirtschaft in Berlin besonders hervorzuheben sein. An dieser neuen Gesellschaft sind die Reichs-Elektrowerke, die Preußische Elektrizitäts-Aktiengesellschaft (die sogenannte Preußenelektra, in der Ende vorigen Jahres die im Eigentum des Preußischen Staates befindlichen Elektrizitätswerke vereinigt wurden) sowie die Bayerischen Werke beteiligt. Die Aufnahme weiterer großer Werke der Länder sowie des RWE, der V.E.W. und anderer Verwaltungen ist in Aussicht genommen.

Unvermindert hielt die Zunahme des Verbrauches elektrischer Energie im vergangenen Jahr gegenüber dem Vorjahre an. Die Elektrizitätswerke trugen diesen erhöhten Anforderungen durch Erweiterung, Ergänzung und Umbau ihrer Kraftwerke und Leitungsnetze Rechnung. Was zunächst die letzteren betrifft, so wurden in fast allen Gegenden Deutschlands neue Hochspannungsleitungen errichtet oder doch die dazu erforderlichen Vorarbeiten so weit durchgeführt, daß mit dem Bau noch in diesem Jahre gerechnet werden kann. Neben der westdeutschen Hochspannungstraße des RWE, die künftig den Niederrhein und Vorarlberg verbinden soll; neben der 100 000 V-Leitung, die Preußenelektra und V.E.W. zwischen Hannover und Westfalen bauen, ist die von den Elektrowerken gebaute vierte 100 kV-Doppelleitung zu erwähnen, die zur Versorgung der Reichshauptstadt mit elektrischer Energie dienen und von Trattendorf über Spandau nach Berlin-Charlottenburg führen wird. Mit ihrer Inbetriebnahme ist in naher Zeit zu rechnen.

Im eigentlichen Freileitungsbau hat sich im allgemeinen nicht viel geändert. Bemerkenswert ist das Erscheinen eines neuen Leitungswerkstoffes, der Aluminiumlegierung „Aldrey". Dieser Werkstoff besitzt fast die Reinheit des für Freileitungen verwendeten Reinaluminiums, enthält aber als Legierungszusätze gewisse Mengen von Magnesium, Silizium und Eisen. Das Aldrey vereinigt in sich das leichte Gewicht und die elektrische Leitfähigkeit des Aluminiums mit den

günstigen mechanischen Eigenschaften des Kupfers. Bei richtiger Ausnutzung der guten Eigenschaften dieses Materials sollen die Kosten für eine Aldreyleitung niedriger als die einer gleichwertigen Kupferleitung sein, wobei der mechanische Sicherheitsgrad bei der Aldreyleitung sogar höher sein soll als bei Kupfer. Für die deutsche Volkswirtschaft würde die Verwendung von Aldreymaterial nicht unerhebliche Vorteile gegenüber Kupfer ergeben. Die Herstellung in großen Mengen ist im Berichtsjahre so weit gefördert worden, daß bereits heute wichtige Hochspannungsleitungen in Württemberg und Ostpreußen in Aldreymaterial ausgeführt sind.

Vorbedingung für eine Großkraftübertragung ist ein einwandfreier und sicherer Betrieb. Eifrig ist im verflossenen Berichtsjahr an der Aufgabe gearbeitet worden, beschädigte Strecken eines vermaschten Netzes selbsttätig und schnell herauszutrennen, um ihre Rückwirkung auf die Anlage und den Betrieb möglichst weitgehend zu vermindern. *Selektiv-Schutzschaltungen* mit Distanz- und Impedanzrelais sind in neuen Formen herausgebracht worden. Erfahrungen mit diesen Schaltungen in Betrieben haben gute Ergebnisse gezeigt, wenn auch eine Vollkommenheit noch nicht erzielt worden ist.

Große Neigung besteht bei den Kraftwerken, ihre Generatoren durch *Generatorschutzschaltungen* bei eintretenden Fehlern durch schnelles Abschalten und Entregen vor Verbrennungschäden zu bewahren. Bei den großen Kapitalwerten, die geschützt werden sollen, scheut man nicht vor verhältnismäßig verwickelten Schaltungen zurück. Zum gleichen Zweck erobert für Transformatoren der *Buchholz-Schutz* ständig neues Feld.

Durch Messungen mit dem Kathoden-Oszillographen wurde das *Überspannungsproblem* merkbar geklärt. Für die Untersuchung der vorhandenen Überspannungschutzeinrichtungen auf ihren Nutzen hat er sich als sehr geeignet erwiesen. Die jetzt verfügbaren Schutzgeräte vermögen die Anlagen nicht immer mit voller Sicherheit gegen alle Überspannungen zu schützen.

In *Starkstrom-Kabelnetzen* sind Drehstromkabel für Spannungen bis 60 kV mit Erfolg ausgeführt. Für derartige Spannungsgrößen gewinnen die **H**-Kabel und die aus Einleiterbleikabeln verseilten Mehrfachkabel in verschiedenen Spezialausführungen immer mehr Bedeutung. Für das 30 kV-Netz der Stadt- und Ringbahn hat die Reichsbahn vorzugsweise derartige Kabel verwendet. Einleiterkabel für Wechselstrombetriebe wurden bisher fast nur ohne Armatur geliefert. Durch Verwendung von Spezialstahl ist es aber jetzt gelungen, die Verluste in der Armatur so weit herabzusetzen, daß auch mit armierten Einfach-Wechselstromkabeln ein wirtschaftlicher Betrieb möglich erscheint.

Der *Elektromaschinenbau* hat sich im vergangenen Jahre besonders mit der Frage der Spitzendeckung in stromliefernden Elektrizitätswerken beschäftigt, die durch den stetig zunehmenden Konsum besonders in großen Städten zu einer brennenden Frage geworden ist. Er hat hierzu durch Entwicklung großer Maschinen, insbesondere von Wasserkraftmaschinen für Wasserspeicherung, beigetragen. Die Leistungen hierfür bewegen sich in der Regel in den Grenzen von 30 000 bis 50 000 kVA.

Besonders starke Weiterentwicklung in der Richtung hoher Leistungen weist das Gebiet der *Turbogeneratoren* auf. Es wurden Maschinen von 50 000 kVA mit einer Drehzahl von 3000, von 88 000 kVA mit 1800, von 100 000 kVA mit 1200 Umdrehungen gebaut.

Auch die *Blindleistungsmaschinen* haben große Leistungen aufzuweisen. Synchrone Blindleistungsmaschinen werden für 30 000 kVA bei 600 U/min, asynchrone für 15 000 kVA bei 600 U/min und 30 000 bei 500 U/min gebaut.

Einem ebenso regen Interesse wie die Spitzendeckung begegnete die Frage der *Netzkuppelungen*. Bei der Norwegischen Staatsbahn wurde ein Netzkuppelungsumformer für die Verbindung der Landesnetze mit dem Einphasenbahnnetz für 3000 kW in Betrieb genommen. Dieser Umformer ist dadurch bemerkenswert, daß seine Regelung nicht nur zur Anpassung an die schwankenden Frequenzen, sondern auch zur Erfüllung bestimmter tariflicher Forderungen dient. Die Netzkuppelungen haben in den bisher meist behandelten Fällen für die Verbindung der Eisenbahnnetze mit den Landesnetzen auch auf die Verbindung der Landesnetze unter sich übergegriffen, und es hat den Anschein, daß auch hier die Asynchronmaschine in der Form des Induktionsumformers langsamer Drehzahl das geeignete Mittel ist, um Wirk- und Blindleistungen in beliebiger Weise von einem nach dem anderen Netz zu dirigieren.

Wesentliche Fortschritte weisen die *Asynchrongeneratoren* auf, welche sich besonders für automatische Anlagen eignen und für Leistungen bis 8000 kVA gebaut werden. Für größere Maschinen ist man in Amerika auch zur Benutzung der Wasserstoffkühlung übergegangen, welche besonders infolge der Verminderung der Gasreibung der rotierenden Körper Vorteile bei der Verwendung an Blindleistungsmaschinen, die möglichst geringe Verluste haben sollen, aufweist. Durch die Erstellung der großen asynchronen und synchronen Blindleistungsmaschinen im Verein mit verschiedenen direkt oder indirekt kompensierten Motoren kann nunmehr die $\cos\varphi$-Frage, die vor 4 Jahren durch die $\cos\varphi$-Tagung in Berlin in breitem Maße erörtert wurde, durch den Asynchronbetrieb als voll gelöst angesehen werden. Mit der Entwicklung dieser Formen der Beherrschung der Blindleistungen konnte die Entwicklung der *Kondensatoren* vorläufig noch nicht in gleichem Maße Schritt halten. Außerdem ist auch das allseitige Interesse an Prüfmaschinen für Schalter gewachsen. Zur Zeit sind mehrere diesbezügliche Ausführungen im Bau bzw. geplant.

Vielfach wurde bereits im Elektromaschinenbau von der Verwendung geschweißter Gehäuse Gebrauch gemacht.

Auch die *Gleichstrommaschinen* wurden in recht beträchtlichen Leistungen bis zu 7000 kW ausgeführt bzw. in Auftrag genommen.

Eine recht bedeutende Entwicklung weist der *Großgleichrichter* auf. Es wurden Gleichrichter bis 4000 A und 800 V in Angriff genommen, und es sind Versuchsausführungen für 20 000 A bei 300 V im Gange. Die letzte Schwierigkeit des Gleichrichters, die Rückzündung, scheint allmählich in immer einwandfreierer Weise überwunden werden zu können, so daß damit zu rechnen ist, daß der Gleichrichter in absehbarer Zeit die gleiche Betriebsicherheit wie andere elektrische Apparate und Maschinen aufweisen wird.

Die *Einführung der elektrischen Zugförderung* bei der Deutschen Reichsbahn machte weitere Fortschritte. Die Gesamtlänge der elektrisch betriebenen Strecken stieg im Laufe des Jahres 1927 von 1006 auf 1219 km. Diese Steigerung entfiel in der Hauptsache auf das bayerische Netz, das damit fast 700 km elektrisch betriebener Strecken umfaßt. Für den elektrischen Betrieb sind vorhanden 316 Lokomotiven und 343 Triebwagen. Von letzteren sind die kürzlich auf der Strecke Halle—Leipzig in Dienst gestellten Schnelltriebwagen beachtenswert, die mit einer Geschwindigkeit von 100 km/h verkehren.

Ferner wurden die Arbeiten für die *Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen* soweit gefördert, daß bereits Probefahrten mit elektrischen Zügen stattgefunden haben und die Aufnahme des fahrplanmäßigen Betriebes im Laufe des Sommers zu erwarten ist. Die Elektrisierung der Stadtbahn, für welche bekanntlich Gleichstrom von 750 V verwendet wird, ist hauptsächlich dadurch bemerkenswert, daß die Stromversorgung ausschließlich durch Quecksilberdampfgleichrichter erfolgen wird, was in diesem Umfang bisher noch nicht ausgeführt worden ist. Es sind 44 Unterwerke mit nicht weniger als 140 000 kW installierter Umformerleistung vorgesehen. Wir werden ja im heutigen Vortrage näheres darüber hören.

Eine Neuheit in technischer Beziehung ist der für die deutsche Reichsbahn kürzlich gelieferte *Leitungsuntersuchungswagen mit Quecksilberdampfgleichrichter*. Dieser hat Gleichstrommotoren, die sowohl aus dem Einphasennetz als auch aus einer Akkumulatorenbatterie gespeist werden können. Der Gleichrichter dient auch zum Aufladen der Batterie. Die Batterie und der Gleichrichter verleihen dem Fahrzeug einen hohen Grad von Freizügigkeit, weil es sowohl auf Strecken mit als auch ohne Fahrleitung oder auf spannungslos gemachten Strecken verkehren kann, andererseits aber auch nicht, wie die gewöhnlichen Akkumulatorwagen, an bestimmte Ladestationen gebunden ist. Die Verwendung von Gleichrichtern auf Fahrzeugen in Verbindung mit Batterien verspricht auch für andere Zweige des Eisenbahnbetriebes Vorteile, z. B. im Verschiebedienst. Versuche nach dieser Richtung sind im Gange.

Um noch einen kurzen Blick auf andere Industriezweige zu werfen, so bedeutet in der *Faserstoffindustrie* der mit elektrischem Einzelantrieb ausgerüstete *Differentialselfaktor* eine wesentliche Verbesserung. Für Ringspinnmaschinen, wo sich Drehstrom-Kommutatormaschinen in den letzten Jahren ein weites Anwendungsgebiet gesichert haben, führte eine besonders gedrängte Bauart mit Fremdbelüftung ohne ein-

gebauten Flügel zu weiterer Platzersparnis. Bei Bastfaserspinnmaschinen mit Flügeleinzelantrieb näherte sich die Motorleistung je Flügel dem Werte von 1 kW, wobei beste praktische Erfolge erzielt wurden.

Wie überall, so strebte man auch in industriellen Anlagen immer mehr zur selbsttätigen Gestaltung der Betriebsvorgänge. Besonders in der Kunstseidenindustrie wurden selbsttätige Steuerungen von Pressen, Zerfasern usw. eingeführt.

In der Papierindustrie wurden die Mehrmotorenantriebe in ihrer Ausführung wie in ihrer Steuerung weiter verbessert. Die Verwendung von Vorgelegemotoren führte zur Erhöhung der Übersichtlichkeit der Antriebe und zu wesentlicher Platzersparnis. Drehzahlregelung durch Differentialgetriebe ermöglichte die Reihenschaltung der Zugeinstellungsvorrichtungen bei Parallelschaltung der Zugregeleinrichtung, wodurch die Bedienung erheblich erleichtert wurde. Auch der Drehstrom-Kalanderantrieb mit Hilfsfrequenz führte gegenüber dem üblichen Antrieb mit Haupt- und Hilfsmotor mit Überholungskuppelung zu Vereinfachungen.

Von der chemischen Industrie wurden weiter erhöhte Ansprüche an den Elektromaschinen- und Apparatebau gestellt. So befinden sich Gleichstromgeneratoren für 6000 kW, 500 V, 12 000 A bei 250 U/min für Drehzahlerhöhungen um 92 % im Bau. Einankerumformer wurden für 8500 A, 340 V bei 30 U/min erstellt. Entsprechend den hohen in Frage kommenden Gleichstromleitungen mußten Gleichstrom-Hochstromschalter bis 15 000 A bei 550 V geliefert werden. Die Leistungen der Ofentransformatoren wurden weiter gesteigert. Es wurden Transformatoren bis zu 35 000 kVA, 10 000/125 ... 240 V, 100 000 A geliefert. Mit Hilfe von Zusatztransformatoren und besonderen Schaltern kann die Sekundärspannung unter Last feinstufig in jeder Phase für sich eingestellt werden.

In der Hüttenindustrie wurden beträchtlich erhöhte Anforderungen an Antriebsmotoren und Steuerorgane gestellt. In Auswirkung dieser Forderungen wurde ein Antriebsmotor einer Blockstraße in Betrieb genommen, der bei voller Ausnutzung mit einer Höchstleistung von 32 400 kW bei 105 U/min zur Zeit der größte Gleichstrommotor ist. Bei den Steuerungen, besonders bei denen der Walzwerks-Hilfseinrichtungen, wurden weitgehendst selbsttätige Anordnungen entwickelt, um der erhöhten Fabrikationsgeschwindigkeit zu folgen.

Die Anwendung der Elektroheizung für industrielle Zwecke führte sich in steigendem Maße ein. Elektrische Blankglühöfen kontinuierlicher und diskontinuierlicher Bauart werden in mehreren Betrieben benutzt. Da die Energieentnahme für Elektrowärmezwecke vielfach zur Zeit schwächerer Belastung der Zentralen eintritt, so sind solche Verbraucher oft willkommene Abnehmer der Kraftwerke.

Die von den Reedereien zur Auffüllung ihrer Tonnagen an die Werften gegebenen Bestellungen führten zu einer starken Verwendung elektrischen Materials an Bord. Es wurden Schiffe bis zu 46 000 t ausgerüstet. Hervorzuheben ist, daß man sich entschlossen hat, das Leitungsnetz auf modernen Schiffen mit einer Spannung von 220 V einpolig zu verlegen und für die Rückleitung den Schiffskörper zu verwenden. Man erzielt hierdurch eine wesentliche Gewichts- und Kostenersparnis bei größter Einfachheit. Ebenso wie im Ausland wurde ein großer Teil der Neubauten als Motorschiffe ausgeführt. Naturgemäß findet die Elektrizität bei Motorschiffen eine vielseitigere Verwendung als bei Dampfschiffen, weil alle Hilfsmaschinen elektrisch betrieben werden müssen. Bei den großen Propellerleistungen der Motorschiffe ist man für die Hauptmotoren zum Zweitaktprinzip übergegangen, welches große Spülluftgebläse erfordert, die bei einstufiger Ausführung und großer Luftmenge mit hohen Umdrehungszahlen ausgeführt werden müssen, wofür sich wiederum der elektrische Antrieb am besten eignet.

Bei der Konstruktion von Elektromotoren bedeutet die Einführung der Rollenlager einen glänzenden Erfolg, so daß immer mehr Hersteller die noch vielfach verwendeten Gleitlager verlassen. Die Bestrebungen nach Vereinfachung und Steigerung der Betriebsicherheit elektromotorischer Antriebe rufen allseits den Wunsch hervor, dem Kurzschlußläufermotor zu einer weitaus stärkeren Verwendung als bisher zu verhelfen. Die noch immer stark hemmenden Vorschriften für den Anschluß von Kurzschlußläufern an öffentliche Elektrizitätswerke geben dem Motorenbau Anregungen, besondere Bauarten von Kurzschlußläufermotoren für niedrige Anfahrströme bei erhöhten Anzugsmomenten zu entwickeln. Unter den zahlreichen Lösungen, wie Motoren mit Fliehkraftschaltern und umlaufenden Widerständen oder umschaltbaren Wicklungen, scheinen die Motoren mit Doppelstab- oder Doppelnutankern nach dem Boucherot-Prinzip erhöhte Bedeutung zu gewinnen. In industriellen Werken dagegen, wo einschränkende Bestimmungen hinsichtlich der Anlaufströme nicht in dem Maße bestehen, gibt man dem direkten Einschalten der Motoren den Vorzug. So konnten Motoren mit Wirbelstromläufern für dieses einfachste Anlaßverfahren für Leistungen bis 250 kW in Betrieb genommen werden.

Auf dem Gebiet der Kuppelung von Wechselstromnetzen ist besonders die Erstellung eines Bahnumformers von 3300 kW erwähnenswert. Der Umformer ist als Regelsatzumformer zum Ausgleich von Frequenzschwankungen von 6 ... 8 % ausgeführt, er gestattet, die wechselseitige Überführung der Leistung von einem in das andere Netz nach beliebigen Gesetzen der Wirklastverteilung selbsttätig einzustellen.

Um noch ein Wort über die Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft zu sagen, die allerdings zur Zeit keine größeren Geldsummen zu Anschaffungen von Motoren, Geräten und dergleichen zur Verfügung hat, so ist die künstliche Beregnung durch Viereckregner zu erwähnen, die im vergangenen Jahr auf den Markt gebracht wurden.

Die Versuche der Überlandzentralen mit Elektrofutteranlagen haben zu dem Ergebnis geführt, daß die allgemein gewünschte Verkürzung der Konservierungzeit durch eine den Bedürfnissen angepaßte Spannungserhöhung mittels Stufentransformators oder durch gleichzeitige Benutzung aller drei Phasen in einem Turm möglich ist. Hierdurch kann die Konservierung der an einem Tag eingebrachten Futterschicht in einer Nacht durchgeführt und gleichzeitig eine Stromersparnis gegenüber der Konservierung ohne Stufentransformator erzielt werden. Erwähnenswert sind auch die Versuche, während der Durchleitung des Stromes den Futterstock abzupressen. Auch hierdurch kann die Konservierungsdauer verkürzt werden.

Zum Schluß noch ein kurzes Wort über Elektrowärme: Der Gedanke, der Hausfrau durch Einführung des elektrischen Betriebes die Arbeit zu erleichtern, führte allmählich über die Motorisierung zur Wärmeversorgung des Haushaltes auf elektrischem Wege. Diese Tendenz wird durch eine geeignete Tarifgestaltung seitens der Elektrizitätswerke gefördert, die im Kochstromkonsumenten einen willkommenen Abnehmer erblicken und allgemein besonderes Entgegenkommen in den Strompreisen bei der Abnahme von Nachtstrom zeigen.

Mehr denn je stand daher die Entwicklung der Elektroheizung im vergangenen Jahr unter der Devise „Im Dienste der Hausfrau". Die Industrie hat für diese Zwecke eine Reihe besonders geeigneter Küchenapparate, Herde, Brat- und Backöfen geschaffen. Für Nachtstrom wurden Heißwasserspeicher, Waschautomaten und ähnliche Speicherapparate neu durchgebildet.

Bei dem steigenden Absatz in diesen Apparaten war es der Elektroindustrie möglich, in Serienfabrikation zu arbeiten und zu entsprechend billigeren Preisen zu verkaufen. Dies hat die weitere Verbreitung dieser Einrichtungen sehr gefördert, da es nunmehr auch dem weniger Bemittelten möglich ist, sich die Apparate zu beschaffen und zu billigem Tarif zu betreiben.

Bevorzugt werden insbesondere Apparate mit hohem thermischen Wirkungsgrad, um mit anderen Beheizungsarten konkurrieren zu können. Diese Bedingung wurde durch die Konstruktion geeigneter Sparapparate mit guter Wärmeisolation und selbsttätiger Temperaturregelung erfüllt.

Gute Fortschritte hat auch die Einführung elektrischer Großküchen gemacht. Fabriken, Krankenhäuser und Altersheime, Restaurants, Hotels und anderweitige Betriebe sind mit zentralen elektrischen Kücheneinrichtungen mit bestem Erfolge eingerichtet worden. Solche Küchen zeigten sich bei einem angemessenen Strompreis auch wirtschaftlich allen anderen Beheizungsarten überlegen.

In der Landwirtschaft wurde der Speicherkessel immer mehr und mehr zum Futterdämpfen und Warmhalten, zur Warmwasserbereitung für Tränk- und Badezwecke sowie zum Wäschekochen und für Schlachtzwecke benutzt. Er arbeitet meistens des Nachts und ist ein wertvoller Freund des Landwirts und besonders seiner Frau geworden.

Meine sehr verehrten Herren! Ich bin am Ende meines Überblicks über die im abgelaufenen Berichtsjahr erzielten Leistungen und Fortschritte der deutschen Elektrotechnik. Die Übersicht zeigt, daß auch in diesem Jahr unsere Wirt-

schaftler und Forscher, unsere Konstrukteure und Organisatoren, unsere Ingenieure, Kaufleute und Arbeiter mit größter Anspannung und zielbewußt weiter gestrebt und erfolgreich gearbeitet haben.

Was uns die Zukunft bringen wird, kann man nicht voraussagen. Wie sie sich aber auch gestalten mag, sie wird den deutschen Kopf- und Handarbeiter stets auf seinem Posten finden. So lassen Sie mich schließen mit der Hoffnung, daß es uns auch im nächsten Jahre vergönnt sein möge, stolz auf weitere Fortschritte in der deutschen Elektrotechnik zurückblicken zu können.

Ich erteile nunmehr das Wort dem Vertreter der Reichs- und Staatsbehörden, Herrn Ministerialdirektor Professor Dr. Gleichmann.

Gleichmann, Berlin: Sehr geehrte Herren! Namens der deutschen Reichs- und Staatsbehörden und der Deutschen Reichseisenbahn-Gesellschaft überbringe ich Ihnen den wärmsten Dank für die freundliche Einladung zur XXXIII. Jahresversammlung und die aufrichtigsten Wünsche für ihren erfolgreichen Verlauf. Als großer Verband pflegt der VDE, wie andere Fachverbände, den Meinungsaustausch über wichtige Fachgebiete; jede Jahresversammlung erhält durch die Behandlung eines besonderen Gegenstandes ihr eigenartiges Gepräge. In der letzten Jahresversammlung wurde das 50jährige Jubiläum des Fernsprechers in Deutschland gefeiert und die Spitzendeckung im Kraftwerk verhandelt. Die diesjährige Versammlung ist der elektrischen Zugförderung gewidmet. Aber mit dieser Art zu arbeiten, würde der VDE keine besondere Stellung im öffentlichen Leben und in der Technik einnehmen. Der VDE hat sich eine ganz besondere Aufgabe gestellt in der richtigen Erkenntnis, daß der so vielseitig verwendbare elektrische Strom nur dann zum Segen der Menschheit gereichen wird, wenn die Elektrizität sicher hergestellt und fortgeleitet und in den zahllosen Verbrauchskörpern für Licht-, Kraft-, Heiz- und Kochzwecke in Millionen Händen zuverlässig und gefahrlos gehandhabt werden kann. Der Verband hat Vorschriften aufgestellt, die für den Bau und Betrieb von Starkstromanlagen maßgebend sein sollen, und zwar Vorschriften, die in Rücksicht auf Lebens- und Feuergefahr eingehalten werden müssen, Normen, die in bezug auf den Aufbau eingehalten werden sollen, und Leitsätze, deren Angaben der Beachtung empfohlen werden. Der VDE hat sich mit dieser Arbeit aus allen deutschen Fachkreisen ein außerordentliches Verdienst um die gesunde Entwicklung der Elektrotechnik und der elektrotechnischen Wirtschaft erworben. Das muß unumwunden ausgesprochen und anerkannt werden, und daß sein Vorgehen richtig war, beweist die Tatsache, daß die Fachverbände in anderen Ländern seinem Beispiel gefolgt sind. Die Verbandsvorschriften sind allgemein anerkannt und in allen Streitfällen entscheidend; sie sind ein stilles Gesetz geworden. Solche Vorschriften und Normen bergen aber die Gefahr in sich, die Entwicklung erstarren zu lassen. Daß der Verband in diesen Fehler nicht verfallen ist, das zeigt die Weiterentwicklung der Vorschriften, Normen und Leitsätze auf Grund der Erfahrungen. Aus dem bescheidenen Bändchen in Taschengröße von 1898 ist nach 30 Jahren gewissermaßen ununterbrochener Tätigkeit als 15. Auflage des Vorschriftenbuches von 1928 ein stattlicher Band von 780 Seiten geworden. Eine Unsumme von Erfahrungen und ernster wissenschaftlicher Arbeit ist in diesem wertvollen Buch zusammengetragen. Dem Verband Deutscher Elektrotechniker gebührt für diese seine Tätigkeit der Dank der Öffentlichkeit. Wir wünschen ihm, daß er als treuer Hüter der Elektrotechnik in Deutschland erfolgreich weiterarbeiten möge, und daß ihm immer Männer zur Seite stehen, die, uneigennützig und aus reicher Quelle eigener Erfahrung schöpfend, ihm ihre Kraft zur Verfügung stellen, damit die Elektrizität in Erzeugung, Verteilung und Verbrauch immer mehr verbilligt die willige und billige Dienerin des ganzen deutschen Volkes werde. (Beifall.) *(Forts. folgt.)*

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 2. X. 1928, abds. 8h, T. H. Hörsaal 42: Vortrag Obering. Kähler „Dampfturbinen im allgemeinen, Konstruktionsgrundlagen und Aufbau."

Elektrotechn. Verein zu Aachen. 3. X. 1928, abds. 8h, Hörsaal des Elektrot. Inst. d. T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. Heintz, „Neue Motorenmodelle der SSW" (m. Lichtb. u. Vorführ.).

Elektrotechn. Gesellschaft zu Frankfurt a. M. 3. X. 1928, abds. 8h, Kunstgewerbe-Schule, Neue Mainzer Str. 49: Lichtbilder-Vortrag Dipl.-Ing. Frei, „Prakt. Lichttechnik".

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Grundsätzliches zur Kontrolle der im Gebrauch befindlichen Isolier- und Dampfturbinenöle.

Die Arbeit des Herrn Dr. BAADER in der ETZ 1928, S. 967, enthält eine kleine Ungenauigkeit insofern, als die Internationale Elektrotechnische Kommission nicht vorschreibt, daß das Öl in Transformatoren höchstens bis 55° erhitzt werden darf, sondern daß die Temperatur-Erhöhung des Öles nicht mehr als 55° betragen solle. Da den IEC-Vorschriften zur Zeit eine höchste Raumtemperatur von 40° zugrundeliegt, ergibt sich eine Öl-Grenztemperatur von 95°, genau wie in den deutschen Vorschriften.

Bln.-Oberschöneweide, 28. VI. 1928.

Dr. Georg Stern.

Erwiderung.

Bei der Angabe, daß nach den Vorschriften der Internationalen Elektrotechnischen Kommission Transformatorenöl bis höchstens 55° erhitzt werden dürfte, stützte ich mich auf den in der ETZ 1928, S. 161 veröffentlichten Bericht des Deutschen Komitees der Internationalen Elektrotechnischen Kommission über die Tagung der genannten Kommission in Bellagio. Der auf die Erwärmung von Transformatorenöl bezügliche Absatz dieses Berichtes (S. 162) spricht zwar von einer „Erwärmung" bzw. „Grenzerwärmung", läßt aber nicht erkennen, ob „Erwärmung auf 55°" oder „Erwärmung um 55°" gemeint sei. Aus dem Zusammenhang heraus erschien mir unzweifelhaft das erstere als das Richtige, weil ich im anderen Falle einen Hinweis auf den Absatz III S. 163 oder eine ausdrückliche Erwähnung der Ausgangstemperatur erwartet hätte. Nachdem der in Frage stehende Text schon wiederholt zu auseinandergehenden Ansichten über die Grenztemperatur geführt hat, begrüße ich es, daß Herr Dr. STERN die Gelegenheit benutzt hat, um den Punkt klarzustellen.

Hürth, 11. VIII. 1928. Baader.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Meßwandler, ihre Theorie und Praxis. Von Dr. I. Goldstein. Mit 130 Textabb., VII u. 166 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geh. 12 RM, geb. 13,50 RM.

Eine besondere Abhandlung über Meßwandler ist zweifellos erwünscht, nicht nur, man kann sagen weniger, von seiten der Konstrukteure als von seiten der Verbraucher, die bei der Projektierung von den Meßwandlern nur zwei Seiten interessieren: Leistung, thermische, dynamische und elektrische Sicherheit. Die Frage der erreichbaren Genauigkeit ist technisch nicht so bedeutend, für Höchstleistungen auf diesem Gebiet genügen die Einzelarbeiten.

Der Verfasser ist im Transformatorenwerk der AEG tätig, er begründet damit auch die Tatsache, daß er fast ausschließlich AEG-Material zur Darstellung brachte, infolge seiner Stellung sozusagen bringen mußte. Der Berichterstatter glaubt aber, daß das keineswegs notwendig wäre, er weiß aus seiner eigenen Erfahrung, daß man zwar aus Bequemlichkeit am liebsten auf das Material der eigenen Firma zurückgreifen wird, daß man aber damit nie ein Werk, das nicht rein theoretisch ist, vollständig machen kann und unbedingt auch aus dem reichen Schatz fremder Ausführungen schöpfen muß. Es wäre sicher kein Schaden für die Firma des Verfassers entstanden, wenn der Verfasser die auf dem Meßwandlergebiet so überaus bedeutsame und aufsehenerregende Konstruktion des Querlochwandlers nicht mit einer einzigen Abbildung und ganzen fünf Zeilen Text abgefertigt hätte. Von dem viel weniger glücklich konstruierten entsprechenden Modell seiner Firma hat er dafür vier Bilder (50,



51, 51 a, 87) gebracht. Auf dem Gebiete der Spannungswandler ist, wohl aus ebensolcher übertrieben großen Rücksicht auf die Interessen der eigenen Firma, der interessante, für Höchstspannungsanlagen bedeutungsvolle Kaskadenspannungswandler ganz und gar unerwähnt geblieben.

Das Werk kann demnach nicht als eine dem heutigen Stand der Technik vollkommen Rechnung tragende Darstellung angesprochen werden, es fehlt manches, was nicht fehlen sollte. Trotzdem ist das, was uns vorliegt, ein sehr gutes Buch, das sich vor allem der theoretischen Behandlung der Stromwandler, der Vorausberechnung der Eigenschaften und der Förderung des Verständnisses der physikalischen Erscheinungen mit großem Geschick in klarer Darstellung widmet. Das Buch kann jedem, der in die Wirkungsweise des Stromwandlers eindringen will, oder der sich mit der Berechnung von Wandlern zu befassen hat, aufs beste empfohlen werden. Die Ausstattung des Buches ist erstklassig, wie man das beim Verlag Springer gewohnt ist. Keinath.

Elektrizitätswirtschaft. Von Dr.-Ing. R. Fischer (Sammlung Göschen Bd. 995.) Mit 54 Textfig., 8 Taf. u. 148 S. in 16°. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1928. Preis geb. 1,50 RM.

Der Verfasser ist in dem vorliegenden Bändchen einem längst gefühlten Bedürfnis der Elektrizitätswirtschaft nachgekommen, dem Wirtschaftler sowie dem projektierenden Ingenieur Zahlenmaterial zuzuführen, dessen er für seine Zwecke bedarf. Wenn auch dieses entsprechend dem in der Sammlung Göschen zur Verfügung stehenden relativ geringen Raum nicht umfassend und für alle Zwecke geeignet sein kann, so gibt es doch hinreichende Handhabe und Unterlagen für die Beurteilung bestehender und für die Projektierung neuer Anlagen. Ein Vorzug des Buches ist, daß es dem Leser, der sich mehr in die Materie vertiefen und die Werte kritisch behandeln will, mit ausgiebigem Quellenmaterial an die Hand geht, so daß er in der Lage ist, mit Benutzung dieses noch tiefer zu schürfen. In klarem und übersichtlichem Aufbau hat der Verfasser das umfangreiche Gebiet der Elektrizitätswirtschaft zusammengestellt. So behandelt er nach einer kurzen Einleitung zunächst das Energievorkommen und den Energiewert. Ihm schließt sich der leider von der Statistik immer noch stiefmütterlich behandelte Elektrizitätsbedarf an. In den folgenden beiden Teilen wird die Elektrizitätserzeugung und -verteilung erörtert; auch die Fragen: Örtliche Stromerzeugung oder Fernstrombezug? sowie Verkupplung von Kraftwerken werden, allerdings nur kurz, gestreift. Der Strompreisbildung und den Tarifen werden einige Seiten gewidmet, dsgl. auch den verschiedenen Stromverbrauchern in ihrer Eigenart und ihrer Bedeutung für den Stromverkauf.

Der zweite Teil des Buches behandelt, freilich nur in ganz rohen Zügen, die Organisation der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft in Deutschland und einigen ausländischen Staaten. Besonders wird hierbei die große Bedeutung der gemeinsamen Gesichtspunkte hervorgehoben, z. B. der technische und wirtschaftliche Zusammenschluß, die Beteiligung der öffentlichen Hand u. a. m. Die Entwicklungsaussichten der Elektrizitätswirtschaft werden kurz berührt.

Da es nicht möglich ist, an dieser Stelle auf alle Einzelheiten des Buches einzugehen, sollen hier nur ganz wenige Punkte, die der Kritik bedürfen, erörtert werden. So ist z. B. (S. 7) als der geniale Wirtschaftler und Ingenieur, der Vorkämpfer der Elektrizitätswirtschaft, der dieser in den ersten Jahrzehnten ihres Daseins Ziel und Richtung gab, nur Emil Rathenau hervorgehoben. Bei allen seinen Verdiensten dürfen jedoch die eines Mannes wie Werner Siemens und in späteren Jahren Klingenbergs, wie anderer führender Persönlichkeiten der Elektrizitätswirtschaft, nicht vergessen werden. Bei der Zusammenstellung des Elektrizitätsbedarfs verschiedener Länder (S. 31) wäre noch anzugeben, ob in diesem nur die Stromabgaben der öffentlichen Elektrizitätswerke oder auch die der Eigenwerke, d. h. solcher Werke, die den Strom nicht an Dritte liefern, einbegriffen sind. Für Deutschland trifft die Zusammenstellung beider zu. Auch gibt der Bedarf je Einwohner kein klares Bild, sobald nicht auch die Stromdichte je 1 km² beigefügt ist, denn die Siedlungsdichte eines Landes spielt für die Beurteilung seines Strombedarfs eine große Rolle. Auf S. 68 ist anscheinend ein Druckfehler unterlaufen, es muß nicht heißen Tafel V, sondern Tafel VII. Erwünscht wäre in Fig. 34 (S. 75) die Angabe des Heizwertes der Steinkohle sowie eine Umrechnung des Wärmeverbrauchs in WE/kWh. Auf S. 78 muß es statt Zahlentafel 29 Zahlentafel 30 heißen. Ferner ist auf S. 82 in Fig. 35 ein Additionsfehler unterlaufen; der errechnete Prozentsatz beträgt nicht 18,8 sondern 15,8 %. Der Stromverbrauch des „Elektroökonom" (S. 93) von nur 0,1 kWh je Kopf und Mahlzeit scheint mir sehr gering.

Diese wenigen Monita sollen jedoch den Wert des Buches nicht herabsetzen. Es ist das unbestreitbare Verdienst des Verfassers, sich als erster literarisch an eine umfassendere Behandlung der technischen und wirtschaftlichen Grundlagen der Elektrizitätswirtschaft herangewagt zu haben. Wenn auch die angegebenen Zahlen und Werte nicht immer für jeden Fall und für jedes Projekt zutreffen mögen, so geben sie dem Interessenten doch geeignete Winke und wertvolle Handhaben für seine Arbeiten. Solange kein umfassenderes Werk auf diesem Gebiet erscheint, kann das hier besprochene als ein Vademekum für jeden Ingenieur und Wirtschaftler gelten.

Windel.

Neue Zeitschriften.

„Westnik teoritítscheskoi i experimentalnoi elektrotechniki" (Der Bote der theoretischen und experimentellen Elektrotechnik). Herausgegeben vom russischen staatlichen experimentellen elektrotechnischen Institut, Moskau. Preis eines Heftes 1 Rbl. 25 K. Jahresabonnement 12 Rbl.

Diese im Januar 1928 erstmalig erschienene Monatsschrift des russischen staatlichen experimentellen elektrotechnischen Instituts NTU. WSNH., stellt sich zur Aufgabe, ein Zentralorgan aller russischen elektro- und physikalisch-technischen Laboratorien und Forschungsinstitute zu werden. Das mit der Herausgabe beauftragte Kollegium besteht aus den Herren: K. A. Krug, M. A. Bontsch Bruewitsch, A. F. Joffe, W. I. Kowalenkow, M. J. Lapirow Skoblow, M. G. Ewreinow, K. J. Schenfer und N. A. Lewitzky.

Wie der Vorsitzende des Kollegiums K. A. Krug in den einleitenden Worten des 1. Heftes sagt, wurden bisher die Arbeiten und Berichte eines Teiles der staatlichen Forschungsinstitute in Gestalt kleiner Sonderdrucke herausgegeben und fanden aus diesem Grunde nicht die nötige Verbreitung. Die Arbeiten eines großen Teiles verwandter Institute, z. B. Fabriklaboratorien, wurden überhaupt nicht veröffentlicht. Nunmehr soll in Gestalt dieser neuen Monatsschrift ein Zentralorgan für alle auf dem Gebiete der Elektrotechnik wissenschaftlich arbeitenden Stellen Rußlands geschaffen werden. Die Zeitschrift soll nicht für die breitere Masse bestimmt sein, wie es z. B. „Elektritschestwo" tut, sondern ein gewisses wissenschaftliches Niveau bewahren und sich mit den aufgeworfenen Problemen tiefer und eingehender befassen.

Die zwei ersten Hefte des Westnik vom Januar und Februar 1928 enthalten eine ganze Reihe von Aufsätzen aus dem Gebiete der Elektrotechnik und der Elektrowirtschaft. Es wechseln experimentelle Untersuchungen mit längeren theoretischen Betrachtungen ab. Viele Aufsätze behandeln Vorschläge zur Vereinfachung oder Verbesserung der jetzt üblichen Meßmethoden und Rechnungen. In anderen wird die Theorie elektrischer Maschinen entwickelt, ein Gebiet, auf dem die russische Fachliteratur noch arm zu sein scheint. Dem wissenschaftlichen Werte nach sind die Arbeiten der ersten zwei Hefte sehr verschieden. Neben wirklichen Originalaufsätzen lehnen sich manche Darstellungen an ausländische Vorbilder an. Einzelne Arbeiten sind rein beschreibender Natur, stark ins Einzelne gehend, und haben den Zweck, die inländischen Fachkreise mit einem einmalig vorhandenen Apparat bekannt zu machen. Leider haben nur die wenigsten Aufsätze Angaben über die einschlägige Literatur.

Die Ausstattung der Zeitschrift leidet an Uneinheitlichkeit, es sind ungleiche mathematische Schriftsätze in verschiedenen Aufsätzen verwendet. Die Abbildungen sind der Ausführung nach auch recht verschieden. Die Zeitschrift ist von den Herausgebern offenbar auch für das Ausland bestimmt, denn die Titel und kurze Inhaltsangaben der Aufsätze sind außer in Russisch auch in Deutsch, Englisch oder Französisch abgedruckt.

Nach Überwindung einiger Kinderkrankheiten wird dieser junge Zweig russischer Wissenschaft, die auf anderen Gebieten so Vorbildliches geleistet hat, auch uns im Auslande recht viel zu sagen haben, darum ist diese Neuerscheinung zu begrüßen. Ulbrich.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Ungarns elektrotechnischer Außenhandel. — Die Lage der ungarischen Elektroindustrie hat sich auch 1927 noch nicht wesentlich gebessert, und ihre Leistungsfähigkeit konnte nur zu weniger als der Hälfte ausgenutzt werden. Günstiger als in den Vorjahren war der Geschäftsgang des Elektrohandels, wenngleich die Ausfuhr gegenüber 1926, wie die Zahlentafel zeigt, mengenmäßig teilweise nennenswert zurückgegangen ist.

Erzeugnisse	Einfuhr in dz		Ausfuhr in dz	
	1927	1926	1927	1926
Dynamos, Motoren, Transformatoren	7 268	4 545	13 339	19 656
Akkumulatoren, Batterien und Teile solcher	524	294	562	175
Anlasser, Regulierwiderstände usw.	3 896	2 198	1 557	2 910
Meß- und Signalapparate	120	57	20	44
Elektrizitätszähler	248	306	1 125	1 585
Glühlampen	475	319	9 556	9 535
Heiz- und Kochvorrichtungen	163	129	—	11
Isolierrohre, Leitungschutz	655	389	277	407
Telegraphen- u. Fernsprechapparate	882	872	2 139	1 679

Abgesehen von Elektrizitätszählern hat die Einfuhr zugenommen, u. zw. bei Maschinen und Transformatoren um 2723 dz und bei Anlassern, Regulierwiderständen usw. um 1698 dz. Hauptherkunftsland für Maschinen usw. war Österreich und sodann Deutschland, aus dem auch ein beträchtlicher Anteil des übrigen Imports stammte. Die Ausfuhr weist nur bei Akkumulatoren und Batterien, Glühlampen und Schwachstromapparaten eine Steigerung auf, dagegen bei Dynamos, Motoren und Transformatoren eine Verringerung um 6317 dz, bei Widerständen um 1353 dz. Hauptbestimmungsländer waren für Maschinen Italien, Brasilien und Österreich, für Akkumulatoren und Batterien Bulgarien, für Widerstände, Regulatoren usw. Österreich und für Glühlampen Deutschland, ferner Südslawien und Rumänien. Dem Installationsgewerbe bot die erhöhte Bautätigkeit größere Arbeitsmöglichkeiten; das von ihm benötigte Material konnte die heimische Industrie zur Verfügung stellen. *P. P.*

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Die Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile ist im Mai 1928 wertlich auf 9 850 961 $ angewachsen, d. h. auf 1 244 052 $ oder 14 % mehr als im Vormonat (8 606 909 $) und auf 843 073 $ oder 9 % mehr als im gleichen Monat des Vorjahres (9 007 888 $). Diese Zunahme betraf hauptsächlich kleinere Gleichstromgeneratoren, Taschenlampenbatterien, Meßinstrumente, Eisenbahnmotoren, zum größten Teil auch Radiogerät, nicht näher bezeichnete elektrische Apparate und Kühlvorrichtungen bis zu 1 ton Leistungsfähigkeit. Der Wert der exportierten großen Wechselstromerzeuger, Akkumulatoren, Gleichrichter usw. sowie der Metalldrahtlampen, Scheinwerfer und des isolierten Leitungsmaterials aus Kupfer war geringer als 1927.

Der Juni erbrachte in der Ausfuhr 9 243 320 $, also im Vergleich zum Vormonat (9 850 961 $) 607 641 $ oder 6 % weniger, aber gegenüber dem Juni 1927 (7 663 154 $) 1 580 166 Dollar oder 21 % mehr. Diesmal zeigen besonders Batterien, Taschenlampen, einzelnes Radiogerät, Fernsprechschalttafeln, Eisenbahnsignaleinrichtungen, nicht weiter spezifizierte elektrische Apparate und wieder die oben genannten Kühlvorrichtungen höhere Werte. Die Lieferungen der V. S. Amerika im Berichtsmonat betrugen nach Europa 1 975 195 $ (England: 733 042 $, Belgien: 255 093 $), nach der westlichen Halbkugel 5 452 778 $ (Kanada: 2 412 075 $, Argentinien: 777 210 $) und nach Asien, Afrika und Ozeanien 1 815 347 $ (Australien: 549 016 $, Japan: 299 314 $).

Für das erste Halbjahr 1928 ergeben sich folgende Monatsbeträge und eine Erhöhung der elektotechnischen Ausfuhr gegen den gleichen Abschnitt von 1927 um rd. 4 Mill. $ oder 8 %:

Monat	Ausfuhr in Mill. $	
	1928	1927
I.	7,981	7,973
II.	7,867	7,104
III.	9,668	8,668
IV.	8,607	8,846
V.	9,851	9,008
VI.	9,243	7,663
	53,217	49,262

[1] Nach El. World Bd. 92, 1928, S. 93, 437. Vgl. ETZ 1928, S. 1356.

Die Elektrotechnik im Produktionsplan der Sowjetindustrie für 1928/29. — Das Präsidium des Obersten Volkswirtschaftsrats der UdSSR hat hinsichtlich des Wirtschaftsjahres 1928/29 für die elektrotechnische Industrie eine Steigerung der Erzeugung um 35 % vorgesehen. Ihre Gestehungskosten sollen um 8 % herabgesetzt werden.

Vorgänge im Ausland. — Die Allmänna Svenska Elektriska A. B., welche s. Z. eine bedeutende Konzession in Sowjetrußland erwarb, hat ihre Anlagen in Jaroslaw auf eine neue Gesellschaft, die Svenska Elektro-Konzessionen übertragen, die bei mindestens 10 Mill. Kr Aktienkapital elektrische Maschinen, Apparate usw. herstellen und vertreiben soll.

Aus der Geschäftswelt. — Anfangs September ist durch die Tagespresse die Nachricht verbreitet worden, daß die Siemens & Halske A. G. an ihrer früheren englischen Tochtergesellschaft, der heute mit rd. 0,25 Mill. £ arbeitenden Siemens Bros. & Co., Ltd. Interesse genommen habe, und daß diese Transaktion in erster Linie das Schwachstromgebiet betreffe. Wie S & H hierzu bemerken, waren vor dem Kriege die Aktien der Siemens Bros. & Co. vollständig in ihrem Besitz, und die Arbeitsgebiete beider Firmen entsprachen sich im wesentlichen. Das Starkstromgebiet, welches in Deutschland in den Händen der SSW liegt, wurde in England durch die Siemens Bros. Dynamo Works betrieben, deren Aktien wiederum Siemens Bros. & Co. gehörten. Während des Krieges wurden die Aktien letzterer von der englischen Regierung enteignet, im offenen englischen Markt verkauft, und die Gesellschaft unter dem alten Namen weitergeführt. In die Satzungen wurde ferner die Bestimmung aufgenommen, daß nur ein geringer Teil der Aktien (Namensaktien) im Besitze von Ausländern sein dürfe. Siemens Bros. & Co. haben das Starkstromgeschäft vor einigen Jahren an die English Electric Co. verkauft. Das Schwachstromgeschäft wird unter dem alten Namen weiter betrieben, woraus sich die Unzuträglichkeit ergeben hat, daß zwei Gesellschaften unter dem gleichen Namen Siemens auf manchen Gebieten in der Welt miteinander in Konkurrenz stehen. Es kann bei der in England fortschreitenden Konzentration für S & H auch nicht gleichgültig sein, welche Gruppe eventuell einen juristischen Anspruch erwerben könnte, über den Namen zu verfügen. Auf der anderen Seite ist der Wunsch verständlich, die Weiterentwicklung der Technik auf der früheren Grundlage der Zusammenarbeit fortzusetzen. Aus diesen Gründen sind Besprechungen eingeleitet worden, ob für gewisse technische Gebiete ein Patent- und Erfahrungsaustausch in Verbindung mit Vereinbarungen über die Konkurrenz auf dem Weltmarkt wieder aufgenommen werden soll unter der Voraussetzung, daß in der Art des Besitzverhältnisses wesentliche Änderungen nicht eintreten. Ob eine formelle finanzielle Interessennahme, die aber aus den oben erwähnten Gründen für S & H nur gering sein könnte, zu einem späteren Zeitpunkt vorgenommen wird, ist heute noch nicht vorauszusagen. Auch die englische Gesellschaft hat sich nach El. Review zu der Angelegenheit in ähnlichem Sinne geäußert. — Die Städtischen Werke A. G. Stolp ist mit 50 400 RM Stammkapital in eine G. m. b. H. umgewandelt worden. — Vertrieb und Fabrikation elektrotechnischer Erzeugnisse sind Gegenstand der in Breslau mit 20 000 RM eingetragenen Kabelvertriebsgesellschaft Schlesien m. b. H. — In Berlin wurde die Vertriebs-Gesellschaft für Mehrfachsicherungen m. b. H. mit 20 000 RM Stammkapital gegründet. — Zur Versorgung der Bevölkerung mit Energiemitteln aller Art usw. sowie insbesondere zwecks Betriebsführung und weiteren Ausbaus des Elektrizitätswerks Riesa haben dort u. a. die Elektricitätswerke-Betriebs-A. G. in Riesa und die Sächsische Staatsbank, Dresden, mit 1 Mill. RM Grundkapital die Elektrizitätswerk Riesa A. G. errichtet. — Die Verkehrsdeputation der Berliner Stadtverwaltung und soeben auch der Magistrat haben einem Antrag zugestimmt, nach dem der gesamte Besitz der Berliner Straßenbahn-Betriebs-A. G., der Gesellschaft für Hoch- und Untergrundbahnen und der Allgemeinen Berliner Omnibus A. G. in einer Berliner Verkehrs-A. G. mit 400 Mill. RM Kapital vereinigt werden soll.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 254: Wer stellt das Orka-Gebläse her?

Abschluß des Heftes: 22. September 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

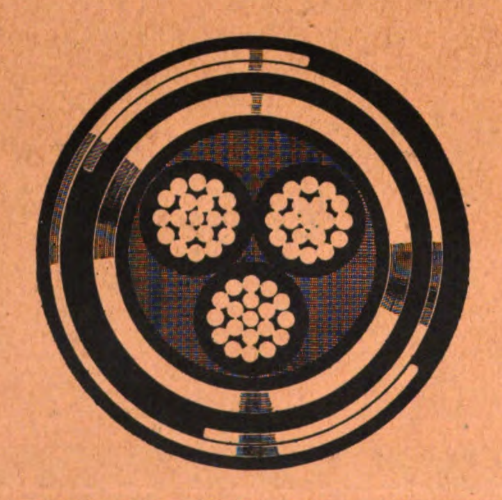
7 X

ETZ

LEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



EFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 4. OKTOBER 1928
—1496)



Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24
49. Jahrgang Berlin, 4. Oktober 1928 Heft 40

UMSCHAU.

Neuere Entwicklung der Schaltanlagen.

Der Aufbau der Schaltanlagen in den letzten Jahren wurde besonders beeinflußt durch die gegen früher noch gesteigerten Forderungen an ihre Betriebsicherheit und stand damit im engen Zusammenhang mit den Eigenschaften und dem heute erreichten Stand der Technik der Schaltapparate, vor allem der Ölschalter. Einmal haben die Mängel, die sich bei ihnen in schon weiter zurückliegender Vergangenheit, aber auch vereinzelt in den letzten Jahren weniger in neueren als in veralteten Anlagen mit Schaltern von zu geringer Kurzschlußleistung gezeigt hatten, die Bauform von Neuanlagen beeinflußt; gleiches gilt aber anderseits auch von den Verbesserungen an Ölschaltern, durch die ihre Schaltleistungen erhöht wurden, ferner ist dazu zu rechnen bessere Kenntnis ihres Verhaltens unter schweren Betriebsverhältnissen, wie sie künstlich bei Netzkurzschlußversuchen herbeigeführt werden können. Wir werden daher die Neuerungen im Schaltapparatebau bei unserer Rundschau streifen müssen, die wir nicht glauben allein auf das Jahr 1927 beschränken zu sollen.

Die Entwicklung der Schaltanlagen ist aber natürlich in den letzten 3 ... 4 Jahren auch abhängig gewesen von der allgemeinen elektrotechnischen Entwicklung, die sich für Deutschland, das wir in erster Linie berücksichtigen werden, etwa in folgenden Richtungen bewegt: 1. Vergrößerung der großstädtischen Erzeugungs- und Verteilungsanlagen, die besonders stark seit Ende der Inflation in noch immer anhaltendem Maße steigt. 2. Ausbau der Höchstspannungsnetze, die Provinzen und Länder versorgen und meist schon unter sich verbunden sind, dabei die Elektrizitätswerke der mittleren und kleinen Städte aufsaugen und Großstädten Fernstrom-Zuschuß liefern. 3. Ausbau der vorhandenen, gelegentlich auch Neuanlage von Industrie-Zentralen; diese treten aber gegenüber der Vorkriegszeit, wo sie die Hauptträger der Entwicklung waren, etwas zurück. Die großen Werke schließen sich auch heute meist schon als Großabnehmer, aber auch als Stromlieferanten an die großstädtischen und Fernübertragungsnetze an.

Bei der Erweiterung der Großstadtkraftwerke zu immer höheren Leistungen ist für die Kraftwerke selbst und auch für ihre Unterwerke die Betriebsicherheit der Ölschalter für mittlere Hochspannungen von größter Bedeutung geworden. Hier haben die Hochleistungschalter, die seit etwa 5 Jahren und länger von allen einschlägigen Firmen mit noch charakteristischen Unterschieden fast unverändert bis heute gebaut werden, die früher allein vorhandenen Serienschalter verdrängt. Diese werden in verbesserter Form in Schaltstellen mit geringerer Kurzschlußleistung noch verwendet; über die Größenordnung ihrer Schaltleistung werden in ihrer neuen Normalisierung durch den VDE, in den R.E.H./1928, auf Grund von Erfahrungen Angaben gemacht (z. B. für „Reihe 30": 60 000 kVA). Die immer stärkere Verflechtung des Lebens in der Großstadt mit dem Elektrizitätsverbrauch erfordert eine mit allen zur Verfügung stehenden technischen Mitteln erreichbare Sicherheit der Elektrizitätslieferung. Dies führte auch für die Großstadtwerke zu Einbauweisen der Schaltapparate, die eine örtliche Begrenzung einer auftretenden Störung und die Aufrechterhaltung des übrigen Betriebes zur Hauptbedingung machten. Die Forderung nach guter Übersichtlichkeit hat dabei zur Hallenbauweise geführt. Für die in Frage kommenden Spannungen werden hierbei allerdings die Schalter mit ihren Öltöpfen nicht, wie ursprünglich bei Höchstspannung, in gerade passende Gruben in den Boden versenkt. Zwar ragen auch bei Mittelspannung die Ölschalter nur mit ihrem mechanisch sehr fest ausgebildeten Deckel und dem Oberteil der Durchführungen in die eigentliche Schaltanlage hinein; die Öltöpfe aber werden entweder in Einzelkammern eingehängt (BBC) oder sie hängen, ohne gegeneinander abgetrennt zu sein, in einem gemeinsamen mit der Außenluft unmittelbar in Berührung befindlichen Flur (SSW). Statt die Flanschölschalter einzuhängen, kann man sie auch mit Vorteil in die Zellen einfahrbar machen. Es wird dann für jeden Schalter nur für den Teil über dem Deckel eine Abschlußtür benötigt; die Kessel aber können wie vorher bei den eingehängten Schaltern mit der freien Luft in Berührung oder nur durch leichte Türen gegen sie abgeschlossen sein, so daß ein Überdruck nicht auftreten kann. Bei nicht allzu großen Stationen kann man der Hallenbauweise eine gute Übersichtlichkeit nicht abstreiten. Die Stellung der Trennschalter, die zu einem Ölschalter gehören, ist klar ersichtlich.

Bei sehr großen Werken dürfte indessen die Übersichtlichkeit bei der Vielzahl der ankommenden und abgehenden Leitungen doch weniger gewährleistet sein. Aus diesem Grund und weil man vielfach einen völlig in die Zelle eingebauten Ölschalter für betriebsicherer hält, hat sich neben der Hallenbauweise der Zellenbau für mittlere Hochspannung aufrecht erhalten; man hat ihn charakteristischerweise in allerletzter Zeit bei sehr ausgedehnten Werken angewendet. Allerdings führt man heute bei Anwendung von Zellen die Schalter kaum mehr druckfest aus, da bei einem vorkommenden Versagen solche Schalter erst dann zerknallen, wenn der Innendruck sehr hoch angewachsen ist, dem dann auch die normalen Wandstärken von Gebäuden nicht mehr standhalten. Die beim Zellenbau notwendig werdenden Mauerdurchführungen können für die in Frage kommenden Spannungen aus Hohlporzellan-Körpern ohne Füllung bestehen und stellen eine nicht allzu große Verteuerung dar. Auch wird von dem Bedienungspersonal, auf dessen Wünsche beim Bau von Schaltanlagen berechtigterweise Rücksicht genommen wird, die Deckung durch eine Zellenwand vorgezogen, solange man aus Mangel an völliger Sicherheit das Ideal einer in Gebäuden untergebrachten Schaltanlage, die Hallenbauweise mit frei aufgestellten Ölschaltern, bei diesen Spannungen in Deutschland für hohe Leistungen noch nicht anzuwenden wagt.

Es sei hier noch eine Art Vereinigung beider heute nebeneinander angewendeter Bauformen, des Hallen- und Zellenbaues, erwähnt, nämlich des Einbaues von einfahrbaren Ölschaltern der Flanschtype in Zellen derart, daß die in Luft liegenden Hälften der Durchführung wegen des Abschlusses der oberen Kammerhälfte durch einen Eisenblechrahmen, den „Rauchschutz", mit Abschaltgasen nicht in Berührung kommen können, denen, wie bei dem Hallenbau, der Weg ins Freie offensteht. Bei Nichtanbringung einer solchen Schutzmaßnahme können nicht nur die heißen Abschaltgase die Isolierfestigkeit der Luft zwischen spannungführenden Leitungen sofort nach dem Abschalten stark herabsetzen, es können sich auch nachher auf den unter Spannung stehenden Oberflächen von Durchführungen die Kohlenschwaden infolge elektrischer Anziehung niederschlagen; ein Überschlag aus beiden Gründen kann bei dem reinen Zellensystem ohne diesen Rauchschutz zu einem von dem betreffenden Schalter nicht abschaltbaren Kurzschluß innerhalb der Zelle führen, der die Zellenwand zu sprengen vermag.

Man sucht die dynamischen Wirkungen der Kurzschlüsse in den Kraftwerken einmal durch Vergrößerung

des Abstandes der Sammelschienen, durch möglichst große Unterteilung des Betriebes (Mehrfach-Sammelschienen) und dann auch durch Erhöhung der Sammelschienenspannung zu bekämpfen.

Ferner kommt der Einbau von Reaktanzen in die einzelnen Speiseleitungen oder zwischen die einzelnen Sammelschienengruppen immer mehr zur Anwendung. Auch zum Schutz der Eigenbedarfskabel sind sie notwendig, soweit man für den Eigenbedarf in Kraftwerken nicht überhaupt besondere Maschinen laufen hat. Dem Bau der Reaktanzen haben sich eine ganze Reihe deutscher Firmen gewidmet. Bei ihrer Konstruktion sind für den Dauerbetrieb die Erwärmung, auch die infolge Stromverdrängung auftretende, im Kurzschlußfalle die mechanische und die elektrische Stoßfestigkeit des Isoliermaterials genau zu berücksichtigen. Die großen Abmessungen der Reaktanzen bedingen auch eine erhebliche Vergrößerung der Schalträume. Im Schalthaus eines Großkraftwerkes, wie es das Klingenberg-Werk ist, wird z. B. ein ganzes Stockwerk nur für die Reaktanzen notwendig. In Nordamerika hat man neben den luftgekühlten Reaktanzen (in Zement eingegossene der Gen. Electric Co., mit Distanzporzellan versehene der Westinghouse-Ges.) jetzt für höhere Betriebsspannungen über 25 kV eine größere Zahl von in Metallgefäßen eingebauten, ölisolierten und -gekühlten Reaktanzsätzen fertiggestellt, bei denen die drei Phasen wie ein Drehstromtransformator in einem gemeinsamen Kessel zusammengebaut sind[1]; sie können so als Freiluftapparate leicht benutzt werden, während in Europa die Reaktanzen in Freiluftstationen meist offen aufgestellt wurden[2]. Man wird auf die Betriebserfahrungen mit diesen im Dauerbetrieb und im Kurzschlußfalle mit zusätzlichen Wirbelstromverlusten behafteten Schutzapparaten gespannt sein dürfen, die die Zahl der Ölapparate erhöhten. Es mag in diesem Zusammenhang noch auf die größte Luftreaktanz aus dem Lande der Rekorde hingewiesen werden, die zur Erdung eines 13,2 kV-Netzes in Baltimore bestimmt ist und die 80 000 kVA, d. h. 10 000 A bei 8000 V 4 min zu halten hat. Sie wiegt über 8 t und ist nach einer Abbildung in der Gen. El. Rev. Bd. 31, S. 36, über 3 m hoch.

Beim G r o ß k r a f t w e r k K l i n g e n b e r g - A l t - R u m m e l s b u r g, dem größten Stadtwerk von 300 000 kVA, das in letzter Zeit in Deutschland in Betrieb kam, ist das vom Maschinenhaus abgetrennte vierstöckige 30 kV-Schalthaus nach neuen Gesichtspunkten gebaut als nahezu restlos durchgeführter Zellenbau mit zahlreichen, durch alle Stockwerke gehenden Trennwänden quer zur Längsrichtung des Schalthauses. Es erinnert dadurch oberflächlich an manche amerikanischen großstädtischen Schalthochhäuser, ist aber prinzipiell davon verschieden. Grundsatz bei den im letzten Jahrzehnt gebauten amerikanischen Großstadtkraftwerken, z. B. in New York, sowohl bei dem älteren am Hell-Gate als auch bei dem am East River[3], ist die vollständige Trennung der Phasen zur Vermeidung von direktem Zweiphasenkurzschluß. In Hell-Gate ist das siebenstöckige Schalthaus durch zwei senkrecht durchgehende Brandmauern in drei Teile für die einzelnen Phasen unterteilt; die Ölschaltertöpfe der gleichen Phase verschiedener gleichartiger Leitungen (Maschinen- oder Verbraucherleitungen) liegen nebeneinander in einem Stockwerk, die der anderen Phasen parallel dazu in den beiden andern Dritteln des Schalthauses. Die Antriebe durch ein horizontales Gestänge befinden sich in einem besonderen, nicht mehr unterteilten Stockwerk über den Ölschaltern. Bei dem später gebauten Kraftwerk in der Hudson-Avenue wird wieder mit Phasentrennung gearbeitet, diesmal aber mit vertikaler, denn die Phasen liegen im zweiten, dritten und vierten Stockwerk übereinander. Bedient werden die Ölschalter von einem Bedienungsstockwerk aus im fünften Stock. Die Trennschalter sind überhaupt vermieden, da die ganzen Schalter nach dem Ausschalten aus ihrer Einschaltstellung heruntergesenkt werden. Die Sammelschienen und die blanken Leitungen sind gekapselt, während die Ölschaltertöpfe frei im Raum stehen. Beim Klingenberg-Werk werden dagegen drei zusammengehörige ankommende oder abgehende Leitungen als zu schützende Einheit aufgefaßt und vom Keller bis zur offenen Sammelschienenanordnung durch gemeinsame Zellen gegen die Nachbarsteigleitungen abgeschlossen. Die Antriebe gleichartiger Apparate befinden sich im gleichen Stockwerk wie die Apparate selbst. Die als 30 kV-Einleiterkabel ankommenden Leitungen jeder Maschinen-Transformatoreneinheit werden in durchgehenden Steigleitungen in ziemlich großen Abständen voneinander weitergeführt über drei in einer Reihe hintereinanderstehende („in Tandem" angeordnete) Trennschalter mit Fernsteuerung im ersten Stockwerk, über Reaktanzen im zweiten Stockwerk, über Dreikessel-Ölschalter (in Tandem) im dritten Stock und nochmals über doppelte Trennschalter zu den Doppelsammelschienen im vierten Stock. Bei diesen liegen aber die entsprechenden Phasen beider Systeme räumlich nebeneinander. Von den Sammelschienen gehen die Leitungen über die gleichartigen Apparate wieder vertikal nach unten zur Verteilung.

Auch wenn man eine andere als diese neuartige „Querschotten"-Anordnung gewählt hätte, dürfte man bei der großen Zahl ankommender und abgehender Leitungen — das Schalthaus hatte ursprünglich eine Länge von 140 m und ist gerade für die Elektrisierung der Berliner Stadtbahn noch um ein Drittel erweitert worden — auch bei Anwendung des Hallenbaues mit Übersichtlichkeit nicht mehr rechnen können. Hier bleibt nichts als Überwachung des Betriebes von der in diesem Falle (wie auch sonst) vom Schalthaus getrennt liegenden Warte übrig, von wo aus alle Ölschalter und alle Trennschalter dreipolig ferngesteuert werden. Die Schalterstellung wird in der Warte am Schaltbild, das im Einstrichschema die Anlage darstellt, entweder durch elektromagnetische oder durch optische Schauzeichen gemeldet. Bei der Unübersichtlichkeit solcher Großkraftwerksanlagen ist die Fürsorge, daß die Trennschalter nie unter Last gezogen werden können, unerläßlich. Das Bedienungspersonal muß die Möglichkeit haben genau festzustellen, daß keine Spannung mehr in den einzelnen in verschiedenen Stockwerken befindlichen Zellen einer Steigleitung vorhanden ist, bevor es mit Revisionsarbeiten beginnt.

Die wirtschaftliche Verteilung des stark angewachsenen elektrischen Energiebedarfs in Großstädten hat dazu geführt, mit Kabeln für verhältnismäßig hohe Spannungen zwischen 30 und 50 kV zunächst eine Anzahl Hauptunterwerke zu speisen, von denen aus dann mittels niedriger Hochspannung die einzelnen Stadtbezirke versorgt werden. Auch in diesen Hauptunterwerken werden meist Doppelsammelschienen-Systeme angewendet, häufig sogar mit Trennschaltern für Längstrennung. Dort wo es die Verhältnisse gestatten, wird eine Speisungsmöglichkeit von zwei verschiedenen Kraftwerken aus vorgesehen, so daß der Betrieb eines Unterwerks vorübergehend auch nur von einem Kraftwerk aus geschehen kann.

Die starke Vermaschung der Kabelnetze bringt es mit sich, daß der früher vorgeschlagene Überstromschutz nur mit gegenläufiger Zeitstaffelung nicht die genügende Selektivität ergibt. Deshalb ist man nach langen Entwicklungsarbeiten der Konstruktionsfirmen dazu übergegangen, besonders solche Schutzsysteme anzuwenden, die auf das Verhältnis von Spannungsabfall und Überstrom reagieren: der Distanz-Schutz der AEG, neuerdings auch von BBC, und der N-Schutz von Dr. Paul Meyer haben, in Deutschland wenigstens, für die Kabelnetze Bedeutung erlangt. Über Betriebserfahrungen in großstädtischen Kabelnetzen mit diesen Überstromschutz-Systemen, die über längere Zeit gehen, liegen bis jetzt Veröffentlichungen noch nicht vor. In den Höchstspannungs-Freileitungsnetzen des Bayernwerks dagegen sind mit den seit 1923 eingebauten Schutzeinrichtungen wertvolle neue Erfahrungen gesammelt und in der ETZ kürzlich veröffentlicht worden[4]. Die schwankenden Betriebsverhältnisse eines solchen von verschiedenen Punkten gespeisten vermaschten Netzes stellen an den Kurzschlußschutz viel kompliziertere Anforderungen, als anfangs vorauszusehen war. Es sei nur auf eines der Ergebnisse hingewiesen; die Auslösungen der Schalter müssen nach spätestens 3 s erfolgen, da sonst die verschiedenen in das Überlandnetz speisenden Werke außer Tritt fallen. Längere Zeitstaffelungen, wie man sie bei Baumnetzen mit den Auslösevorrichtungen vorgenommen hatte, sind also bei komplizierteren Netzen im Gegensatz zu früheren Annahmen nicht angängig.

Bei den in Gebäuden untergebrachten H ö c h s t s p a n n u n g - S c h a l t a n l a g e n, wie sie in der letzten Zeit von den großen Überlandwerken gebaut wurden, hielten sich auch die beiden Hauptsysteme für umbaute Schaltanlagen, das Zellensystem und die Hallenbauweise, aufrecht. Die Gründe, die die einzelnen Baufirmen in Gemeinschaft mit den verschiedenen Betriebsgesellschaften zu den einzelnen Bauformen geführt haben, sind auf der Danziger VDE-Tagung 1925 eingehend dargelegt und diskutiert worden. Auch seitdem sind noch eine ganze Reihe Anlagen nach der Hallenbauweise teils mit in Betongruben eingehängten Ölschaltern, teils mit Unterkellerung des ganzen Gebäudes für 110 kV gebaut worden. Aber

[1] Gen. El. Rev. Bd. 31, S. 37; The Electric Journ. Bd. 25, S. 131.
[2] Z. B. in denen der Schweizer. Bundesbahnen, auch in den österr. Freiluftstationen.
[3] ETZ 1925, S. 1137.
[4] ETZ 1928, S. 455.

auch das Zellenbausystem ist für Höchstspannungen inzwischen noch ausgeführt worden; im Interesse größerer Betriebsicherheit hat man die Innendurchführungen, 6 je Ölschalter, in Kauf genommen, für die vor allem gut ausgeführte Hartpapierdurchführungen in Frage kommen. Gemeinsam ist fast allen diesen Gebäudestationen das Aufhängen des Doppelsammelschienensystems nebeneinander in der Längsrichtung des Schalthauses unter dem Dach an Hängeketten oder das Verlegen auf festen Stützen, gemeinsam ist auch allen die Anordnung der mit den geerdeten Seiten gegeneinander liegenden Trennschalterpaare zu beiden Seiten der Längsachse des Hauses, sowohl beim Hallenbau als beim Zellenbau. Beim Zellenbau hat man durch Abschrägung der Zellendecken nach dem gemeinsamen Ölschalter-Bedienungsgang zu die an sich schon vorhandene Möglichkeit einer Beobachtung der im ersten Stockwerk untergebrachten Eingangstrennschalter, der Sammelschienen und der Rücken an Rücken liegenden Verteilungstrennschalter verbessert. Die Bedienungsgänge für die Trennschalter laufen beim Zellenbau über die Ölschalter- und Transformatorenzellen hinweg, aber auch beim Hallensystem lassen sich Revisionsgänge, wenn man nicht mit Leitern hantieren will, nicht vermeiden. Als besondere Ausführungsform mag noch erwähnt werden, daß im Gegensatz zu der angeführten normalen Anordnung des Zellen- und Hallenhochbaues das Rhein.-Westf. Elektrizitätswerk (RWE) seit längerer Zeit eine Flachbauweise für Innenstationen anwendet, bei der die Sammelschienen auf Stützisolatoren, die auf ebener Erde stehen, verlegt sind, während die Trennschalter an den Wänden des einstöckigen Schalthauses hängen. Die Ölschalter stehen bei diesen früheren Ausführungsformen des RWE teils in abgeschlossenen, teils in nach rückwärts offenen Zellen. Es mag noch erwähnt werden, daß für umbaute Werke für Höchstspannungen das Hartpapier bei guter Ausführung und guter Lackierung sich in jahrelangem Betrieb für Höchstspannung sehr gut bewährt hat.

In dem Entwicklungsgang, den der Bau von Schaltanlagen besonders für Höchstspannung in den letzten Jahren in Deutschland eingeschlagen hat, ist wohl am auffallendsten der an vielen Stellen festzustellende Übergang zur **Freiluftstation**. Es ist vielleicht nicht uninteressant zu erwähnen, daß noch bei Kriegsende, also etwa 10 Jahre nach dem Bau der ersten amerikanischen Freiluftstationen, von einflußreicher Seite über sie folgendes Urteil gefällt wurde: „Mit Freiluftstationen werden wir uns schon aus rein klimatischen Rücksichten kaum befreunden können; dann aber springt auch bezüglich der Baukosten ein geldlicher Vorteil nicht heraus." Etwa gleichzeitig im Jahre 1919 wurde bei einem zusammenfassenden Bericht über die Schaltanlagen der Kriegszeit in der ETZ ein weniger ablehnendes Urteil gefällt. Man sollte die Freiluftanlagen nicht ohne weiteres von der Hand weisen, sie wären wohl im Krieg, wo die Apparate nicht hätten geändert werden können, nicht ausführbar gewesen. Dagegen findet sich selbst im Jahre 1923 in einem so bekannten Buch wie dem von **Kyser**, Bd. 3[*5], die Bemerkung, daß Freiluftanlagen für uns wohl kaum in Frage kommen könnten, schon mit Rücksicht auf die Betriebsicherheit, eine Auffassung, die damals auch noch weit verbreitet war. Im gleichen Jahre hat wohl als erste der deutschen Elektrizitäts-Erzeugerfirmen das Märkische Elektrizitätswerk eine Freiluftanlage in Mariendorf bei Berlin gebaut, während die benachbarten europäischen Länder mit solchen Anlagen schon vorausgegangen waren. Diese waren aber wohl meist in völliger Anlehnung an das amerikanische Vorbild oder von Amerikanern selbst gebaut worden. Als eine Art Vorläufer wurde in Frankreich unmittelbar nach dem Krieg in Valenciennes durch die Masch.-Fbr. Örlikon eine Halbfreiluftstation gebaut, bei der Ölschalter und Transformatoren in einem einstöckigen Zellengebäude untergebracht, die Trennschalter und Sammelschienen aber außerhalb des Gebäudes an Gittermasten aufgehängt waren. Eine Freiluftstation in St. Etienne im oberen Rhonetal für 120 kV war gebaut wie eine Innenstation; es fehlten nur die Mauern. Wie vorher war auch hier bezeichnend für das nicht übergroße Vertrauen in die Betriebsicherheit, daß man über der ganzen Schaltanlage eine Dachkonstruktion vorgesehen hatte, um, wenn nötig, nachträglich noch ein Dach darüber bauen zu können. Dies hat sich allerdings später nicht als notwendig erwiesen. Im allgemeinen konnte man sich bei den späteren französischen Freiluftstationen[6] von dem Aufbau, wie er innerhalb eines Gebäudes in mehreren Stockwerken ausgeführt wird, nicht losreißen. Vielfach ist die Anordnung der Gittermaste derart, daß diese ein hochstrebendes zusammenhängendes Längsschiff bilden, während in zwei niedrigen Seitenschiffen aus Gittermasten Ölschalter und Transformatoren untergebracht sind, entsprechend der üblichen Anordnung der umbauten Höchstspannungsstationen. Die Doppelsammelschienen sind anfänglich manchmal untereinander im Mittelschiff, dessen Grundfläche frei bleibt, aufgehängt; sie sind dann, weil einzeln sehr schwer zugänglich und gegenseitige Störungen bei Defekten zu befürchten sind, durch einen Zwischenboden gegeneinander abgetrennt (Station Chévilly der Paris—Orléans-Bahn). Mehr aber wird eine Bauart benutzt, bei der die Doppelsammelschienen nebeneinander im Mittelschiff des Gerüstbaues sich befinden. Der Bedarf an Grundfläche wird dadurch größer; bei Belassung der Ölschalter in den Seitenschiffen wird die Zahl der langen Verbindungsleitungen von jedem Ölschalter über 2×3 Trennschalterpole nach den Doppelsammelschienen groß, diese selbst aber dadurch auch lang. Meist hat man daher alle Ölschalter im Mittelgang aufgestellt, die Trennschalter beiderseits unter den Sammelschienen, die teils innerhalb des Mittelschiffs, teils außerhalb an Auslegern hängen. Auch die ersten Schweizer Freiluftstationen sind nach den üblichen amerikanischen Grundsätzen gebaut, vor allem mit hoch auf den Gerüsten stehenden oder daran hängenden Trennschaltern, ebenso die österreichischen Freiluftstationen, von denen die erste im Jahre 1922 errichtet wurde.

In Deutschland selbst aber war auch während des Jahres 1924 und sogar bis 1925 die Freiluftstation eine Seltenheit und Sehenswürdigkeit. Eine deutliche Wendung aber tritt seit etwa 1926 ein. Das lange Zögern mit dem Übergang zur Freiluftstation in Deutschland hat aber auch sein Gutes gehabt, da fast alle bis jetzt bei uns ausgeführten Stationsbauarten teils grundsätzlich, teils in Einzelheiten, insonderheit in der Art der Gerüstkonstruktion, von den Vorgängern im Ausland abweichen. In einem kürzlich erschienenen Aufsatz von Dr. **Probst** in der ETZ 1928, S. 382, sind die meisten der neuen deutschen Freiluftstationsarten für Höchstspannung zusammengestellt. Am konsequentesten hat man wohl bei den beiden in Deutschland nach dem Flachbaustil ausgeführten Freiluftanlagen mit der Erinnerung an die gedeckte Station gebrochen, indem man die Schaltapparate der Schaltstation die Hauptsache sein ließ und die Verbindungsleitungen zwischen ihnen nach den Erfahrungen und Grundsätzen des Freileitungsbaues ausführte. Die ältere Form ist die der Akt.-Ges. Sächsische Werke (ASW), bei der man die Trennschalter leicht zugänglich auf niedrigen Sockeln anordnete. Die bei dieser Ausführungsform um die Trennschalter meist ausgeführten Umzäunungen sind bei der Flachbauart des RWE nicht notwendig, da diese auf Eisengerüsten in 2 m Höhe vom Boden aufgebaut sind. Die Pole stehen aber nun nicht in üblicher Weise nebeneinander, sondern in einer Reihe hintereinander mit allen neun Isolatoren in einer Linie; je ein Außenstützer jedes Pols ist mit den entsprechenden der parallel angeordneten Drehtrennschalter der anderen Abzweige durch Kupferseile verbunden, die die Sammelschienen bilden, während von dem anderen Außenisolator kurze Rohr- oder Seilstücke zu den ankommenden oder zu den nach den Transformatoren gehenden Abspannseilen weiterführen. Die Enden der Abspannleitungen, im allgemeinen die doppelte Zahl der ankommenden Freileitungen, sind zwischen einfachen Masten aufgehängt, ähnlich wie bei der ASW, wo man auch Holzmaste schon benutzt hat. Statt der üblichen Gittermaste hat man bei den Freiluftstationen des Verbands-Elektrizitätswerkes Westfalen (VEW) Vollblechträger angewandt, wodurch das Gesamtbild der Anlage einen wesentlich ruhigeren Eindruck macht. Die Anlage stellt sich nach Mitteilung des VEW nur wenig teurer als beim Gebrauch von Gittermasten, weil die notwendigen Fundamente wesentlich kleinere Abmessungen zu haben brauchen. Auch hier sind die Trennschalter auf 2 m hohen Gerüsten stehend angeordnet. Bei einer gerade jetzt fertiggestellten Station des EW Mark (Hagen i. W.) werden die Maste aus Schleuderbeton ausgeführt. Bemerkenswert ist aber vor allem die sehr rationelle Raumausnutzung; das einstöckige Schalthaus für die Mittelspannung liegt parallel zu der Reihe der dicht nebeneinanderstehenden Freiluft-Höchstspannungsölschalter, die von ihm aus bedient werden können. Die Höchstspannungs-Trennschalter aber stehen auf dem Dach des Schalthauses, dessen Grundfläche also für beide Spannungsbereiche ausgenutzt wird, wie es vereinzelt auch für umbaute Höchstspannungsstationen schon geschehen ist.

Die deutschen Bestrebungen, die Freiluftstationen einfacher und wirtschaftlicher zu bauen, haben auch im

[*5] S. 885.

[6] Eine Darstellung der Entwicklung in Frankreich geben P. **Pagnon** u. L. **Barbillion** in ihrem Buche: Interrupteurs et disjoncteurs dans l'huile. Paris (Michel) 1927, S. 231 ... 263.

Ausland Beachtung gefunden; die Schweiz. Bundesbahnen haben z. B. eine Station nach dem Flachbaustil der A.-G. Sächsische Werke in Biel ausgeführt, die seit ¾ Jahren im Betrieb ist. Es sei noch erwähnt, daß auch in Kalifornien in 220 kV-Stationen der Southern California Edison Comp. eine Art Flachbau angewendet worden ist, bei dem die Trennschalter auf eisernen etwa 4 m hohen Gerüsten stehen und die Sammelschienen auf Stützisolatoren verlegt werden, die aus vielgliedrigen Isolatoren in Gestalt einer dreiseitigen Pyramide aufgebaut sind. Diese Isolatoren stehen auf niedrigen Betonfundamenten von etwa 1 m Höhe über der Erde. Die ganze Sammelschienenanlage ist also analog der beim RWE seit langem üblichen Sammelschienenanordnung in gedeckten Räumen[7].

Es mag hier noch das Urteil von zwei großen deutschen Betriebsgesellschaften über die Freiluftanlagen angeführt werden. Die ASW hat bis jetzt sowohl für 110 kV als auch für 30 kV Flachbaustationen ausgeführt: Schaltstelle Lausen, Hilfschaltanlage Böhlen (79 000 kVA), Umspannwerk Gößnitz (30 000 kVA), Umspannwerk Chemnitz-Nord (15 000 kVA), Wasserkraftwerk Wurzen (10 000 kVA), Umspannwerk Oederan (10 000 kVA). Sie haben sich im Betrieb sehr gut bewährt, so daß auch die beiden Neubauten: Umspannwerk Zwönitz und Speicherwerk Niederwartha (100 000 kVA) nach der Flachbauweise ausgeführt werden. Ein ebenso zustimmendes Urteil wird von dem RWE gefällt, das nach zweijähriger Betriebszeit seiner Freiluftstation sehr befriedigende Ergebnisse gehabt hat, trotzdem diese manchmal klimatisch nicht besonders günstig liegen. Das RWE beabsichtigt, in Zukunft, soweit es die örtlichen Verhältnisse gestatten, für Höchstspannungsanlagen nur noch Freiluftstationen auszuführen, z. B. auch die für 220 kV in der Nähe von Köln.

Wenn man hiernach von einem Sieg der Freiluftstation in Deutschland reden kann, so muß aber betont werden, daß dieser doch nicht auf der ganzen Linie erfolgt ist: es gibt immer noch Fälle, wo man es bis jetzt nicht gewagt hat, zu ihr überzugehen. Es sind einmal die Schaltstationen der Braunkohlen-Kraftwerke; selbst die ASW glaubte beim endgültigen Ausbau der Anlage des Braunkohlen-Kraftwerks Böhlen nicht auf die gedeckte Station verzichten zu können. Weiter ist zu den der Freiluftstation noch verschlossenen Gebieten das Hochgebirge zu rechnen, da dort sehr lange Zeit der Schnee in hohen Schichten liegen bleibt. Nachdem die Schweiz. Bundesbahnen ihre ursprünglichen Kraftwerke Amsteg und Ritom mit Schaltanlagen nach dem Zellenbausystem ausgeführt hatten, ebenso wie die erste Stufe ihrer West-Schweizerischen Wasserkraftwerke, das Kraftwerk Barberine (1800 m hoch), hat sie doch bei der vor 1½ Jahren fertiggestellten 2. Stufe, dem neuen Kraftwerk Vernayaz, trotz ihrer guten und jahrelangen Erfahrungen mit Freiluftstationen, die Schaltanlage für 132 kV und 66 kV in einem geschlossenen Gebäude untergebracht[8]. Man hat hier aber den Hallenbau in reiner Form, d. h. ohne versenkte Schalter, ausgeführt. Die Furcht vor Ölschalterexplosionen, die sonst den Entwurf von umbauten Stationen beherrscht, hat also nicht den Ausschlag gegeben, wozu wohl auch die günstigen Ergebnisse, die bei Netzkurzschluß-Versuchen, wie sie mit Höchstspannungschaltern in Amerika ausgeführt wurden, beigetragen haben. Die Eisenkonstruktion des Hallen-Zweckbaues, dessen dünne Eisenbetonwände mit großen Fenstern durchbrochen sind, konnte deshalb sehr leicht und billig gehalten werden, weil die Stützisolatoren der Sammelschienen und Trennschalter, die an den Wänden aufgehängt sind, aus sehr leichten, aber mechanisch festen Preßzellulosekörpern hergestellt sind; einen einzelnen dieser 132 kV-Stützer kann man mit seinen Leichtmetallarmaturen mit einer Hand heben. Ein solcher reiner Hallenbau dürfte auch für sehr hohe Spannungen, da sämtliche Innendurchführungen gegenüber dem Zellenbau wegfallen, nur die wenigen Einführungen übrigbleiben und das Gebäude bei leichten Stützisolatoren billig gehalten werden kann, mit einer Freiluftstation hinsichtlich der Baukosten in Wettbewerb treten.

Eine andere reine Hallenbauanlage für 150 kV und 50 kV ist das Umspannwerk Töß bei Winterthur der Nordost-Schweizerischen Kraftwerke; die Gebäudewände und Dächer sind aus Wellblech gebaut, durch Fensterreihen ist für gute Tagesbeleuchtung gesorgt, während die sehr leichten Stützisolatoren im Innern für diese augenblicklich noch höchste europäische Betriebspannung aus besonders imprägniertem Holz (!) bestehen[9]. Das Bedienungspersonal glaubt, in beiden Stationen beim Hallenbau Vorteile darin zu erblicken, daß es im Gegensatz zu anderen Schweizer Freiluftstationen (im Hochbau) Auswechslungen von Isolatoren und andere Ausbesserungen bei jedem Wetter, vor allem auch bei strenger Kälte, ohne viel Schwierigkeiten vornehmen kann. Ein nicht zu unterschätzender Vorteil der Freiluftstation bleibt auch gegenüber dieser einfachsten umbauten Station doch immer der, daß sie, in der deutschen Form wenigstens, leicht erweiterungsfähig und auch ihre Bauzeit verhältnismäßig gering ist. Für zwei Umspannwerke für 110 kV gleicher Größe betrug die Bauzeit der Zellenbaustation bis zur Inbetriebnahme 52 Wochen gegenüber 21 Wochen beim Freiluft-Flachbau. Die Möglichkeit der Erweiterung, die kurze Bauzeit und die Wiederverwendung fast aller Bestandteile alter Anlagen beim Neubau an anderer Stelle sind für einen in der Entwicklung begriffenen Betrieb mit schwankender Energieabgabe sehr hoch einzuschätzende Vorteile.

Bei Höchstspannungen hat man in Deutschland vor allem in gedeckten Stationen den seit dem Bau des Golpa-Werks eingeschlagenen Weg allgemein weiter verfolgt und meist auf jeden Überspannungschutz verzichtet, der ein ganzes Stockwerk beanspruchte[10]. Wenngleich die atmosphärische Überspannungsgefahr nicht abgeleugnet werden kann, so hat man doch meist vorgezogen, auch in Freiluftstationen für Höchstspannung nach den Betriebserfahrungen mit Überspannungschutz-Apparaten, vor allem mit solchen ausländischer Bauart, denen ein geheimnisvoller Nimbus anhaftet, neuerdings vom Einbau abzusehen. Selbst bei Häufung solcher Apparate, die man in deutschen Überlandwerken versuchsweise ausführte, hat sich eine Erhöhung der Betriebsicherheit in den gewitterreichen Monaten mit Sicherheit nicht ergeben. Untersuchungen, die mit solchen Apparaten von unabhängiger Seite im Versuchsfeld gemacht wurden, haben jene Ergebnisse verständlich gemacht. Es ist aber sehr wohl möglich, daß die von verschiedenen Stellen im In- und Ausland in Angriff genommene Klärung der atmosphärischen Überspannungserscheinungen mit Hilfe des Kathodenstrahl-Oszillographen uns in der Einsicht in die betreffenden Vorgänge weiterbringt. Nachdem man erst über den Charakter der tatsächlich vorkommenden atmosphärischen Stoßspannungen und über ihre Wirkung gegen die verschiedenen elektrischen Gebilde und Kombinationen auch experimentell Klarheit bekommen hat, kann man hoffen, die Grundlagen für Schutzmaßnahmen zu erhalten.

Eine Schaltertype, die aber nach ihrem ganzen Aufbau zugleich unter die Schaltanlagen selbst zu rechnen ist, wurde seit Jahren in großem Umfang in England verwandt. Sie hat jetzt angefangen, auch in Amerika Fuß zu fassen und ihre Einführung steht in Deutschland unmittelbar bevor. Es sind dies die gekapselten, massegefüllten Schaltanlagen nach dem Reyrolle-System, die im allgemeinen für mittlere Hochspannungen gebaut werden[11]. Während diese in Deutschland zunächst nur für Unterverteilungen bis 10 kV vorgesehen sind, ist man in Amerika dazu übergegangen, sie wie in England auch in Kraftwerken zu verwenden; vielfach wird dann allerdings statt der Massefüllung Öl benutzt. Gekapselte Anlagen an sich sind in Deutschland seit mindestens 20 Jahren bekannt; die gußgekapselten Verteilungen für 500 V wurden seit langem in industriellen Betrieben wegen ihrer gedrängten Bauart verwandt; gleiches gilt auch für die gekapselten Anlagen für niedrige Hochspannung (bis etwa 6 kV), die Ölschaltkästen mit unteren Anschlüssen (A-Schalter von V. & H., 1908) enthalten und im Bergbau, neuerdings vor allem auch in der chemischen Industrie, viel benutzt werden. Bei den bei der Fa. Reyrolle in Hebburn on Tyne vor wohl 20 Jahren entwickelten gekapselten Anlagen sind die Hauptgesichtspunkte: möglichst enger Zusammenbau, keine Berührungsmöglichkeit hochspannungsführender Leitungen und Verwendungsfähigkeit in feuchten Räumen. Die einzelnen Schalterelemente enthalten einen Teil der Sammelschienen, die in Masse eingebettet sind und deshalb wenig Raum benötigen, und einen angebauten Kabelendverschluß für die ankommenden oder abgehenden Leitungen. Weiter erübrigen sich bei ihnen durch Anwendung des Steckkontaktprinzips auf Hochspannung führende Leitungen zwei besondere Trennschalter vor und hinter dem Ölschalter, was zu weiterer Platzersparnis beiträgt. Außerdem ist noch ein Stromwandler mit eingebaut, so daß an einem Amperemeter der Stromverbrauch abgelesen werden kann. Während man nach

[7] Vgl. ETZ 1925, S. 461 u. ETZ 1926, S. 336.
[8] ETZ 1927, S. 792.
[9] Schweiz. Bauzg. Bd. 90, S. 305.
[10] Klingenberg, Der Bau großer El.-Werke. 2. Aufl. 1924, S. 384, Abb. 501.
[11] ETZ 1926, S. 74 – 77; 1928, S. 1285 (letztere Ausführungen von Probst waren mir bei Abfassung dieses Überblicks nicht bekannt).

einer Propagandadarstellung von Reyrolle für eine gewöhnliche Hochspannung-Schaltanordnung vier Stockwerke braucht, eines für Kabelendverschluß, das zweite für Trennschalter mit besonderem Stromwandler, das weitere für den Ölschalter, den obersten Stock schließlich für den anderen Trennschalter und für die Sammelschienen, und noch eine Reihe von Deckendurchführungen hinzukommen, kann man mit dem Reyrolle-System alle diese Elemente eng zusammengebaut in einem Stockwerk unterbringen. Bei den am meisten gebrauchten Reyrolle-Schaltern, die in England außerdem noch von den Firmen Fergusin-Pailin und der Metropolitan Vickers Ltd., beide in Manchester, gebaut werden, sind die Ölschalter in horizontaler Richtung ausziehbar. Es gibt auch Ausführungen, bei denen der Ölschalter in vertikaler Richtung mit Hilfe eines Wagens gehoben und gesenkt werden kann. Die Gehäuse sind, da zwischen dem Bedienenden und dem Schalter, entgegen der kontinentalen Praxis, meist keine Wand sich befindet, für hohe Leistungen außerordentlich kräftig gebaut. Es sind schon solche Schalter von Schaltleistungen mit angeblich 1,5 Mill. kVA hergestellt worden. In Amerika hat man bei dem neuen Kraftwerk Waukegan[12] in Chicago für 12 kV bei 60000 kVA Maschinenleistung vollständig gekapselte Schaltanlagen benutzt; auch hier wird den Schaltern 1,5 Mill. kVA Schaltleistung zugeschrieben, bei 3000 A Nennstrom. Allerdings werden dann keine Steckkontakte angewendet, sondern Trennschalter unter Öl, die vor und hinter den beiden Ölschaltern liegen, die zu einem Doppelsammelschienen-System gehören. Man wird wohl versucht haben, durch sehr viele Versteifungen die Schwierigkeiten der Kurzschlußbeanspruchung der Sammelschienen, die bei dem sehr engen Zusammenbau auftreten muß, zu beheben. In Deutschland hat man gerade den umgekehrten Weg, allerdings in Luft, bei Kraftwerken eingeschlagen, indem man die Sammelschienen sehr weit auseinandersetzte, z. B. bei 6 kV 50 cm. In England wurden die Reyrolle-Anlagen auch schon bis zu verhältnismäßig hohen Spannungen ausgeführt; so gibt es z. B. eine Anlage in Dunston, bei der 66 kV-Reyrolle-Schalter im Freien stehen[13]. Die Zuleitungen bestehen aus Kabeln, die ja in England fast allein bis heute benutzt werden. Auch in Amerika und in Deutschland ist beabsichtigt, gußgekapselte massegefüllte Schalter im Freien aufzustellen und so einen neuen Typ von Freiluftanlagen für verhältnismäßig niedrige Spannungen zu schaffen. Für das projektierte, ganz England überziehende Höchstspannungsnetz mit 132 kV Nennspannung scheint man aber doch trotz gewisser klimatischer Schwierigkeiten das kontinentale und amerikanische Freileitungsystem und auch ungekapselte Freiluftstationen anwenden zu wollen.

Den Reyrolle-Schaltern in gewisser Weise verwandt sind die in Amerika jetzt sehr viel benutzten ausziehbaren Schaltwagen, die ursprünglich vor über 20 Jahren in Deutschland üblich waren, aber aus Sicherheitsgründen bei Zentralen damals wieder verlassen wurden, während sie für Verteilungen durch die gekapselten Schaltkästen verdrängt worden sind. Die Schaltwagen sind aber seit 1917[14] als „safety first"-enclosed switchgear allmählich in Amerika wieder aufgenommen worden, und wegen ihrer leichten Auswechselbarkeit und der geringen Montagekosten erfreuen sie sich einer noch immer wachsenden Beliebtheit. Auch bei ihnen wird der einzelne Schaltwagen mit Hilfe von Steckkontakten an die Sammelschienen angeschlossen. Die einzelnen Schaltwagen, deren Vorderseite mit Instrumenten und Betätigungshebeln versehen sind, geben aneinandergestellt die ganze Schaltanlage. Man stellt auch zur Aufnahme dieser einzelnen Schalterelemente in der Fabrik schon ziemlich große Stahlblechgehäuse (factory built housings) einschließlich der Sammelschienen her, so daß die ganze Montagearbeit nur im Anschließen der Kabel besteht; alle anderen Leitungsverlegungen und Anschlüsse aber sind in der Werkstatt bereits ausgeführt und nachgeprüft. In ähnlicher Weise werden übrigens die Anlaß- und Steuerapparate und die Instrumente für einzelne Maschinen in den Fabriken vollständig fertig zusammengebaut und am Aufstellungsort der Maschinen werden diese Schalttafel-Kästen (cubicles) nur angeschlossen.

Man darf einen Überblick über die Entwicklung der Schaltanlagen nicht schließen, ohne wenigstens noch auf die große Zahl von selbsttätigen Schaltanlagen hinzuweisen. In Deutschland schon vor langen Jahren vereinzelt und mehr probeweise ausgeführt, sind sie doch erst in der Zeit nach dem Kriege in Amerika immer mehr praktisch ausgeführt worden, besonders bei der Ausnutzung kleiner Wasserkräfte, die vor allem in Bahnnetze speisen. Während man in den meisten Fällen wohl Asynchrongeneratoren benutzt hat, sind dort in letzter Zeit auch solche mit selbsttätiger Synchronisierung gebaut worden, ebenso z. B. in Japan. In Deutschland sind ebenfalls selbsttätige Umformeranlagen, z. B. zur Speisung von Straßenbahnbetrieben großer Städte, in Ausführung begriffen, und die Schweiz. Bundesbahnen haben ein vollständig selbsttätiges Umformerwerk in Freiburg errichtet, womit sie die Zahl des überhaupt noch notwendigen Personals sehr stark verringern konnten. Auch bei der im Ausbau begriffenen Elektrisierung der Berliner Stadt- und Ringbahn wird die große Zahl von Unterwerken, in denen die mit 30 kV ankommende Wechselspannung über Transformatoren in Quecksilber-Großgleichrichtern in Gleichspannung umgeformt wird, vollständig selbsttätig bedient. Die Rückzündungsgefahr in den Großgleichrichtern wird durch die von fast allen einschlägigen Firmen jetzt gebauten Schnellschalter wirksam bekämpft, deren Einbau besondere Änderungen der normalen Schaltanlagen aber nicht notwendig gemacht hat.

W. Hüter.

[12] El. World Bd. 90, S. 549.
[13] Pagnon-Barbillion, S. 236, Fig. 162.
[14] Vgl. Hayes, Switching Equipment for Power Control, 2. Aufl. 1927, S. 377; ETZ 1918, S. 141.

Der wirtschaftliche Wert der Gasfernversorgung und ihre Verbindung mit der Elektrizitätsversorgung.

Von Obering. Dr. W. Gosebruch, Charlottenburg.

Übersicht. Nachstehende Ausführungen bezwecken, einen Begriff von der Leistungsfähigkeit der Gasfernversorgung und ihrer notwendigen Ausnutzung durch die Elektrotechnik zu geben. Sie zeigen eine Brücke für das Zusammenarbeiten von Gas- und Elektrotechnik, wie sich das nach Ansicht des Verfassers künftig als unbedingt notwendig erweisen wird.

Vorwort.

Schon über zwei Jahre steht nun die Ferngasversorgung im Brennpunkt des öffentlichen Interesses, viel befeindet von allen, die ihre Konkurrenz fürchten zu müssen glauben, und mit einigem Interesse erwartet von der Allgemeinheit, die sich eine Verbilligung der Gastarife durch sie verspricht, aber so recht propagiert eigentlich nur von der kleinen, wenn auch großindustriell mächtigen Gruppe der direkt an ihr Interessierten. Und doch sollte sich gerade die öffentliche Meinung zu ihr bekennen. Es steht wohl ohne Vorgang da, daß eine große technische Neuerung sich in solchem Ausmaß in den Dienst des Nationalwohlstandes gestellt hat, wie sie es will.

Es handelt sich hier um die volle Auswertung von 12 und später wahrscheinlich 20 und mehr Milliarden m³ besten Steinkohlen-(Leucht-)Gases, reicher als das der städtischen Gasanstalten, die jetzt mangels angemessener Verwendung zumeist zu Zwecken vergeudet werden müssen, für welche ausreichender Ersatz im Generatorgas aus sonst kaum verwertbarer geringwertiger und nicht transportfähiger Kohle, Koksgruß usw. geschaffen werden kann.

Bekanntlich liefern die Kokereien in den Kohlenrevieren (Abb. 1) je Tonne verarbeiteter Kohle 320 m³ Reichgas von etwa 4700 WE; allein im Ruhrkohlengebiet betrug diese Gasausbeute 1925 10,5 ... 11 Milliarden m³. (Ein einziger Ofenblock von 850 m² liefert jährlich 150 Mill. m³ Gas = dem Konsum der Provinz Hessen-Nassau, Hamburgs usw.[1])

Früher beheizte man mit diesem Gas die Koksöfen selbst und verwendete den Rest, so gut es ging, in den Hüttenwerken. Jetzt baut man diese alten Koksöfen überall in

[1] Denkschr. der A. G. für Kohleverwertung 1927: „Deutsche Großgasversorgung".

sogen. „Schwachgas-Verbundöfen" um, die mit Generatorgas aus minderwertiger Kohle beheizt werden, und bei denen die ganze Reichgasproduktion für bessere Zwecke verfügbar wird. In nicht zu ferner Zeit werden 9 Milliarden m³ Reichgas an der Ruhr zur Verfügung stehen, nach anderer Schätzung sogar 12 Milliarden. Rechnet man dazu die Gasproduktion der anderen deutschen Kohlengebiete (Schlesien, Saar, Sachsen und Hannover), so erhalten wir weitere 2 ... 3 Milliarden und aus den mitteldeutschen Braunkohlenverschwelungen noch eine Milliarde mehr. Insgesamt also handelt es sich um 12 ... 16 Milliarden m³ Reichgas. Hierzu kommen in Zukunft noch aus der Hydrierung der Kohlen, d. h. bei der Darstellung von Benzin, Petroleum, Paraffin aus Kohlenoxyd und Wasserstoff nach dem katalytischen Verfahren von Fischer-Tropsch, voraussichtlich enorme Mengen von „Gasol", einem vollwertigen Reichgas, deren Umfang sich hier aber ziffernmäßig noch nicht angeben läßt.

Was bedeuten nun diese bereits gesicherten 12 Milliarden m³? Nach der letzten vorliegenden Reichsstatistik (Wirtsch. u. Stat. 1927, Heft 11 u. 13) betrug die Erzeugung in den öffentlichen Elektrizitätswerken Deutschlands 1925 9914,661 Mill. kWh und einschließlich der Eigenanlagen der Industrie (10 413,328 Mill. kWh) zusammen 20 327,989 Mill. kWh. Der auf die Industrie entfallende Anteil, z. T. von großen Hüttenwerken mit eigenen Zechen, Hochofengas usw., wird für die Gasfernversorgung nicht in Frage kommen.

Zur Erzeugung der erstgenannten 9,9, also rd. 10 Milliarden kWh benötigte man, wie im Nachstehenden näher ausgeführt werden soll, $10 \cdot 0{,}55 = 5{,}5$ Milliarden m³ Gas

Rechnet man dazu das in Deutschland bei 50 m³ je Kopf verbrauchte Gasanstaltsgas[2], d. h. für 64 Mill. Einwohner	3,2 „ „ „
also zusammen	8,7 Milliarden m³ Gas,

so kann man die gesamte Kraft- und Lichtbelieferung durch öffentliche Elektrizitäts- und Gaswerke Deutschlands mit einem Bruchteil dieses Gases bestreiten. Bedenkt man, welche ungeheuren Kohlenmengen heute hierzu verbraucht werden, während für die gesamte Ferngasmenge, die ein rein als Nebenprodukt anfallendes Gas wie Rauch beim Kesselfeuer ist[3], kein Kilogramm Kohle erforderlich ist — jedes Kubikmeter eines Gaswerks benötigt dagegen 2,3 kg Kohle bei 1 kg Koksanfall —, so ist bei der Schonungsbedürftigkeit unserer nationalen Kohlenvorräte der volkswirtschaftliche Wert der Ferngasversorgung außer aller Diskussion gestellt. Das gilt vor allem auch solchen Betrieben gegenüber wie die mit Dieselmotoren arbeitenden, deren teueren Brennstoff (Teeröl) wir teilweise sogar erst vom Ausland kaufen müssen. Die volle wirtschaftliche Verwertung wird allerdings noch einige Jahre in Anspruch nehmen, aber erstrebt werden muß sie, denn Deutschland kann sich eine solche Vergeudung von Nationalvermögen auf die Dauer nicht leisten.

Es läßt sich hier die Frage nicht erörtern, wer die Hauptabnehmer sein werden, da dies auf das politische und kommunale Gebiet hinüberspielen würde, wo noch große Widerstände zu überwinden sein werden. Heute soll deshalb nur die Frage nach der Absatzmöglichkeit und Liefermöglichkeit bzw. Leistungsfähigkeit der Anlage etwas nähere Beleuchtung erfahren.

Bezüglich der Absatzmöglichkeit muß man zunächst im Auge behalten, daß der deutsche Gaskonsum gegen die angelsächsischen Länder noch um die Hälfte zurückbleibt und der Elektrizitätsverbrauch je Kopf nur ein Drittel des der USA beträgt, daß also hier noch bedeutende Erweiterungen möglich sind. Dabei ist es an Hand der mitgeteilten Zahlen ohne weiteres einleuchtend, daß die volle Ausnutzung des Koks-Ferngases nur in enger Kopplung mit der Elektrizitätswirtschaft möglich ist.

Das Gas fließt von den Erzeugungsstellen unausgesetzt gleichmäßig zu; der Konsum aber ist nach Tages- und Jahreszeit schwankend. Aufspeicherungen sind teilweise bei dem Gas wohl für eine Tagesproduktion möglich und eine sehr wertvolle Eigenschaft dieser Anlage, aber bei so großen Leistungen, wie sie hier vorliegen, kann nur die elektrisch-hydraulische Speicherung auf längere Zeit das letzte Wort sprechen.

Für die Umsetzung der Gaskraft in Elektrizität kann die volle Lösung erst von der „Gasturbine" gebracht werden, deren Verwirklichung große Fortschritte gemacht haben soll. Vorläufig muß man mit den vorhandenen Mitteln operieren. Es sind vorzügliche Großgasmaschinen bis 7300 kW ausgeführt und bis 10 000 kW im Bau — stehend nach Dieselprinzip. Bedenkt man, daß 10 000 kW vor 10 Jahren noch die Leistung der Standard-Großkraftmaschine waren und Klingenberg noch riet, nicht über diese Leistung hinauszugehen, so ist eine Lösung auf dieser Basis immerhin schon möglich.

Vorausgeschickt sei, daß hier bezüglich der Leitungsberechnung und der Maschinen sowie der Kosten nur mit durch die Praxis erprobten Werten und mit möglichst wenig Annahmen operiert werden soll. Dabei dürfte es allerdings schwer fallen, irgendeinen Wert zu finden, der nicht von gegnerischer oder Anhängerseite eine verschiedene Einschätzung erführe. Wir sind deshalb gezwungen, z. T. trotz größerer Wahrscheinlichkeit nicht mit den günstigeren Zahlenwerten zu rechnen, sondern mit Mittelwerten, und halten uns, wo angängig, an allgemein anerkannte Verbrauchszahlen aus der Literatur oder technischer Autoritäten. Leider ist es nicht gestattet, die Namen der in der Praxis stehenden letzteren hier anzuführen.

Von den grundlegenden Werten kommt zunächst in Frage der Wärmeinhalt (kcal) des Koksofengases, dessen „Heizwert" für reines Steinkohlengas theoretisch etwa 4880 kcal beträgt und in praxi zumeist 4700 kcal[4]. Ein namhafter Forscher auf dem Gebiet der Ferngasversorgung, Rich. F. Starke in Essen, dessen Ausführungen[5] wir im nachstehenden in wesentlichen Punkten folgen, gibt den Heizwert des Koksofen-„Steinkohlengases" zu 4639 kcal/m³ (0 °/760 mm) an und den des „Stadtgases" zu 4200 kcal. Der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern schreibt in seiner Denkschrift: „Gasfernversorgung"[6]: Die Richtlinien (Krummhübler Vereinbarung, Gas Wasserfach 1921, S. 424) fordern einen Heizwert des Gases von 4200 kcal/m³ aus reinem Steinkohlengas durch Zusatz von Wassergas, d. h. eines Mischgases, wie es die Gasanstalten abgeben. Wir können also annehmen, daß das Gas für die Fernleitung 4639 kcal/m³ haben wird, rechnen aber zur Sicherheit nur mit 4500 kcal/m³.

Ebenso verhält es sich mit dem spezifischen Wärmeverbrauch moderner Großgasmaschinen. Von einem Anhänger der Dieselmaschinen wurde in einem elektrizitätswirtschaftlichen Fachblatt (April d. J.) der Wärmeverbrauch von Großgasmaschinen zu 4000 kcal/kWh angegeben, während schon die gesamte erste Fachliteratur vor 25 Jahren für die damaligen „Großgasmotoren" von 200 PS 0,50 mm³ zu je 4500 kcal = 2250 kcal/PSeh = 3060 kcal/kWh rechnete.

Wir schließen uns im folgenden einer namhaften Fachautorität, Prof. Kutzbach, Dresden, an, der in der „Hütte", 25. Aufl. II., S. 551, den Wärmeverbrauch von Verbrennungsmotoren bei Leuchtgas und Koksofengas zu 2500 bis 2200 kcal/PSeh angibt. Bei unseren größten Motortypen und Koksofengas gilt letztere Zahl; wir rechnen aber, um sicher zu gehen, mit 2300 kcal/PSeh und folgen hierin dem Betriebsergebnis einer der größten Großgasmaschinenzentralen im Ruhrgebiet $= \frac{2300}{0{,}736} = 3120$ kcal/kWh, gemessen an der Welle. Der thermische Wirkungsgrad ist dann $\frac{859{,}68}{3120} = 27{,}56\,\%$ (1 mkg = 427 kcal, $1\ \text{kW} = 102\ \text{mkg/s} = \frac{102}{427} = 0{,}2388\ \text{kcal/s}$; $1\ \text{kWh} = 0{,}2388 \times 3600 = 859{,}68\ \text{kcal}$).

Von den 72,5 % Abwärme gewinnt man nun einen Teil durch „Siedekühlung" der Zylindermäntel und Ausnutzung der bei diesen Motorgrößen bis 700 ° heißen Abgase in besonderen Abhitzekesseln zurück. Nach Angaben einer großen Maschinenfabrik, die sich genau mit den schon erwähnten Betriebsergebnissen der von anderer Seite erbauten Großgasmaschinenzentrale an der Ruhr decken, gewinnt man je 1 kWh Leistung des Gasmotors 0,9 kg Dampf von 15 at, 350 °, d. h. 1,22 kg/kWh zurück, das ist aber eine Erhöhung der Gesamtleistung durch Wärmerückgewinnung auf $1 + \frac{1{,}22}{4{,}9} = 1{,}25$ kWh, wenn man den Dampfverbrauch einer 5000 kW-Turbine reichlich hoch zu 4,9 kg/kWh veranschlagt, und man erhält dann statt $\frac{3130}{4500} = 0{,}6960$ m³ Koksofengas/kWh $\frac{0{,}6960}{1{,}25} = 0{,}556$ oder rd. 0,55 m³/kWh.

[2] Denkschr. des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern 1927, S. 34.

[3] S. die unter [1] genannte Denkschr. S. 11.

[4] Die ELGAWE-Tagesfragen Nr. 44 vom 16. VI. 1927 geben ebenfalls 4700 kcal an.

[5] „Die Gasfernleitung" Z. VDI Bd. 69, 1925, S. 544.

[6] Vom Sept. 1927, S. 8.

Es bleibt noch übrig, den Begriff der Benutzungszeit für unsere wirtschaftlichen Folgerungen festzulegen. Die vorliegende Betrachtung verfolgt nicht den Zweck, eine vollständige Rentabilitätsaufstellung der Gasfernleitung zu geben, sondern sie will die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Ferngasversorgung erörtern. Die Verwendungsmöglichkeiten für Gas sind noch so vielseitiger als die z. B. von Elektrizität für Licht und Kraft, daß man noch gar keine abgegrenzten Verwendungszwecke in Rechnung ziehen kann, aber man ist berechtigt anzunehmen, daß man alles Gas der Leitung zu annehmbaren Sätzen verwerten kann, und so können wir, gestützt auf die volle Tagesspeicherung, mit ununterbrochenem Jahresbetrieb des Rohres, d. h. mit 8700 Jahresstunden rechnen. Eine Umrechnung der Resultate für geringere Jahresstunden, z. B. 7000, ist dann ja sehr einfach.

I. Das Gas ist zunächst von 1,033 ata auf 31 ata zu komprimieren.

Wir nehmen adiabatische dreistufige Kompression mit Zwischenkühlung an. In den Bezeichnungen der Hütte (Wärme und Kompressoren) ist für eine Stufe

$$L_{ad.} = \frac{k}{k-1} P_1 V_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right) = \frac{k}{k-1} P_1 V_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right]$$

$$T_2 - T_1 = T_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right].$$

Bei mehrstufiger Kompression folgt aus dem Entropiediagramm, daß die Arbeitsersparnis bei gleichen Temperaturerhöhungen und Abkühlung je Stufe auf Anfangstemperatur am größten ist, also ist

$$T_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right] = T_1 \left[\left(\frac{p_3}{p_2}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right] = T_1 \left[\left(\frac{p_4}{p_3}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right].$$

Daraus ergibt sich

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{p_3}{p_2} = \frac{p_4}{p_3} = \sqrt[3]{\frac{p_4}{p_1}}.$$

Die gesamte Arbeit bei der dreistufigen Kompression ist

$$L_{ad.} = \frac{k}{k-1} \left\{ P_1 V_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right] + P_2 V_2 \left[\left(\frac{p_3}{p_2}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right] + P_3 V_3 \left[\left(\frac{p_4}{p_3}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right] \right\}.$$

Vorn links: Schacht u. Kohlenwäsche; auf der Gegenseite der Gleise: Kohlenmischanlage mit anschließenden Förderbrücken, in denen Gummiförderbänder zu den einzelnen Kohlenverteilungstürmen laufen. In der Mitte, hinter dem 42500 m³-Scheibenbehälter: Reinigung und Kompressorenstation für die Fernleitung sowie Wassergasanlage als Streikreserve. Im Hintergrund: großer Scheibenbehälter für 300000 m³. Links oben: Thyssensche Gas- u. Wasserwerke. An der Straße Kokerei IV/VIII mit den langgestreckten Batterien.

Abb. 1. Gesamtansicht einer der Herkunftstätten des Ferngases: Thyssensche Kokerei der Schachtanlage IV/VIII Hamborn a. Rhein (Ver. Stahlwerke A. G.)

A. Ferngasleitung.

Im nachstehenden soll nun die Leistungsfähigkeit einer langen Ferngasleitung untersucht werden, z. B. von Essen bis Berlin. Aus den errechneten Resultaten wollen wir dann Schlüsse über die Wirtschaftlichkeit ziehen.

Wir rechnen mit etwa 600 km Trassenlänge zuzüglich 5 % = 630 000 m — wahrscheinlich wird die hohe Kompression allerdings noch nicht in Essen vorgenommen, sondern an der Grenze des Bergbaureviers, in Hamm — und nehmen an, daß ein nahtloses Stahlrohr von 9 mm Wandstärke mit autogener Verschweißung der Verbindungsstellen und 700 mm l. W. nach Art der z. Z. in Ausführung befindlichen Sammelleitung zwischen den Ruhrkokereien mit etwa 1 m Deckungshöhe zur Verlegung gelangt (Abb. 2). Wir betrachten zunächst den Fall, daß nur eine Anfangskompression auf 31 ata stattfindet mit Expansion im Rohr auf 1,033 ata in Berlin. Alternativ soll dann später der Fall mit Zwischenkompression — B — betrachtet werden.

Da nach jeder Zwischenkühlung $P \cdot V = \text{const.}$, gilt unter Berücksichtigung der vorletzten Gleichung

$$L_{\text{ad.}} = \frac{k}{k-1} P_1 V_1 \cdot 3 \left[\sqrt[3]{\left(\frac{p_4}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}} - 1 \right]$$

$p_e = p_4 = 31{,}033$, $p_a = p_1 = 1{,}033$ at. Der Exponent $k = \frac{C_p}{C_v} = 1{,}37$, $V = 1\ \text{m}^3$, $P\,\text{kg/m}^2 = 10\,000\ \text{kg/cm}^2$

$$L_{\text{ad.}} = \frac{1{,}37}{1{,}37-1} \cdot 10\,000 \cdot 1{,}033 \cdot 3 \left[\sqrt[3]{\left(\frac{31{,}033}{1{,}033}\right)^{\frac{1{,}37-1}{1{,}37}}} - 1 \right]$$

$$= 41\,080\ \text{mkg/m}^3.$$

$$N = \frac{41\,080}{3600 \cdot 75} = 0{,}152\ \text{PS}_i/\text{m}^3,$$

$$\eta = 0{,}75,$$

$$V_1 = 170\,000\ \text{m}^3,$$

$$N = \frac{170\,000 \cdot 0{,}152}{0{,}75} \cdot 0{,}736 = 25\,350\ \text{kWh}.$$

Die Kompressionsarbeit verbraucht somit

$$25\,350 \cdot 0{,}55 = 13\,942\ \text{m}^3/\text{h},$$

bzw. $13\,942 \cdot 8700 = 121\,395\,400 \sim 121{,}5$ Mill. m³/Jahr.

Wir wählen dreistufige Kolbenkompressoren von je 12 500 m³ Stundenleistung, 30 atü, mit je 2600 PSe Großmotorenantrieb. Ein solcher Kompressor kostet nach Ausführungen durch eine erstklassige Maschinenfabrik, vollständig montiert, 400 000 RM, Fundamente, Rohrleitung, Gebäude und Bauland anteilig 150 000 RM, zusammen 550 000 RM.

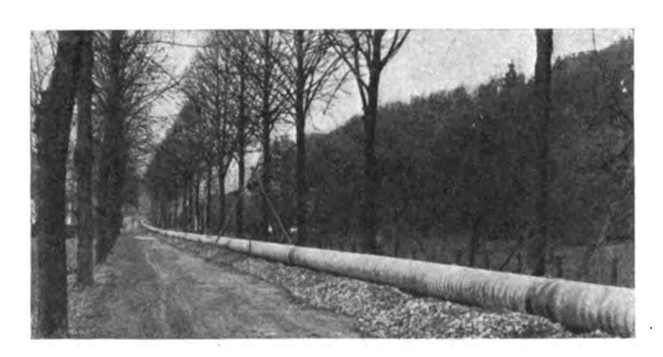


Abb. 2. Gasfernleitungsbau an der Lenne/W. Je 200 m Stahlrohr von 700 mm Dmr. und 9…11 mm Wandstärke, fertig verschweißt, vor dem Versenken in den Graben provisorisch an den Enden verschlossen und längere Zeit mit Hochdruckluft auf Dichtigkeit geprüft.

Benötigt werden bei 170 000 m³ stündlicher Ansaugung $\frac{170\,000}{12\,500} = 13{,}6$ und einschl. 20 % Reserve $16{,}3 \sim 16$ Kompressoren. Das hierfür erforderliche Anlagekapital beträgt $16 \cdot 550\,000 = 8{,}8$ Mill. RM. Bei 8 % Jahreszinsen und 7 % für Abschreibung, Bedienung und Zubehör haben wir dann für den Kapitaldienst $8\,800\,000 \cdot 0{,}15 = 1\,320\,000$ RM, bzw. bei einer Fördermenge am Ende der Leitung von 1400 Mill. m³/Jahr

$$\frac{1\,320\,000 \cdot 100}{1\,400\,000\,000} = 0{,}0943\ \text{Pf/m}^3.$$

Der Gasverbrauch der Kompressionsarbeit ist 123,5 Mill. m³/Jahr; bei 2 Pf für 1 m³ gereinigtes Gas loco Kompressorstation ergibt dies, bezogen auf die gleiche Fördermenge,

$$\frac{121\,500\,000 \cdot 2}{1\,400\,000} = 0{,}173\ \text{Pf/m}^3,$$

Lieferpreis für 1 m³ Gas $\frac{2{,}00}{2{,}2673} \;\text{„} = \sim 2{,}27$ Pf.

II. Die Rohrleitung.

Die nächste Frage ist nun die: Wieviel Gas kann ein schmiedeeisernes Rohr von 70 cm l. Dm. bei einem Kompressionsanfangsdruck von 31 ata auf eine lange Übertragungsstrecke fördern, z. B. von Essen nach Berlin, d. s. 605 km trassierte Länge und einschl. der Umführung von Berlin und zur Sicherheit rd. 630 km.

Bei dieser Berechnung folgen wir der Abhandlung von Biel: Gas Wasserfach 1927, Heft 23, S. 547 ff. Das Fortschieben eines Gaszylinders in einem Rohr erfordert eine Kraft, die proportional ist der Geschwindigkeitshöhe $\frac{v^2}{2g}$, der Gasdichte γ und der inneren Rohrfläche $d\pi l$. Hierzu tritt noch das erfahrungsmäßig bestimmte Korrektionsglied, der Widerstandsbeiwert λ bzw. $\frac{\lambda}{4}$; λ ist näherungsweise $= \frac{0{,}05}{\sqrt[8]{Q_0}}$ für schmiedeeiserne Rohre, wo Q_0 = Fördermenge.

Die aufzuwendende Kraft ist sonach $W = \frac{\lambda}{4} d\pi l \frac{v^2}{2g} \gamma$, der Druckabfall bzw. die Differenz zwischen Anfangs- und Enddruck

$$P_a - P_e = \frac{W \cdot 4}{d^2 \pi} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \gamma\ \text{kg/m}^2.$$

Diese Formel bildet Biel in längeren Zwischenrechnungen, die hier nicht wiedergegeben werden können[7], um in

$$\frac{p_a^2 - p_e^2}{L} = \frac{0{,}412\, Q_0^2}{(100\, d)^5 \sqrt[8]{Q_0}} = \frac{0{,}412\, Q_0^{1{,}875}}{(100\, d)^5}$$

worin p_a und p_e die absoluten Anfangs- und Enddrucke in kg/cm²-ata, L die Rohrlänge in km und Q_0 die Fördermenge m³/h bei $p_e = 1{,}033$ ata bzw. 760 mm Hg und $t_0 = 15\,°$ sind. Diese Formel ist von dem Sonderausschuß für Rohrleitungen des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern auf Grund größerer Untersuchungen bis auf weiteres als Gebrauchsformel für Gasfernleitungen empfohlen worden. Nach ihr wird in der Praxis gerechnet.

Unter Einsetzung der schon genannten Zahlenwerte:

$$L = 630\ \text{km},\ p_a = 31,\ p_e = 1{,}033\ \text{ata},\ d = 0{,}7\ \text{m}$$

erhalten wir dann

$$\frac{31^2 - 1{,}033^2}{630} = \frac{0{,}412\, Q_0^{1{,}875}}{(100 \cdot 0{,}7)^5}$$

$$\frac{961 - 1{,}067}{630} = 1{,}53 = \frac{0{,}412\, Q_0^{1{,}875}}{70^5}$$

$$Q_0 = \sqrt[1{,}875]{\frac{1{,}53 \cdot 70^5}{0{,}412}} = 167\,500\ \text{m}^3/\text{h}.$$

Bei 8700 Jahresstunden ist also

$$Q_0 = 167\,500 \cdot 8700 = 1\,457\,250\,000\ \text{m}^3$$

$$= \text{rd. } 1{,}5\ \text{Milliarden m}^3$$

oder $\frac{1{,}5}{9} = 16{,}7\,\%$ der derzeitigen disponiblen Koksofengasproduktion an der Ruhr.

Wir wollen den gefundenen Wert für die Fördermenge kontrollieren, indem wir die Rechnung auch nach dem anderen Autor für Ferngasleitungen, Rich. F. Starke[8] durchführen.

Nach Starke ist die Fördermenge, die am Ende einer Hochdruckleitung ausströmt, bezogen auf 760 mm Hg bzw. 1,033 ata und 15 ° =

$$Q_0 = c \sqrt[2]{\frac{d^5 (p_a^2 - p_e^2)}{l\, s}}\ \text{m}^3/\text{s};$$

c ist eine von der Reibung, Zähigkeit und Beschaffenheit der Rohrwand abhängige Konstante $= \frac{\pi}{4} \sqrt[2]{\frac{R g}{\lambda T}} \frac{T_0}{p_0}$.

Wir führen die zweite Kontanste α ein:

$$\alpha = c \sqrt[2]{\lambda T} = \frac{\pi}{4} \sqrt[2]{R g}\, \frac{T_0}{p_0}$$

$$= \frac{3{,}14}{4} \cdot \sqrt{29{,}27 \cdot 9{,}81} \cdot \frac{273}{1{,}033} = 3516{,}1629,$$

also

$$Q_0 = \frac{\alpha}{\sqrt{\lambda T}} \sqrt{\frac{d^5 (p_a^2 - p_e^2)}{l\, s}}\ \text{m}^3/\text{s}$$

bzw.

$$Q_0 = 3600\, \alpha \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \sqrt{\frac{1}{T}} \sqrt{d^5} \sqrt{(p_a^2 - p_e^2)} \sqrt{\frac{1}{l}} \sqrt{\frac{1}{s}}\ \text{m}^3/\text{h}.$$

[7] Gas Wasserfach 1927, Heft 23, S. 543/9.

[8] „Die Gasfernleitung", Z. VDI Bd. 69, 1925, S. 533 ff. und sein gleichlautendes Buch.

Die Widerstandszahl

$$\lambda = \frac{0{,}008\,447}{\sqrt[3]{d}} = 0{,}009\,513\,5 \quad \sqrt{\frac{1}{\lambda}} = 10{,}252$$

$d = 0{,}7$ m, $\sqrt{d^5} = 0{,}409\,97$

$s =$ spez. Gew. d. Koksofengases $= 0{,}51$, $\sqrt{\frac{1}{s}} = 1{,}40$,

$l = 630\,000$, $\sqrt{\frac{1}{630\,000}} = 0{,}00\,122\,99$

$T = 273 + 15 = 288$, $\frac{1}{T} = 0{,}003\,47$, $\sqrt{0{,}003\,47} = 0{,}0589$

$$\sqrt{p_a^2 - p_e^2} = \sqrt{31^2 - 1{,}33^2} = 30{,}98,$$

also

$$Q_0 = 3600 \,.\, 3516{,}17 \,.\, 0{,}0589 \,.\, 10{,}252 \,.\, 0{,}409\,97 \,.\, 30{,}98 \,.\, 1{,}4 \,.\, 0{,}001\,26$$

$$Q_0 = 167\,200 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Das ist fast übereinstimmend das gleiche Resultat wie nach Biel.

III. Die Speicheranlage.

Da die Kokereien Tag und Nacht auch an Feiertagen ununterbrochen arbeiten, liefern sie auch fortdauernd ziemlich gleichmäßig Koksofengas. Der Verbrauch am Lieferort konzentriert sich aber auf gewisse Spitzenleistungszeiten, die durch die nach Tages- und Jahreszeit schwankenden Belastungskurven miteinander verbunden sind. Man steht also vor der Notwendigkeit, das Gas aufzuspeichern.

Dieses Problem ist in seiner Lösung längst nicht mehr an die heute veralteten städtischen Gasometer, d. h. über Wasserabschluß auf- und niedergehenden Glockenbehälter ohne oder mit Teleskopunterteilung gebunden. Der moderne Gasbehälter ist der stehende Trockenbehälter mit auf- und niedergehender Dichtungscheibe.

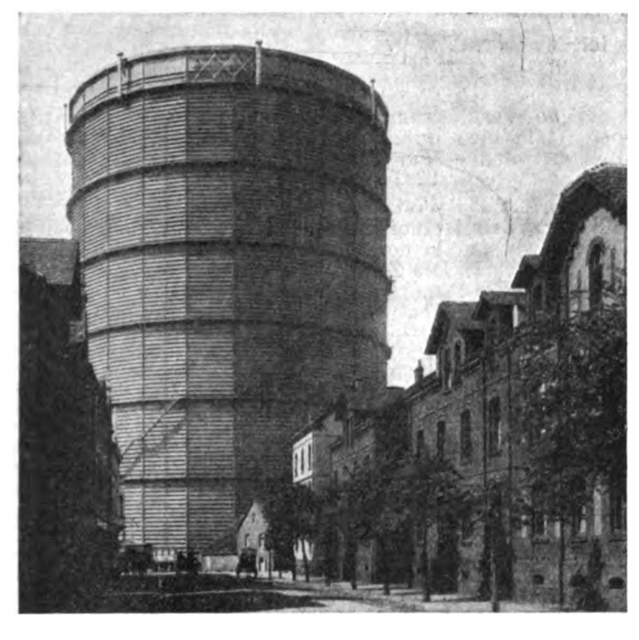


Abb. 3. Wasserloser Scheibengasbehälter von 300 000 m³ Inhalt, 107 (94) m hoch, 68 m Dmr. Von der M. A. N. Gustavsburg für Thyssen, Hamborn, geliefert, z. Z. der größte Europas.

Die größten im Ruhrkohlengebiet (Aug. Thyssen-Hütte) aufgestellten Scheibengasbehälter (Abb. 3) bestehen aus einem 24eckigen Turm, in dem eine Scheibe mit 24 Doppelrollenführungen sich bewegt. Am Rande dieser Scheibe, die sozusagen auf dem Gas ruht, wird eine Schicht von Kohlenteer mit Anthrazenölzusatz gehalten, welche die Scheibe gasdicht gegen die vertikalen Wände abdichtet und außerdem ev. ein Mittel zur Druckregulierung an die Hand gibt. Bei 107 m Höhe und 68 m Dmr. enthält ein solcher wasserloser Behälter 300 000 m³ Gas. (Neuere Ausführungen der M.A.N. bis 566 000 m³ je Behälter, d. h. für rd. 1 Mill. kWh.) Die gesamten Errichtungskosten einschl. Rohranschlüssen und Nebeneinrichtungen eines 300 000 m³-Behälters belaufen sich auf 2 Mill. RM.

Um freie Hand zur tageweisen Abschaltung und ev. Revision der Rohrleitung zu haben, sehen wir die Speicherkapazität für die 24stündige Fördermenge vor.

Das Rohr liefert stündlich 170 000 m³, also in 24 Stunden $170\,000 \cdot 24 = 4\,080\,000$ m³. Das ergibt $\frac{4\,080\,000}{300\,000} = 13{,}6$ und einschließlich ~ 10% Reserve = 15 Gasbehälter oder $15 \cdot 2 = 30$ Mill. RM Anlagekapital bzw. $\frac{30\,000\,000}{4\,500\,000} = 6{,}67$ RM je 1 m³ bzw. 3,67 RM je 1 kWh Speicheranlagekapital.

Die gesamten Anlagekosten der 630 km Ferngasleitung mit Anfangskompressorstation und Speicheranlagen am Ende (z. B. Berlin) betragen:

1 Kompressorstation (z. B. Hamm) für eine stündliche Kompression von 170 000 m³ Koksofengas von 1,033 auf 31 ata, bestehend aus 16 Kompressoren von je 12 500 m³ Stundenleistung (20 % Reserve), vollständig mit allem Zubehör	8,00 Mill. RM
630 km nahtloses Stahlrohr von 9 mm Wandstärke und 700 mm lichter Weite, fertig verlegt in Erdgräben längs den Landstraßen 1,5 m tief = 80 cm Erdpackung, mit Wollfilz und Bitumenumkleidung, mit allen Muffen, Krümmern und autogener Schweißung, allen Fundamentbauten und Verankerungen usw. nach Erfahrungen an einer etwa 100 km-Strecke an der Ruhr je 102 000 RM/km im Durchschnitt . . .	64,26 „ „
Für Flußübergänge, Brückenbenutzung usw.	5,00 „ „
	78,06 Mill. RM.

Rechnet man nun mit einem Gasverlust von 4 %, d. h. ohne Berücksichtigung von Eichtoleranzen und barometrischen sowie Temperaturdifferenzen, so haben wir stündlich 167 500 — 4 % bzw. $160\,800 \cdot 8700 = 1\,398\,960\,000 = \sim 1{,}4$ Milliarden m³/Jahr. Einschl. Speicheranlage wird der Preis dann:

Rohrstrang	78,06 Mill. RM
Speicherbehälter	30,00 „ „
	108,06 Mill. RM.

B. Gasfernleitung mit Zwischenkompression.

Es bleibt nun der Fall zu untersuchen, um wieviel die Fördermenge wächst, wenn man an Stelle nur einer Anfangskompression noch eine oder mehrere Kompressorstationen auf der Strecke errichtet. Wir wählen das gleiche Beispiel wie vorher, aber mit noch einer Zwischenkompression etwa vor Hannover, 300 km vom Ausgangspunkt (z. B. Essen a. d. Ruhr) und 360 km von Berlin entfernt.

I. Für Anfangskompression wurden wieder zur Erzielung praktisch günstigster Resultate 31 ata gewählt und die Rohrweite = 70 cm. Die zur Kompression in Essen erforderliche Arbeit und Gasmenge errechnet sich wie folgt:

Wir nehmen wieder adiabatische Kompression an und haben dann nach Vorhergehendem

$N = 0{,}152$ PSi/m³

$V = \sim 250\,000$ m³

$$N = \frac{250\,000 \,.\, 0{,}152}{0{,}75} \,.\, 0{,}736 = 50\,500 \,.\, 0{,}736 = 37\,300 \text{ kW}.$$

Der Gasverbrauch der Kompressoranlage wäre $= 37\,300 \cdot 0{,}55 = 20\,515$ m³/h bzw. $20\,515 \cdot 8700 = 178\,480\,500$ m³/Jahr = rd. 178,5 Mill. m³. Der Maschinenpark würde umfassen

$\frac{250\,000}{12\,500} = 20$ und einschl. 20 % Reserve = 24 Kompressoren, was einen Kapitalaufwand von

$24 \cdot 550\,000 = 13{,}2$ Mill. RM bedingt.

II. Die Fördermenge bis zur Zwischenkompressionsstation vor Hannover. Bei L = 300 km — 0,7 m Dmr. — ergibt sich nach dem Vorstehenden

$$\frac{p_a^2 - p_e^2}{300} = \frac{0{,}412\, Q_0^{1{,}875}}{(100 \,.\, 0{,}7)^5} \,.$$

In dieser Gleichung ist

$$\frac{p_a^2 - p_e^2}{300} = \frac{31^2 - 1{,}033^2}{300} = \frac{960}{300} = 3{,}2.$$

Führen wir diesen Wert in die Bielsche Formel ein, so erhalten wir:

$$Q_0 = \sqrt[1{,}875]{\frac{3{,}2\,.\,(70)^5}{0{,}412}} = 248\,340 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 248\,340\,.\,8700 = 2\,160\,558\,000 \text{ m}^3$$

zur Fortleitung angesaugtes Gas, 760 mm 0°, je Jahr. (Die 140 · 10⁶ m³ der Anfangskompression sind hierin nicht mit enthalten.) Hiervon gehen ab 2 % (zusammen 4 %) Streckenverluste bis Hannover = ... 248 340 m³/h

— 4 966

243 374 m³/h

und ferner der Verbrauch der Zwischenkompression.

Wir haben auf der Kompressorstation vor Hannover

$$\frac{243\,500\,.\,0{,}152}{0{,}75}\,.\,0{,}736 = 36\,300 \text{ kW},$$

für welche stündlich 36 300 · 0,55 = 19 965 m³ Gas benötigt werden oder 20 000 · 8700 = 174 Mill. m³ im Jahr. Es werden notwendig $\frac{243\,500}{12\,500} = 19{,}6 + 20\,\%$ Reserve $= 23{,}4 \sim 23$ Kompressoren, welche einen Kostenaufwand von 23 · 550 000 = 12,65 Mill. RM erfordern.

Außerdem stellen wir zum Ausgleich einen Gasbehälter von etwa 125 000 m³ auf, der rd. 1 Mill. RM kosten möge. Das Anlagekapital der Zwischenkompressorstation beträgt also 13,65 Mill. RM.

Zur Weiterleitung nach Berlin bleiben dann

243 500 — 20 000 = 223 500 m³/h.

Abzüglich von Gasverlusten beim Kompressionsprozeß rechnen wir mit 220 000 m³ und einem Wiederaufkomprimieren auf $p_a = 31$ ata. Es ergibt sich dann der Expansionsenddruck der 360 km-Strecke aus nachstehenden Beziehungen

$$(p_a^2 - p_e^2) = L\,\frac{0{,}412\,Q_0^{1{,}875}}{(100\,.\,0{,}7)^5}$$

$$31^2 - p_e^2 = 360\,.\,\frac{0{,}412\,.\,220\,000^{1{,}875}}{70^5} = -p_e^2 = 917{,}8 - 961$$

$$p_e = \sqrt{961 - 917{,}8} = \sqrt{43{,}2}$$

$$p_e = 6{,}575 \text{ ata}.$$

Bei $Q_0 = 220\,000$ m³/h angesaugtes Gasvolumen abzüglich 2 % Streckenverluste = 215 600 m³/h haben wir eine Endausströmung von 215 600 · 8700 = 1 875 720 000 m³ oder rd. 1,875 Milliarden m³/Jahr. Die Kosten des Kubikmeters Koksofengas stellen sich dann in Berlin wie folgt:

Es ist allgemein üblich, diese Preise je Kubikmeter loco Gasometer, d. h. ohne Speicherungskosten zu stellen. Wir erhalten demnach

Fall A (ohne Zwischenkompression).

	Gesamtanlagekosten	Kapitaldienst
Anfangskompressorstation	8,80 Mill. RM	15 % = 1 320 000 RM
Rohrleitung 630 km 70 cm Dmr. . . .	64,26 „ „	10 % = 6 426 000 „
Überführung über Brücken usw. . .	5,00 „ „	12 % = 600 000 „
	78,06 Mill. RM	8 346 000 RM
Gasometer für 4,5 Mill m³ .	30,00 „ „	12 % = 3 600 000 „
		11 946 000 RM.

Der Preis je Kubikmeter loco Gasometer, d. h. ohne Speicherungskosten, ergibt sich dann wie nachstehend

Kapitaldienst $\frac{8\,346\,000\,.\,100}{1\,400\,000\,000}$ = ... 0,596 Pf

Preis des gereinigten Koksofengases loco Anfangskompressorstation je 1 m³ . . . . 2,000 „

Es werden verbraucht bei der Anfangskompression	121,500 Mill. m³	
für Verluste 167 500 · 4 % = 6700 · 8700 = ...	58,290 „ „	
	179,790 Mill. m³	

180 · 2 = 360 Mill. Pf

$\frac{360\,000\,000}{1\,400\,000\,000}$ = ... 0,257 „

Wartung, Unterhaltung samt allem Zubehör, Verwaltung usw. der Anlage $\frac{2\,058\,000}{1\,400\,000}$ rd. 0,147 „

3,00 Pf/m³.

Fall B (mit Zwischenkompression).

	Gesamtanlagekosten	Kapitaldienst
630 km Rohrleitung 70 cm Dmr. vollständig verlegt .	64,26 Mill. RM	10 % = 6 426 000 RM
Überführung über Brücken usw. .	5,00 „ „	12 % = 600 000 „
Anfangs-Kompressorstation . . .	13,20 „ „	15 % } = 4 027 500 „
Zwischen-Kompressorstation . . .	13,65 „ „	15 % }
	96,11 Mill. RM	11 053 500 RM
Speicheranlage wie vor für 4,5 Mill. m³ Fassungsvermögen	30,00 „ „	12 % = 3 600 000 „
	126,11 Mill. RM	14 653 500 RM.

Der Preis je Kubikmeter loco Gasometer, d. h. ohne Speicherungskosten, ist dann

Kapitaldienst = $\frac{11\,053\,500\,.\,100}{1\,875\,000\,000}$ = ... 0,59 Pf

Preis des gereinigten Koksofengases loco Anfangskompressorstation je 1 m³ . . . . . 2,00 „

Es werden verbraucht:

für Anfangskompression .	178,500 Mill. m³
für Verluste Essen—Hannover 4966 · 8700 = ...	43,198 „ „
für Zwischenkompression .	174,000 „ „
für Verluste Hannover—Berlin 223 500 — 215 600 = 7900 · 8700 = ...	68,730 „ „
Verluste in Berlin	0,072 „ „
	464,500 Mill. m³

464,500 · 2 = 929 Mill. Pf.

$\frac{929\,000\,000}{1\,875\,000\,000}$ = ... 0,49 „

Wartung, Unterhaltung samt allem Zubehör, Verwaltung usw. der beiden Stationen, Rohrleitung usw. $\frac{3\,187\,500\,.\,100}{1875\,000\,000}$ = ... 0,17 „

3,25 Pf/m³

Eine Verbilligung der Kosten des Gases je Kubikmeter läßt sich durch die Zwischenkompression sonach nicht erzielen — der Preis bleibt derselbe —, aber dasselbe Rohr kann $\frac{220\,000}{170\,000} = 1{,}29$ oder 30 % mehr fördern, so daß der Vorteil einer Zwischenkompression dennoch bedeutend ist und in der Differenz der größeren Verkaufsumme besteht. Die Zwischenkompression gibt zudem ein Mittel an die Hand, die Transportfähigkeit eines Rohrstrangs ohne anderweitige Änderungen beträchtlich zu erhöhen.

Kältegewinnung der Endexpansion.

Das Gas kommt nach voriger Rechnung mit etwa 6,575 ata in Berlin an und kann z. B. in die Gasmotoren mit diesem Druck direkt eingeführt werden zur Ersparnis eines Teils der Verdichtungskompression; der restliche Teil müßte vor Eintritt in die Speicherbehälter expandieren und würde hierbei eine bedeutende Kältemenge liefern, welche z. T. bei der Krafterzeugung (Kondensatoren der Abwärmegewinnung) Verwendung finden könnte und z. T. für Kühlhäuser oder Handelszwecke. Um welche Größenordnung es sich hier handelt, zeigt folgende rein überschlägige Überlegung:

Überschlägig gerechnet hätten wir bei isothermischer Expansion von 6,575 ata

$$L_{\text{is.}} = 2{,}303\,.\,1{,}033\,.\,10\,000 \log \frac{6{,}575}{1{,}033}$$

$$= 23\,800\,.\,0{,}81\,790 = 19\,400 \text{ mkg/m}^3$$

$$\frac{19\,400}{427} = 45{,}4 \text{ kcal/m}^3$$

bei 1 875 000 000 m³ = 85 130 000 000 kcal, welche zur Kälteerzeugung verfügbar wären.

Damit könnte bei 10° Leitungswassertemperatur oder 10 000 kcal/m³ zur Kühlung auf 0°

80 000 kcal/m³ Schmelzwärme des Eises

90 000 „

$= \frac{85\,130\,000\,000}{90\,000} = 945\,000 =$ rd. 1 Mill. m³ Eis erzeugt werden, d. h. abzüglich Verluste wohl nur die Hälfte.

Bei einem Verkaufspreise in Berlin je Zentner = 1,65 RM, d. h. je 1 kg $\frac{1,65}{50}$ = 3,3 Pf wären dies 500 000 · 1000 · 3,3 = 16,5 Mill. RM.

C. Grenzen der Leistungsfähigkeit.

Wegen der großen zu verwertenden Gasmengen muß man sich die Frage nach den Grenzen der Leistungsfähigkeit und der Absatzmöglichkeit einer solchen Anlage vorlegen. Fragen wie die, wie hoch die Kilowattstunde sich bei Bezug durch z. B. die BEWAG mit relativ geringen Vollast-Benutzungszeiten stellen wird, kommen erst später zur Erwägung.

Die ganze Ferngasanlage ist in Bauausführung und Anlagekosten ein zu bedeutendes Unternehmen, als daß sie aufs Zuwarten errichtet werden könnte und wenn nicht für den größeren Teil der möglichen Fördermenge schon bald nach Fertigstellung eine Verwendung gegeben sein wird. Dazu aber dürften die relativ geringen Lieferungen an städtische Gasverteilungen — Berlin wäre in dieser Beziehung noch ein alleinstehend bester Fall — kaum ausreichen. Für untergeordnete Zwecke wäre wiederum das Gas zu kostbar. In der Umwandlungsmöglichkeit in Elektrizität ist aber ein unabsehbares Feld der Entwicklungsmöglichkeit geboten, deren Verwirklichung durch Gastechnik im Verein mit der Elektrotechnik zu einer mächtigen Vermehrung unserer wirtschaftlichen „Preparedness", wie sie unserem Lande an allen Orten nicht noch einmal geboten werden könnte, führen wird.

Das vorliegende Beispiel, das bei allen großen Zahlenwerten doch erst $\frac{1,4}{9}$ = 15,5 % bzw. $\frac{1,875}{9}$ = 20,8 % der jetzigen Ruhrgasmengen umfaßt und etwa 11,7 % der deutschen Lieferfähigkeit an Koksgas, zeigt die Durchführbarkeit der Anlagen, namentlich wenn mit größeren Maschineneinheiten gerechnet werden kann. Zur Ermöglichung größeren Absatzes werden die vereinigten Kokereien wohl auch noch zu einer Reduzierung des Verkaufspreises je Kubikmeter schreiten müssen. Die 2 Pf/m³ beruhen nur auf Annahme.

Der gesamte Kraftbedarf (Spitzenleistung) von Berlin wird im kommenden Jahre angenähert, soweit statistische Daten und Schätzungen eine Feststellung erlaubten, für die Berliner Städtischen Elektrizitätswerke (BEWAG) und die übrigen Stromversorgungs-Gesellschaften (Märkisches E. W., Spandau, Wilmersdorf, Tegel), die Straßenbahnen, die Hoch- nud Untergrundbahnen, die Stadt-, Ring- und Vorortbahnen usw. zusammen rd. 650 000 kW betragen. Die Jahres-Kilowattstunden aller dieser Anlagen ergeben sich nach analoger Aufstellung zu etwa 1670 Mill. kWh.

Die Gesamttransportfähigkeit des 70 cm-Rohres beträgt nach vorstehendem bei 31/1,033 ata, 630 km, abzüglich der geschätzten Verluste, 1400 bzw. 1875 Mill. m³. Bei 0,55 m³/kWh wäre eine Elektrizitätserzeugung von 2540 bzw. 3400 Mill. kWh möglich. Verwendung könnten aber nur 1670 Mill. kWh finden oder zur Erzeugung dieser 918,5 Mill. m³ Gas. Es blieben sonach für andere als elektrische Zwecke 956,3 Mill. m³ übrig.

Eine Absatzmöglichkeit hierfür böte sich in der Belieferung der Groß-Berliner Gaswerke (Städt. G.W. + Tegel + Niederbarnim + Deutsche Gasges.), die nach dem Gaskalender von 1928 im Vorjahr 761,474 Mill. m³ abgaben, und 195 Mill. m³ zu gewerblichen Zwecken, oder in der Verwendung zur hydroelektrischen Speicherung von während eines Jahres in gewissen Abschnitten

$$\frac{956 \cdot 10^6}{0,55} \ (\eta = 0,5) = 770 \cdot 10^6 \text{ kWh}$$

und schließlich in der Lieferung an die Industrie für verschiedene Verwendungszwecke.

Der eine Rohrstrang vermag also den Jahresbedarf der gesamten Elektrizitätserzeugung und die gesamte Gaserzeugung von Groß-Berlin zu decken mit einem Überschuß von 25 % der ganzen Produktion der Groß-Berliner Werke.

Beim Vergleich des Kokereigases mit Gasanstaltsgas stößt man bezüglich der Selbstkostenfrage auf genau die gleichen Widersprüche von Freund und Feind, die wir anfangs bei dem Wärmewert usw. betrachteten.

Starke sagt a. a. O.: „Ein Gas von 4200 Cal. können heute selbst die größten deutschen Gaswerke östlich der Elbe nicht unter 6 Pf/m³ herstellen". Die Denkschrift der A. G. für Kohleverwertung, der jetzigen „Ruhrgas A. G.", vom Juni 1927 führt S. 18 eine Rede von Dr. Gerstner auf der Tagung der Gas- und Wasserfachmänner in Danzig 1926 an (Gas Wasserfach 1926 S. 451), wonach ein Gas von 4300 kcal 6,5 Pf Erzeugungskosten frei Gasbehälter „ohne Kapitaldienst" verursache, und Dr. W. Alexander vom Vorstand der Berliner Städt. Gaswerke nennt „ohne Kapitalkosten" den Preis von etwa 5 Pf. Das ergäbe dann 7 bis 9 Pf/m³ „frei Gasbehälter". Von gegnerischer Seite wird in der Denkschrift des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern „Gasfernversorgung" vom Sept. 1927, S. 22, ein Preis von 4 bis 5 Pf „einschl. Unterhaltung" genannt.

Der Kapitaldienst der städtischen Werke ist meist schwer zu bestimmen, da vielfach die Kämmerei diese Frage nach anderen als kaufmännischen Gesichtspunkten regelt.

Jedenfalls dürfte der gegnerische Versuch, den Gestehungspreis des Ferngases auf den gleichen Betrag wie des Gasanstaltsgases zu erhöhen, mißglückt sein, denn nach den Verträgen z. B. mit Hannover ist der Lieferpreis loko Gasometer zu 3,2 Pf/m³ festgesetzt worden.

In Anbetracht der höheren Ausnutzbarkeit der Wärme in der Gasflamme von ~ 1,5 zu 1 des Wärmewertes der Feuergase der Steinkohle (Denkschr. A. G. f. Kohleverwertung Juni 1927, S. 31 und nach verschiedenen Autoritäten) kann man bezüglich des Wärmewertes in den meisten Fällen 1 m³ Gas = 1 kg Kohle rechnen, eine 4630 × 1,5 = 6945 Cal haltige Kohle kostet aber in Berlin ebenfalls etwa 3 Pf. Die für Kesselfeuerung in Frage kommenden Kohlen stellen sich für Großbezieher in Berlin wie folgt:

	kcal			RM/t	7000 kcal kosten Pf
Oberschl. Kleinkohle .	6300 = 11 +	Fracht	13 =	24	2,66
„ Förderkohle	6500 = 13,40 +	„	13 =	26,40	2,85
Westf. Förderkohle .	7000 = 14,87 +	„	13 =	27,87	2,70
„ Generatorkohle	7500 = 18,35 +	„	13 =	31,35	2,93
Braunkohlen-Industrie-Briketts, Niederlausitz	4000 = 12,15 +	„	6 =	18,15	3,18

(Preise bei Anschlußgleis; mit Wasserfracht kommen bei schlesischen Kohlen statt rd. 13 rd. 9 RM für Fracht in Frage.)

Die Verhältnisse werden in Deutschland überall ähnlich liegen, wie die hier für Berlin angenommenen. Überall wird die Verwendung des Gases für Elektrizität am meisten ins Gewicht fallen, es wäre denn, daß für chemische Benutzung sich noch große Absatzgebiete erschlössen.

Die Ferngasversorgung wird dann wohl in Zukunft in manchen Fällen eine Nebenbuhlerin der großen Hochspannungsleitungen werden. Während eine solche Hohlseilleitung in der Ausführung des RWE mit Doppelleitung 6 · 400 mm² — zukünftig mit 380 kV und vorerst mit 220 kV betrieben — bei $\cos \varphi = 1$, $r = 0,0182$ und dem üblichen Verlust von 8 % auf 630 km 2 · 135 000 = 270 000 kW transportieren könnte, u. zw. bei 110 000 RM/km Hohlseilstrecke — bei gleichem prozentualem Verlust wie die Gasfernleitung von 5 % sogar nur 2 · 83 500 = 167 000 kW —, kann ein Ferngasrohr von 70 cm Dmr., wie wir gesehen haben, stündlich etwa 160 800 m³ nutzbar abgeben, also rd. 293 000 kW leisten, die mit Hilfe von relativ kleineren Speichern leicht zu dem vielfachen eines solchen Spitzenwertes gebracht werden können, was mit der elektrischen Leitung vor allem im Flachlande nicht so leicht ausführbar ist. Diese Übertragung der Hohlseilleitung wird aber nur erreicht unter Zwischenschaltung von Phasenschieberstationen auf der Strecke, d. h. Blindleistungsmaschinen, welche die Ladeleistung der Leitung zu $\cos \varphi = 0,9$ bis $\cos \varphi = 1$ wieder kompensieren. Ohne solche Stationen beträgt die Übertragungsfähigkeit unter Berücksichtigung der Stabilität (bzw. Unempfindlichkeit für Belastungsstöße gegen Außertrittfallen) der Anlage nur 2 · 70 000 = 140 000 kVA. Es sind so mit den 270 000 kW der Hohlseilstrecke eigentlich auch nur die 215 000 m³ des Gasfernrohres mit Zwischenkompression in Vergleich zu ziehen, welche 392 000 kWh bedeuten. Das Gasrohr transportiert stündlich rd. 160 000 · 4500 = rd. 720 Mill. kcal bzw. 215 000 · 4500 = 967,5 · 10⁶ kcal, die elektrische Leitung 270 000 · 860 = 232 Mill. kcal, d. h. nur den dritten bis vierten Teil. Das Gasrohr ist wie ein Kabel unterirdisch verlegt und hat somit alle Vorzüge des Kabels vor der oberirdischen Verlegung. Der Elektrotechnik ginge aber durchaus nichts verloren, wenn etwa eine Fernübertragung durch Gas an Stelle von Elektrizität erfolgte. Durch die schließliche Umwandlung in elektrische Arbeit und die Unterbringung und Verteilung der gewaltigen Energiemengen, die durch die Ferngasleitung erst ermöglicht werden, würde das scheinbar Entgangene vielfach wieder aufgewogen.

Es wäre ja schon jetzt eine sehr bedeutende Ausnutzung der Gasfernanlage durch Elektrizität gesichert

— und würde mit Verbilligung der Elektrizitätstarife einen noch unvorgesehenen Umfang annehmen, da die Verteilung durch die Überlandzentralen ja eine viel weitgehendere ist als bei Gasrohren überhaupt denkbar —, wenn es gelänge, bald einen Großgasmotor in den Leistungsgrößen unserer heutigen Großkraftwerke zu schaffen. Die heutigen Großgasmotoren bis 12 000 PS stellen ja schon einen großen Schritt vorwärts dar. Man muß sich vergegenwärtigen, daß schon 1925 mit Großgasmotoren 2057,44 Mill. kWh = 10,22 % der gesamten deutschen Elektrizitätsversorgung von 20,327 Milliarden kWh erzeugt wurden[9]. Immerhin aber wäre der Fall praktisch unausführbar, etwa die 650 000 kW der gesamten Groß-Berliner Spitzenleistung mit Einheiten von bestenfalls 10 000 kW erzeugen zu wollen.

Es hieße aber an der Technik verzweifeln, wenn man nicht annehmen wollte, daß sie dieser doch vergleichsweise geringen Schwierigkeiten auch Herr werden könnte, wofern nur erst einmal der Anreiz dazu geboten würde, einen Großgasmotor von z. B. 30 000 kW zu bauen — im Dieselaufbau oder als Turbine —, u. zw. zu Preisen, die auch eine Konkurrenz mit Dampfwerken ermöglichen.

Es dürfte an dieser Stelle interessieren, wie hoch die Kosten sich bei den heute üblichen Gasmaschinengrößen stellen. Ein modernes G r o ß g a s m a s c h i n e n - K r a f t w e r k von 25 000 kW — bestehend aus 4 Viertakt-Tandem Doppelmaschinen D. T. Z., n = 107 U/min, mit Schwungradgeneratoren von je 5000 kW, 3 · 6000 V und 8 = je zwei Abhitzedampfkesseln — die Motoren arbeiten mit Siedekühlung, die Wärme der Auspuffgase beträgt bis 700 ° — für 4 · 6500 = 28 000 kg Dampf, 15 atü, 350 °, einschl. dazugehörigem Dampfturbogenerator von 5000 kW, 3 · 6000 V mit vollständiger Kondensation und allem Zubehör kostet einschl. Fundamenten, Gebäuden und Bauland nach Ausführung und Veranschlagung einer unserer ersten Großfirmen 6,5 Mill. RM oder $\frac{6\,500\,000}{25\,000} = 260$ RM/kW.

Für ein solches Werk stellte sich der S e l b s t k o s t e n p r e i s j e 1 kWh bei dem Belastungsgrad der BEWAG von 2600 Vollaststunden im Jahr, d. h. 2600 · 25 000 = 65 Mill. Jahres-kWh auf

Kapitaldienst 15 % = $\frac{6\,500\,000 \,.\, 100 \,.\, 15}{65\,000\,000}$ =	1,50	Pf/kWh
Betriebsgas = 3,00 Pf · 0,55 m³	1,65	„
Öl, Putzmaterial usw.	0,20	„
Bedienung	0,11	„
Unterhaltung und Reparaturen	0,27	„
Verwaltung, Versicherung und Unvorhergesehenes	0,07	„
	3,80	Pf/kWh.

Der sich für dieses Ferngaskraftwerk in Berlin ergebende kWh-Preis von 3,8 Pf kann natürlich noch nicht konkurrieren mit dem gleichen Preis von Dampfgroßkraftwerken, aber in einzelnen Fällen wird er Beachtung verdienen, da das Gaskraftwerk keiner Lage an einem Flußlauf — die bei Dampfkraftwerken wegen der enormen Kühlwassermenge fast noch wichtiger ist als wie die Abstände von Zeche und Konsumzentren — noch an Zufahrtstraßen, Anschlußgleisen usw. bedarf und oft in unmittelbarer Nähe der Konsumzentren errichtet werden kann, so daß zu seinen Gunsten die Ersparnis an den andere Betriebe stark belastenden Kosten der Stromzuleitungen verbucht werden kann. Was diese Ersparnis bedeutet, mag daraus erhellen, daß zu Berlin z. B. das Kilowatt im Kraftwerk ohne Reserven rd. 300 RM, aber einschl. der Verteilungsnetze 900 RM, anderwärts 745 RM kostet. Die Gasmaschinen, mit Leuchtgas betrieben, sind gegenüber den Dampfturbos sofort betriebsbereit, ein Vorwärmen ist nicht erforderlich, und Zerstörungen ähnlich schwerer Art, wie diese bei Dampfturbinen vorkommen können, sind unbekannt.

Man muß ferner bedenken, daß es nicht angängig ist, von den Einheitskosten einer so relativ kleinen und teueren Anlage auf die eines Großbetriebes durch einfache Multiplikation schließen zu wollen. Schon bei den großen Gaszentralen im rheinisch-westfälischen Gebiet wurden mir viel niedrigere Sätze, etwa 20 % niedriger, als Anlagekapital je 1 kW angegeben, aber ich konnte diese nicht eingehend kontrollieren und kann deshalb hier noch nicht damit rechnen. Ich habe indessen die feste Überzeugung, daß diese Lösung der Großgasmotorenfrage sehr bald gelingen wird, wenn erst die Nachfrage da ist, und es läge vor allem im eigensten Interesse der Elektrotechnik, an dieser Möglichmachung mitzuhelfen. The necessity is the mother of invention. Die Ferngasversorgung muß kommen und kommt mit aller Gewißheit. Die große Sammelleitung — „Sammelschiene" — entlang dem Rhein-Herne-Kanal und die Verteilungsleitung zwischen den einzelnen Zechen, Kokereien und Hüttenwerken im Ruhrkohlengebiet sind im vorbeschriebenen Ausmaß mit 70 cm Dmr.-Rohr von Zeche Minister Stein über Hörde, Schwerte, Letmathe, Nachrodt-Werdohl nach Plettenberg in rd. 60 km Länge fast fertiggestellt und von Hohenlimburg nach Arnsberg bereits fest beschlossen. Die Stadt Hannover hat bereits einen Liefervertrag mit der A. G. für Kohleverwertung für 3,2 Pf/m³ abgeschlossen.

Die z. Z. in Bildung und Ausführung begriffenen zahlreichen Gruppen-Gasversorgungen in allen Teilen Deutschlands, die in einem Anschluß vieler umliegenden kleinen Gaswerke an ein großes zentrales städtisches Gaswerk bestehen, bahnen der Zechen-Gasfernversorgung nur den Weg. Es wird sich da auf dem Gasgebiet derselbe Vorgang abspielen wie zuvor bei den elektrischen Überlandzentralen. Zur Lösung des Problems der Kokereigasverwertung tragen diese Gruppenversorgungen nicht das Mindeste bei, diese Lösung vermag allein die Elektrotechnik zu bringen.

Die deutsche Elektrotechnik kann die Ferngasversorgung nur begrüßen, die ihr eine wohl nie in diesem Ausmaß dagewesene Belebung des Geschäftes bringen wird, denn wie vorstehend ausgeführt, wird die Unterbringung dieser enormen Gasmengen nur möglich durch Umwandlung in Elektrizität: elektrische Verteilung und hydroelektrische Aufspeicherung.

Vorstehende Ausführungen verfolgen das Ziel, die Frage der Auswertung der Gasfernversorgung durch Elektrizität dem Interesse der Fachgenossen näher zu bringen, wie dies bereits Dir. Dr. Rich. W e r n e r in seinem Vortrag über „Fragen aus der modernen Elektrizitätswirtschaft" vor dem Verein Deutscher Eisen- und Stahlindustrieller in Berlin am 13. VI. 1928 getan hat.

Vale — si quid novisti rectius istis,
Candidus imperti —
Si non, his utere mecum. (Hor.)

[9] Wirtsch. u. Stat. Juli 1927.

Straßenlaternen zum Anleuchten von Gebäuden.

Die Public Service & Gas Co., Newark, hat Laternen aufgestellt, welche nicht nur der Straßenbeleuchtung, sondern auch dem Anleuchten der seitlichen Gebäude dienen[1]. Abb. 1 zeigt eine Ausführung der Westinghouse Electric and Manufacturing Co., bei welcher sich für Anleuchtzwecke oben eine 500 W-, 750 W-, 1000 W- oder 1500 W-Lampe befindet, die mit einem um eine horizontale Achse drehbaren Reflektor versehen ist; die Verstellung um die Vertikale wird vorgenommen durch Drehung der Laterne um die Mastachse. Unterhalb dieser Lampe ist eine 200 W-Lampe für die Straßenbeleuchtung eingebaut. Ihr fällt auch die Aufgabe zu, die durch den Reflektor der oberen Lampe hervorgerufene Schattenwirkung zu verringern. Während der Strom für das Flutlicht den angrenzenden Hausleitungen entnommen wird, geschieht die Versorgung der Straßenbeleuchtung aus dem öffentlichen Netz.

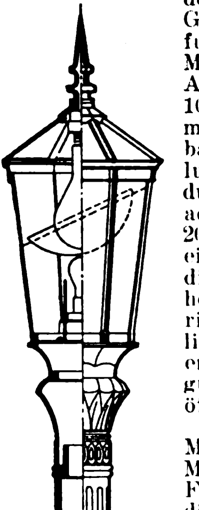


Abb. 1. Straßenlaterne zum Anleuchten von Gebäuden.

Gute Ergebnisse wurden mit einer Masthöhe von 4,2 bis 4,8 m erreicht. Die Mastentfernung hängt von der Breite des Fußgängersteiges ab; das 2...2½fache dieser Breite kann als Faustmaß für die Entfernung der Maste angenommen werden. Die Methode reicht aus, um Gebäude von 22,5 m Höhe bei einer Breite des Fußgängersteiges von 4,5 m zu beleuchten. Um nicht zu viele Maste aufstellen zu brauchen, kann man auch mehrere Laternen auf einen Mast setzen. *Ka.*

[1] El. World Bd. 92, S. 255.

Zum elektrischen Antrieb der Druckereimaschinen.

Auf der Internationalen Presse-Ausstellung 1928 „Pressa" Köln ist in der Kernausstellung der Abteilung „Die moderne Tageszeitung" das Entstehen einer Zeitung zu sehen. Die in der Redaktion zusammengestellten Nachrichten gelangen im Manuskript in die Hand- und Maschinensetzerei. Auf Linotype-Setzmaschinen werden die von Hand getippten Typen in Zeilen gegossen. Die Gießtöpfe werden elektrisch mittels Zeituhr und Wärmerelais geheizt. Die Spaltenzeilen werden in Rahmen eingefügt und die Pappmatrize auf elektrisch angetriebenen Prägepressen hergestellt. Der beim Trockenprozeß auftretende Wasserdampf wird durch eine Vakuumpumpe abgesaugt und das Trocknen der geprägten Matern erfolgt elektrisch durch die in den unteren und oberen Prägeplatten angebrachten Heizelemente. In gasbeheizten Trockentrommeln, die elektrisch angetrieben werden, wird die Matrize völlig getrocknet und halbkreisförmig gebogen. Auf Schnellgießmaschinen erfolgt sodann die Herstellung der Stereotypieplatten. Die Betätigung der Maschinen zur Ausführung des Gusses erfolgt elektrisch, die Heizung durch Gas. Mit elektromotorisch angetriebenen Bohr- und Justierapparaten werden die gegossenen Platten fertig bearbeitet und gelangen dann zu der vollselbsttätigen 32 Seiten - Doppel - Schnelläufer - Rotationsdruckmaschine der Schnellpressenfabrik Frankenthal Albert & Cie. A.G., auf der die Pressa-Zeitung gedruckt wird (Abb. 1).

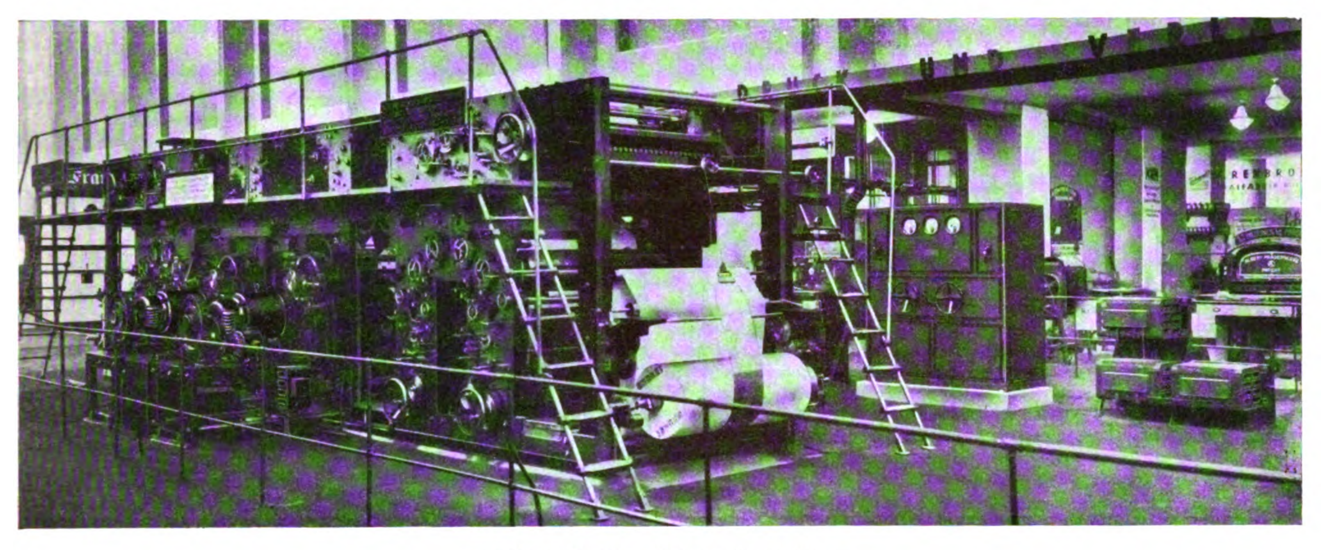


Abb. 1. Hochdruck-Rotationsmaschine.

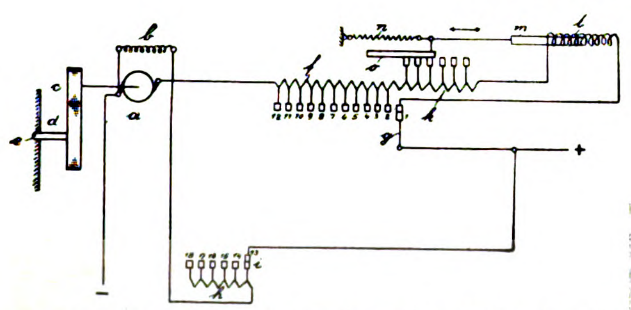


Abb. 2. Schaltung des Rotationsdruckmaschinenantriebs ohne Hilfsmotor (Bergmann).

Die elektrische Ausrüstung der Rotationsdruckmaschine ist von den Bergmann Elektricitäts-Werken Berlin geliefert. Zum Antrieb sind zwei Drehstrom-Hauptmotoren, zum Einziehen des Papiers, um kleine Geschwindigkeit zu erhalten, Hilfsantriebe mit Überholungskuppelung vorhanden. Die Antriebsausrüstung der Druckmaschine arbeitet vollselbsttätig, d. h. sämtliche Hilfsmotoren werden durch Druckknöpfe bedient; auf diesem Wege erfolgt auch die Einstellung und Regelung der Drehzahl der Hauptmotoren. Die Anlaß- und Regelapparate, Widerstände, Steuerapparate und sonstigen Regler sowie Sicherungen sind in einem Doppelschaltpult eingebaut und staubdicht abgeschlossen. Instrumente zeigen die Netzspannung sowie die während des Betriebes auftretende Belastung der Motoren an. Beim Versagen der elektrischen Druckknopfsteuerungen kann der Betrieb ohne jede Verzögerung durch die an dem Schaltpult vorhandenen Handräder von Hand aufrechterhalten werden. Die Arbeitsweise der Antriebsmotoren wird durch Lichtsignale gekennzeichnet. Grün leuchtende Lampen zeigen den Lauf der Hilfsmotoren mit geringer Geschwindigkeit für das Einziehen des Papiers, rot leuchtende Lampen den Lauf der Hauptmotoren mit höherer und größter Geschwindigkeit je nach der Stellung des Kontrollers, weiß leuchtende Lampen die Sperrung der Antriebsausrüstung an. Solange die an einer Druckknopftafel eingelegte Sperrung nicht ausgelöst wird, kann von keiner Seite die Antriebsvorrichtung wieder in

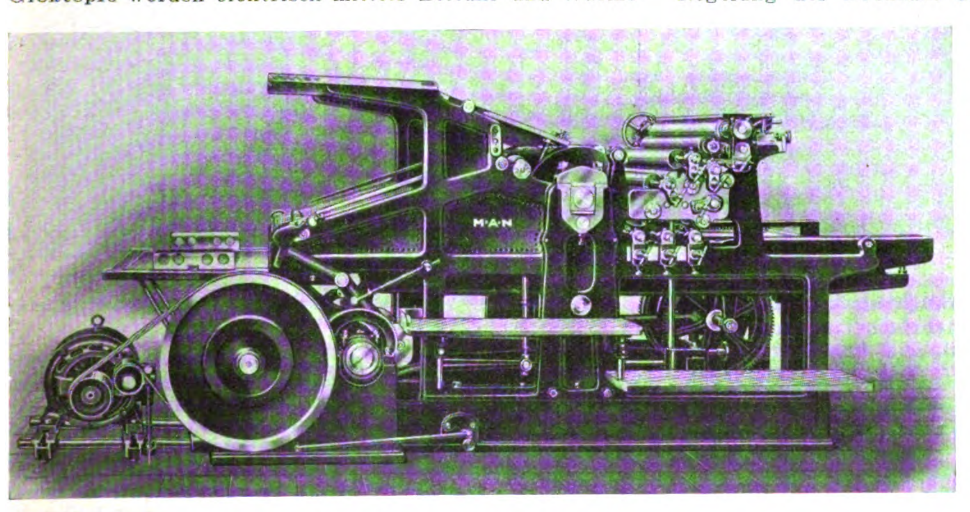


Abb. 3. Kupfertiefdruck-Schnellpresse.

Betrieb gesetzt werden, was eine außerordentlich wichtige Sicherheitsmaßnahme für das Bedienungspersonal ist. Die zwischen Hilfs- und Hauptantrieb vorhandene Überholungskuppelung bewirkt, daß das Anlaufen der Maschine, also das Anfahren durch den Hilfsantrieb und die weitere Beschleunigung durch die Hauptmotoren sehr sanft, also stoßfrei erfolgen kann, wodurch das Papierreißen verhindert wird. Die Maschinenhälften lassen sich je nach der erforderlichen Seitenzahl der Zeitung einzeln

Abb. 4. Wechselstrom-Kaskadenschaltung für Rotationsmaschinenantriebe (SSW).

oder gekuppelt benutzen. Die Antriebsanordnung besitzt eine Ausgleichschaltung, durch welche die beiden Hauptantriebsmotoren bei starrer Kuppelung der Maschinenhälften auf jeder Geschwindigkeitstufe gleiche Last übernehmen. Zur Sicherung der Maschine und der Antriebsmotoren sind Sicherheitseinrichtungen getroffen, welche bei Überlast oder Ausbleiben der Spannung ansprechen und die Maschine stillsetzen. Das Wiederanlassen ist nur möglich, wenn vorher die Kontroller in die Nullstellung zurückgebracht wurden. Durch Bremslüftmagnete, die, solange einer der Motoren in Betrieb ist, unter Spannung stehen und die Bremsen lüften, kann die Maschine nach Betätigung eines der Druckknöpfe „Halt" bis zum Stillstand schnell abgebremst werden. Bei Betätigung einer Maschinengruppe durch eine Handkurbel werden die Steuerleitungen zu den Druckknöpfen und Schaltapparaten unterbrochen, so daß von diesen aus die Motoren nicht in Betrieb gesetzt werden können, damit das Personal nicht durch plötzliches Herumschleudern der Handkurbel gefährdet ist.

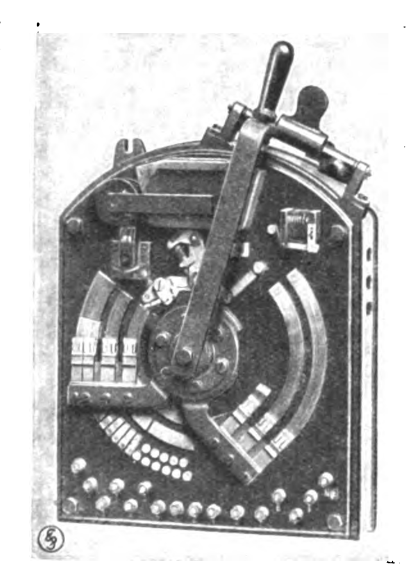


Abb. 5. Gleichstrom-Regelanlasser für Schnellpressenantrieb.

Ferner hat Bergmann eine Mehrfach-Tiefdruck-Rotationsmaschine der Schnellpressenfabrik Frankenthal mit elektrischer Doppelausrüstung für vollselbsttätige Steuerung und mit Schaltschrank für die Nebenantriebe und die Verteilung der elektrischen Beheizung zur Trocknung des Drucks beliefert. Auch bei der Frankenthaler Tandem-Palatia im Hause des „Hamburger Fremdenblatts" ist der elektrische Antrieb von der Firma entsprechend den drei Einheiten der Maschine als Dreifachanlage und halbselbsttätig arbeitend ausgeführt worden.

Im Anschluß hieran sei darauf hingewiesen, daß neuerdings Bergmann hilfsmotorlose Elektromotorenantriebe für Rotationsdruckmaschinen mit selbsttätiger Konstanthaltung der Einziehgeschwindigkeit für das Papier entwickelt hat. Hier ist nur ein Antriebsmotor vorhanden, der die Funktionen des Hilfs- und des Hauptmotors übernimmt. Abb. 2 zeigt die Schaltung eines solchen Antriebes mit einem Elektromotor, die den Bergmann Elektricitäts-Werken durch D.R.P. ang. und englisches Patent Nr. 240 828 geschützt ist. Im Läuferstromkreis liegt der Regelwiderstand *f*, der durch den Anlaß- und Regelapparat *g* zu- und abgeschaltet wird. Zur Feldregelung wird der Widerstand *h* mit Kontakt *i* benutzt. Bis Stufe 12 erfolgt Läuferstromkreisregelung, darüber hinaus durch Vorschaltung des Widerstandes *h*

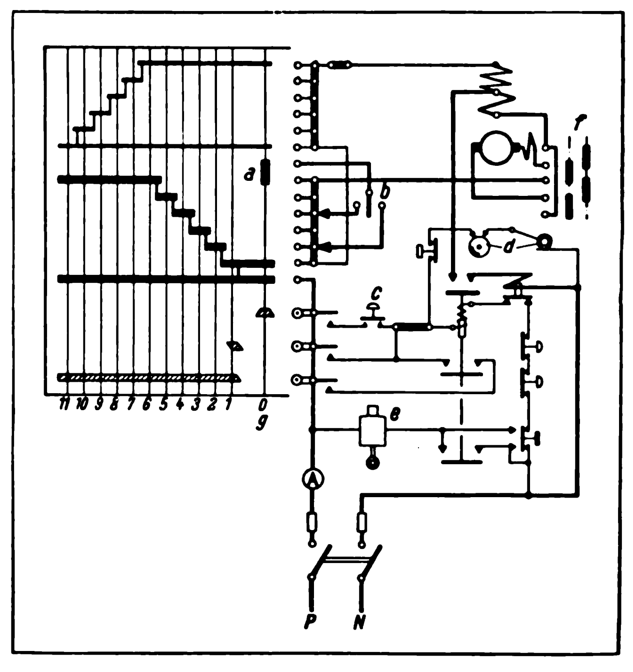


Abb. 6. Schnellpressenantrieb für Vorwärts- und Rückwärtslauf mit Zurichten durch Fernsteuerung (SSW).

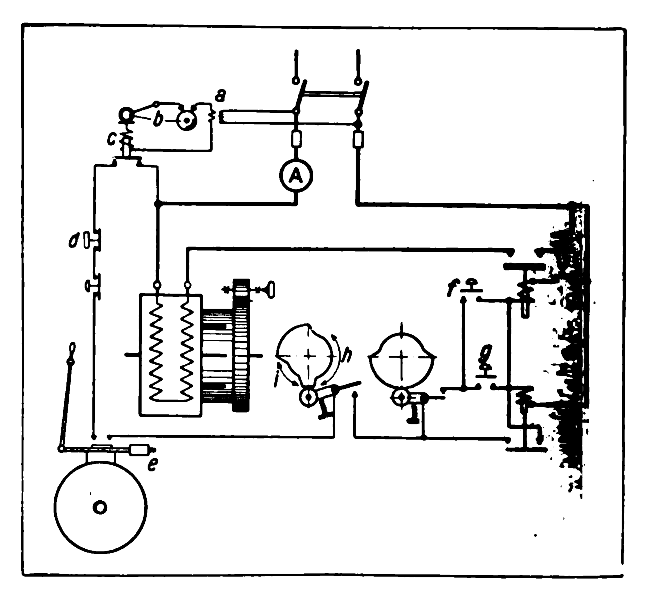


Abb. 7. Halbselbsttätiger Schnellpressenantrieb mittels Repulsionsmotor (SSW).

im Feldstromkreis verlustfreie Drehzahlregelung. Das Einziehen des Papiers erfolgt wieder auf Kontaktstellung 1. Die selbsttätige Regelung der Einziehgeschwindigkeit besorgt wieder die Magnetspule *l* durch Einstellen der Kontaktschiene *o*. Auf Stellung 2 ist die selbsttätige Regelvorrichtung abgeschaltet. Ein derartiger Antrieb wurde erstmalig in der Buchdruckerei Karl Schünemann in Bremen (Bremer Nachrichten) an zwei von der Firma König & Bauer in Würzburg gelieferten Schnelläufer-Rotationsdruckmaschinen ausgeführt. Jede Maschine besitzt drei Druckeinheiten für Schön- und Widerdruck und hat einen Falzapparat für zwei Falze. Auf jeder Maschine können 4 ... 48 Seiten in einfarbigem Druck, davon bis zu 16 Seiten zweifarbig, außerdem

8 Seiten doppelt in vierfarbigem Druck hergestellt werden. Die Leistung jeder Maschine beträgt bis 18 000 Drucke/h. Der antreibende Motor hat eine Leistung von je 75 kW bei 1600 U/min und ist von 200 ... 900 U/min im Läuferstromkreis und von 900 ... 1600 U/min im Feldstromkreis regelbar. Benutzt wird Gleichstrom von 220 V. Die Antriebsausrüstungen arbeiten halbselbsttätig, indem der Motor nur für die Einziehgeschwindigkeit durch Druckknöpfe gesteuert wird und die Einstellung der zum Drucken erforderlichen höheren Geschwindigkeiten durch Verstellung des Kontrollers von Hand erfolgt. Damit der Antriebsmotor auch bei stark wechselnder Belastung nach Einschalten der verschiedenen Druckwerke mit gleicher Drehzahl auf den einzelnen Kontrollerstellungen läuft, sind zwei Kontroller vorhanden, von denen Kontroller 1 mit einem Läuferregelwiderstand für 22 kW Antriebsleistung, Kontroller 2 mit einem solchen für 50 kW Antriebsleistung versehen ist; die Kontroller mit ihren parallel geschalteten Widerständen für 75 kW Antriebsleistung sind mit dem Handrad mechanisch verbunden. Im Betriebe hat sich gezeigt, daß das Einstellen der Walzen zum Einlegen der Druckplatten usw. beim hilfsmotorlosen Antrieb einfacher und sicherer erfolgen kann, als wenn ein Hilfsmotor vorhanden ist. Die Einfachheit derartiger Anlagen bringt für den Betrieb viele Vorteile, zu denen ein etwas höherer Stromverbrauch während der kurzen Einziehperioden gegenüber dem Betrieb mit Hilfsmotor keine Rolle spielt. Auch eine Mehrfarben-Offset-Rotationsdruckmaschine der Vogtländischen Maschinenfabrik in Plauen wurde mit einem derartigen Antrieb durch 15 kW-Antriebsmotor ausgestattet, der für das Drucken von 200 ... 2200 U/min geregelt wird. Mit verbessertem Steuerregler wird die Motordrehzahl für das Einziehen auf etwa 90 U/min für eine Einziehgeschwindigkeit von etwa 3 m/min konstant gehalten. Für den Betrieb der hilfsmotorlosen Drehstrommotorbetriebe für Rotationsdruckmaschinen werden zweckentsprechende Steuereinrichtungen noch entwickelt werden. Die neue Antriebsanordnung bietet den Vorteil, daß auch Rotationsdruckmaschinen, bei denen bisher der Werkstoff noch mit der Handkurbel eingezogen wurde, nachträglich für maschinelles, gleichmäßiges Einziehen des Papiers betrieben werden können.

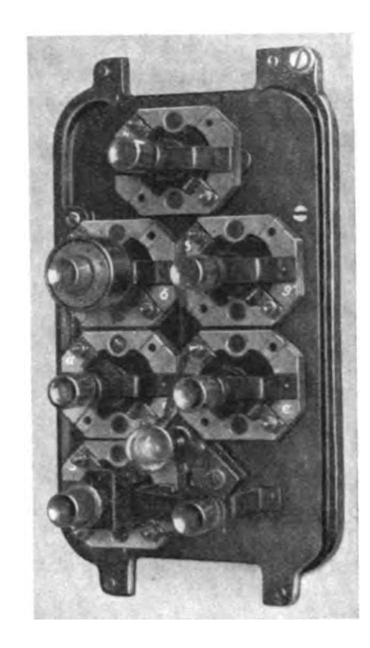


Abb. 8. Druckknopftafel, offen.

Zahlreich sind auf der „Pressa" die Druckereimaschinen, die mit elektrischen Antriebsvorrichtungen der Siemens-Schuckertwerke ausgestattet sind. Im Bau 20 des Verlages Dumont-Schauburg steht eine 32seitige Zweirollen-Tiefdruck-Rotationsmaschine der Schnellpressenfabrik Frankenthal mit 5 Druckwerken zum Druck der „Kölnischen Illustrierten" mit halbselbsttätigem Doppelantrieb und eine 96seitige Schnelläufer-Reihenrotationsmaschine der Schnellpressenfabrik König & Bauer A.G. in Würzburg zum Druck des „Stadtanzeigers" mit 18 000 Zylinderumdrehungen/h und vollselbsttätigem Dreifachantrieb. Aus dem MAN-Görreshaus sind neben verschiedenen Schnellpressen (Abb. 3) für Hoch-, Gummi- und Tiefdruck eine Universaltiefdruck-Rotationsmaschine mit 2 Druckwerken, einem Falzapparat und halbselbsttätigem Antrieb, ferner eine Reihenrotationsmaschine 4 × 16 Seiten, für Zeitungsdruck mit wassergekühltem Farbwerk, selbsttätigem Papierrollenantrieb „System Fallot" und vollselbsttätigem Dreifachantrieb, eine 32seitige Zweirollen-Universal-Rotationsmaschine für mehrfarbigen Kupfertiefdruck mit 6 Druckwerken, 2 Falzapparaten und vollselbsttätigem Doppelantrieb zu erwähnen. Diese großen Rotationsdruckmaschinen, die aus einer Reihe von Einzelmaschinen bestehen, stellen im Hinblick auf höchste Auswertung in der Betriebsleistung sehr erhebliche Anforderungen an die elektrische Ausrüstung. Die verschiedensten Schaltungen der Teil-Rotationsmaschinen müssen hier möglich sein, um den Druck dem Bedarf anzupassen. Einen großen Fortschritt bedeutet hier die SSW-Kaskadenschaltung[1], die es ermöglicht, den Hauptmotor, den Hilfsmotor und den Bremslüftmagnet durch nur ein Schütz zu steuern und auch den Leistungsübergang vom Hilfsmotor auf den Hauptmotor völlig stoßlos zu gestalten. Bei Drehstrom wird die Ständerwicklung des Hilfsmotors über geeignet gewählte Widerstände, die gleichzeitig zur Regelung des Hauptmotors verwendet werden, an die Läuferwicklung des Hauptmotors gelegt. Die Schaltung nach Abb. 4 ist sehr einfach und übersichtlich und erhöht wesentlich die Betriebsicherheit. Beim Einfach-Rotationsmaschinen-Antrieb mit halbselbsttätiger Steuerung sind wie bisher auf der Druckknopftafel außer dem Sicherheitschalter die Druckknöpfe „Vorrücken", „Einziehen", „Halt" vorgesehen. Mit den beiden ersteren wird der Ständer des Hauptmotors an das Netz gelegt, dadurch dem Hilfsmotor die nötige Spannung zugeführt und der Anlauf bewirkt. Mit weiterem Schalten übernimmt schließlich der Hauptmotor die volle Belastung und der Hilfsmotor wird durch Kurzschließen seines Ständers abgeschaltet. In jeder Stellung der Kontrollerwalze kann der Antrieb durch Betätigung des „Halt"-Druckknopfes stillgesetzt werden. Die Kaskadenschaltung wird auch für halbselbsttätige Gleichstrombetriebe ausgeführt. Für vollselbsttätige Schaltung wird die Walze und somit die Beeinflussung der Geschwindigkeit des Hauptmotors durch Druckknöpfe, die die Bezeichnung „Schneller" und „Langsamer" tragen, gesteuert. Die sonst von Hand betätigte Steuerwalze wird durch einen kleinen Verstellmotor gedreht, der durch die entsprechenden Druckknöpfe über ein Schaltwerk vorwärts bzw. rückwärts gesteuert wird. Für ordnungsmäßigen Lauf von Stufe zu Stufe schaltet ein besonderes Gerät den Verstell-





Abb. 9. Druckknopftafel, abgedeckt.

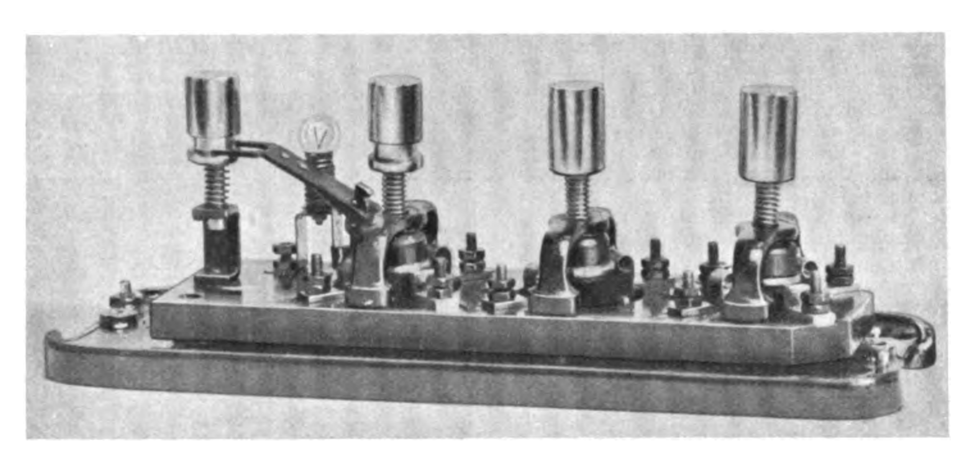


Abb. 10. Druckknopftafel für Hilfsmotoren.

[1] Vgl. Schachtmeyer, Siemens-Z. Bd. 8, S. 304

motor ein, aber nicht wieder aus, auch wenn der Druckknopf losgelassen wird. Das Ausschalten besorgt der Hilfsmotor selbst, wenn er die dem Weg zur nächsten Schaltstellung entsprechende Zahl Umläufe gemacht hat. Hierdurch kann also die Walze zwischen zwei Stellungen nicht stehen bleiben. Es wird außerdem ein besonderer

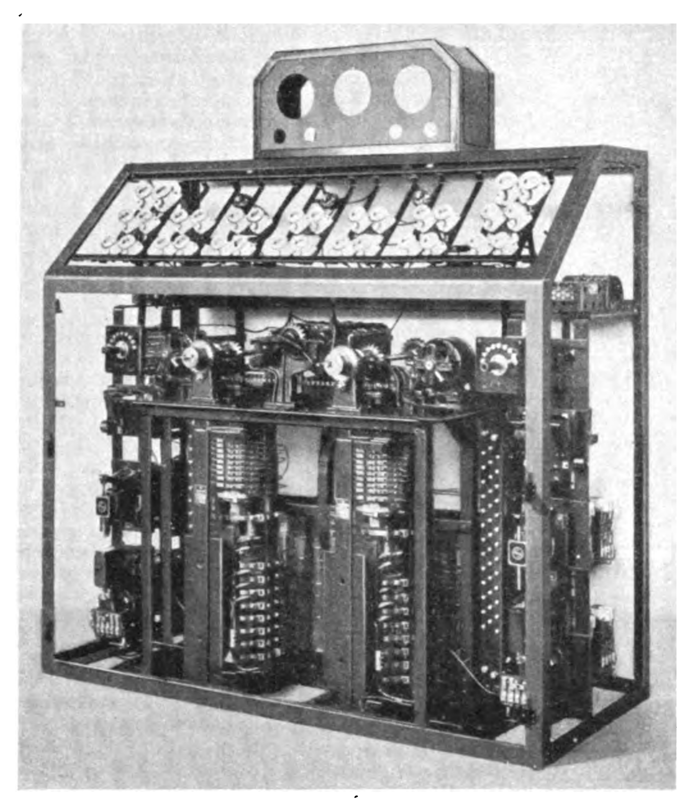


Abb. 11. Schaltpult, offen.

Vorteil erzielt, der erst beim Doppel- bzw. Mehrfachantrieb in Erscheinung tritt und eine einwandfreie Lösung für Vier- und Mehrfachbetriebe gibt, bei der die mechanische Kuppelung der Steuerwalzen durch eine elektrische ersetzt wird. Denn die Einrichtung ermöglicht, die Walzen dazu zu bringen, daß sie immer in die gleichen Stellungen laufen, auch wenn die Geschwindigkeit der Hilfsmotoren verschieden ist. Die schneller laufende Walze wartet in jeder Schaltstellung, bis die langsamer laufende nachgekommen ist. Für den Mehrfachantrieb ist es von Bedeutung, daß bei diesem vollselbsttätigen Antrieb die Walzen

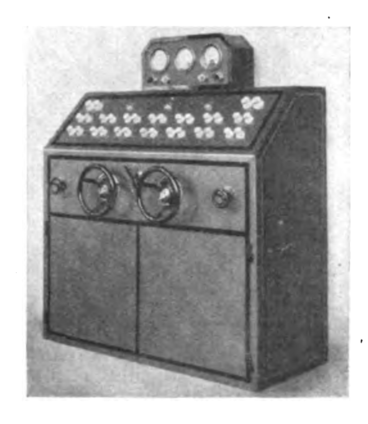


Abb. 12. Schaltpult, geschlossen.

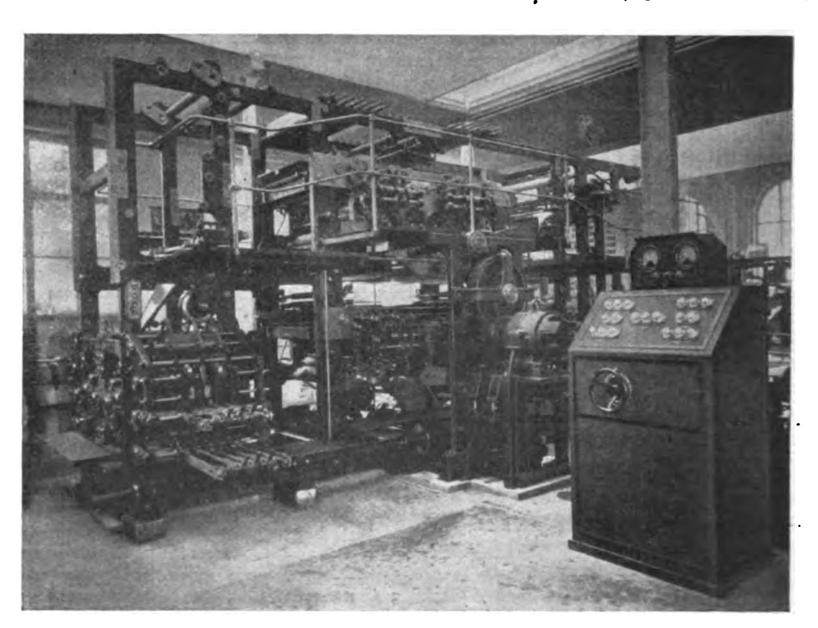


Abb. 13. Vomag-Vierfarben-Offset-Rotationsmaschine mit halbselbsttätiger Steuerung.

an ganz beliebigen Plätzen untergebracht werden können und es durch einen elektrischen Kuppelungswähler möglich ist, jede beliebige Verknüpfung der einzelnen Antriebe zu erhalten. Die Druckerei hat damit ein Mittel an der Hand, ihre Maschinen restlos auszunutzen.

Für Schnellpressenbetriebe haben die SSW ähnliche Einrichtungen geschaffen, wie sie sich bei Rotationsmaschinen bereits eingeführt haben. Zu den hochwertigen elektrischen Antrieben hat das durch den Wettbewerb bedingte Erfordernis geführt, die eigentliche Druckzeit, wie auch besonders die Zurichtearbeiten und den Leerlauf auf ein Mindestmaß herabzusetzen. Dies war zunächst im Zeitungsdruck erforderlich, aber auch der Buchdruck erfordert es, dem die Schnellpresse dient, bei der nicht wie bei der Rotationsdruckmaschine vom endlosen Band in runder Form, sondern bogenweise von ebener Form gedruckt wird. Die stündliche Erzeugung erreicht etwa 2000 ... 3000, in Sonderfällen sogar schon 5000 Blatt. Mit einer neuen Einrichtung[2] kann der Schnellpressen-Formtisch bei den Zurichtearbeiten mit Hilfe des Antriebsmotors stückweise vorwärts und rückwärts bewegt werden. Bei Störungen an der Maschine, am Bogenanleger oder in der Kraftanlage, z. B. bei Spannungsrückgang, bleibt der Antrieb stehen. Die Regelanlasser zur Motorsteuerung sind in Anpassung an den geringen Raum klein und flach gehalten. Aus der Abb. 5 ist der dafür erforderliche Gleichstrom-Regelanlasser für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt mit Spannungsrückgang- und Überstromauslösung ersichtlich. Das gesamte Schaltfeuer ist auf einen kleinen Hauptschalter verlegt, so daß der Drucker anfangs durch kurzzeitiges Verdrehen der Anlasserkurbel, d. h. durch kurze Stromstöße die Maschine zurichten kann, ohne die ersten Stufen der Kontaktbahn durch Abbrand abzunutzen. Hierdurch ist lange Lebensdauer des Anlassers gewährleistet. Selbst bei schnellstem Verdrehen der Kurbel erfolgt das Einschalten einwandfrei. Die für diese Neuausführung gestellten Bedingungen erfuhren noch eine Erweiterung dadurch, daß das Zurichten durch Druckknopfbefehle vorgenommen werden kann, wozu eine kleine Regelanlaßwalze für zwei Motordrehrichtungen hinzugenommen werden mußte. Hiermit hat sich die in Abb. 6 dargestellte Schaltung eines neuzeitlichen Schnellpressenantriebes mit elektrischer Bremslüftung, Zurichten durch Druckknopfbefehl, Vorwärts- und Rückwärtsfahrt, selbsttätige Abstellung bei Überstrom, bei Ausbleiben der Spannung oder Störungen am Bogenausleger ergeben, die für Gleich- wie Drehstrom verwendbar ist. Das Kontaktstück *a* gestattet das Kurzschließen einiger Widerstandstufen über den Anlaßschalter und gewährleistet den sicheren Anlauf des Motors auch bei erhöhtem Drehmoment der Schnellpresse. In Drehstromanlagen werden an Stelle von Asynchronmotoren mit Widerstandsregelung gern Drehstrom-Reihenschlußmotoren mit Regelung durch Bürstenverstellung, und hier wieder wegen des geringeren Anschaffungspreises vielfach Einphasen-Repulsionsmotoren gewählt. Hier wurde zur Ausnutzung der Eigenschaft der Kommutatormotoren, je nach der Verdrehungsrichtung der Bürstenbrücke aus der Nullage rechts oder links zu laufen, eine Schaltung für halbselbsttätigen Schnellpressenbetrieb ausgebildet (Abb. 7). Diese

[2] Vgl. H. Geiger, Siemens-Z. Bd. 8, S. 487.



Antriebsart verbindet geringeren Platzbedarf und einfache Bedienung mit hoher Wirtschaftlichkeit bei großem Regelbereich. Um die volle Bedienung der Maschine mit einer Beobachtung des Druckerzeugnisses auch bei räumlich sehr großen Maschinen durch einen Mann zu ermöglichen, ist noch eine Schaltung für Gleich- und Drehstromanlagen ersonnen worden, bei der man außer dem Zurichten auch das Anlassen auf eine am Regler vorher eingestellte Drehzahl durch Fernsteuerung vornehmen kann.

Für die in der Osthalle der „Pressa" ausgestellten Rotationsdruckmaschinen der Voigtländischen Maschinenfabrik in Plauen und der Berliner Maschinenbauanstalt vorm. L. Schwartzkopff in Berlin hat das Sachsenwerk, Niedersedlitz-Dresden, die elektrischen Antriebseinrichtungen geliefert, welche in schaltungstechnischer Hinsicht alle gebräuchlichen Ausführungsformen wie Hand-, halb- und vollselbsttätige Steuerungen veranschaulichen. Der elektrische Antrieb der Vomag - 32 - Seiten - Schnellläufer - Zeitungs - Rotationsmaschine erfolgt durch eine Drehstrom-Doppelausrüstung, wobei jede Maschinenhälfte mit einem 40 PS-Drehstrom-Asynchronmotor ausgestattet ist. Zum Zurichten der Maschine, Walzenwaschen, Platteneinlegen, Papiereinziehen usw. ist ferner für jede Maschinenhälfte ein Hilfsmotor von je 4 PS vorgesehen. Die mechanischen Bremsen werden durch Bremslüftmagnete betätigt. Das Einschalten des Hilfsmotors wie auch das Anlassen und die Regelung der Drehzahl des Hauptmotors um 75 % nach unten erfolgt vollselbsttätig mittels Druckknöpfen, die auf Tafeln neben den Bogenausgängen angebracht sind (Abb. 8 und 9). Innerhalb der Druckwerke sind noch Druckknopftafeln zur Steuerung der Hilfsmotoren vorgesehen (Abb. 10). Auf jeder Druckknopftafel wie an bestimmten Stellen der Maschine ist ein Druckknopf zum sofortigen Stillsetzen der Maschine vorhanden. Die Haltedruckknöpfe der Tafeln können zum Schutze des Personals gesperrt werden. Mit der Sperrung leuchten an der Tafel und innerhalb der Maschine weiße Signallampen auf[3]. Vor jeder Inbetriebsetzung ist auf der Tafel ein Alarmdruckknopf zu betätigen, wodurch an allen Signalstellen rote Lampen aufleuchten und bei größeren Maschinen auch elektrische Hupen zur Einschaltung kommen. Da beide Maschinenhälften einzeln wie auch gekuppelt in Betrieb genommen werden können, ist mit dem Kuppelungsrade ein Sicherheitsschalter zwangläufig verbunden, der die Vornahme der entsprechenden elektrischen Schaltung sichert. Sämtliche Bedienungsapparate wie Anlaß- und Regelschaltwalze mit motorischem Antrieb, Schützen, Überstromauslöser usw. mit den erforderlichen Hebelschaltern, Meßinstrumenten und Sicherungen sind in einem Schaltpult (Abb. 11 und 12) untergebracht, womit die Übersichtlichkeit erhöht und die Montage vereinfacht und verbilligt wird.

Eine Vomag - Vierfarben - Offset - Rotationsmaschine (Abb. 13) besitzt einen elektrischen Einfachantrieb (Sachsenwerk) mit einem Hauptmotor von 30 PS Dauerleistung und einem Hilfsmotor von 3 PS sowie mechanische, im Betrieb elektrisch gelüftete Bremse. Die Steuerung der Maschine ist halbselbsttätig, indem nur der Hilfsmotor mittels Druckknöpfen kurzzeitig oder auf längere Dauer zur Einschaltung kommen kann, während die Inbetriebsetzung des Hauptmotors und Drehzahlregelung um 75 % nach unten durch die Schaltwalze von Hand aus zu erfolgen hat. Das Stillsetzen der Maschine geschieht durch Druckknöpfe „Halt".

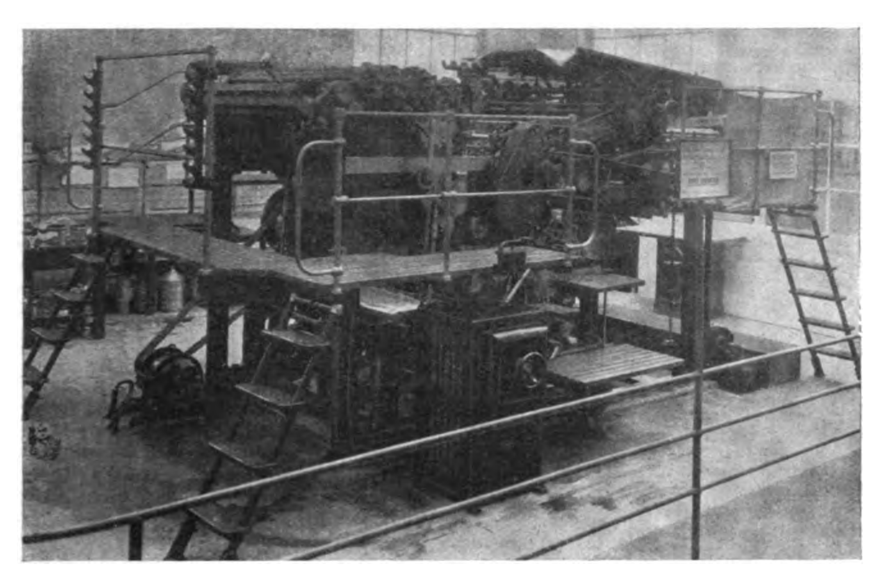




Abb. 14. Vomag-Hochleistungs-Zweifarben-Bogen-Offsetmaschine mit Einmotorantrieb und Flachbahnregelanlasser.

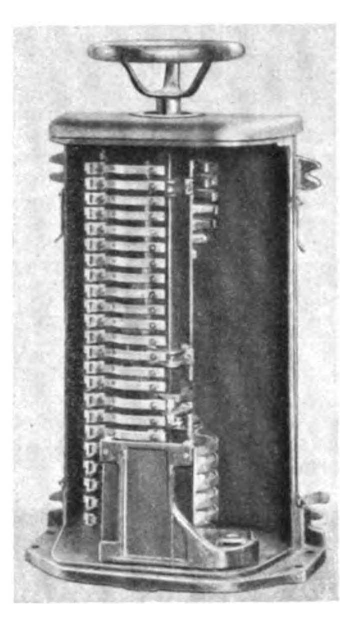


Abb. 15. Schaltwalze für Anlassen und Regeln von Hand.

Die ebenfalls vom Sachsenwerk gelieferte elektrische Ausrüstung einer Vomag-Hochleistungs-Zweifarben-Bogen-Offsetmaschine (Abb. 14) mit Antrieb durch einen 10 PS-Drehstrommotor weicht wesentlich von der der Rotationsmaschine ab, da der Motor mit der für das Zurichten notwendigen geringen Geschwindigkeit laufen und trotzdem das erforderliche Anzugsmoment entwickeln muß. Außerdem ist für diese Maschine Umkehrbetrieb notwendig. Der Flachbahnregelanlasser ist für insgesamt 95 % Drehzahlminderung bei ½ bis 1/1 Drehmoment ausgelegt. Mittels eines besonderen Relais erfolgt beim Anlauf des Motors durch Druckknopf eine kurzzeitige Überbrückung eines Teiles des Widerstandes, die bei Erreichung des eingestellten Stromes selbsttätig beseitigt wird. Die Umkehr der Drehrichtung des Motors beim Einrichten in der ersten Stellung des Reglers erfolgt durch Druckknopf, ebenso das Stillsetzen der Maschine, die Bremsung in Verbindung mit Bremslüftmagnet. Sämtliche Schützen, Relais usw. für den Antrieb sind gemeinsam mit Hebelschalter, Sicherungen und Instrumenten auf einer Marmorschalttafel montiert.

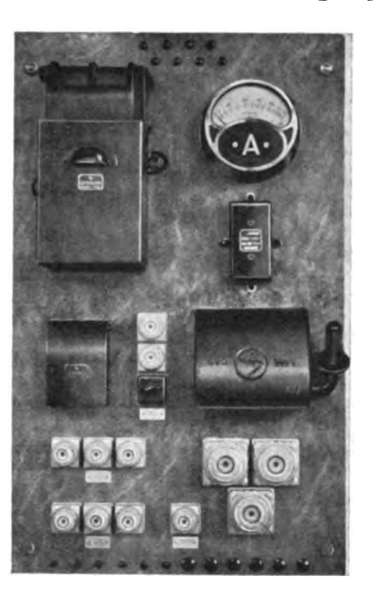


Abb. 16. Schalttafel für Rotationsdruckmaschine.

Bei den Rotationsmaschinen der Berliner Maschinenbauanstalt, die mit je einem 7,5 PS-Motor ausgestattet sind, wird das Anlassen und Regeln der Drehzahl um 75 % nach unten ausschließlich von Hand mittels Schaltwalzen (Abb. 15) vorgenommen. Das Stillsetzen der Maschine kann durch Zurückdrehen der Schaltwalze oder

[3] DRP. Nr. 379 667.

durch Betätigung der an der Maschine angebrachten Druckknöpfe bewirkt werden. Die Bremsung erfolgt in Verbindung mit Bremslüftmagnet. Die für den Antrieb erforderlichen Schützen und Höchststromauslöser sind gemeinsam mit Hebelschalter, Sicherungen und Strommesser auf einer Marmortafel (Abb. 16) untergebracht.

Im Staatenhaus auf der „Pressa" in der Abteilung Nordamerika steht u. a. eine große Rotationsdruckmaschine des Fabrikats Winkler-Fallert in Bern, für welche die Firma Brown, Boveri & Cie., Mannheim, den elektrischen Antrieb geliefert hat. Zum Antrieb derartiger Maschinen verwendet die Firma im Anschluß an Gleichstromnetze Gleichstrom-Nebenschlußmotoren mit Regelung durch Feldschwächung oder durch Vorschalten von Widerständen, im Anschluß an Drehstromnetze Drehstrom-Asynchronmotoren, wenn der Anschaffungspreis besonders niedrig gehalten werden muß, und Dreiphasen- oder Einphasen-Wechselstrom-Kollektormotoren, die eine vorzügliche feinstufige Drehzahlregelung durch Verschieben der Bürsten gestatten. Nach Wunsch können die etwas teureren Dreiphasen-Kommutatormotoren mit besonders gutem Wirkungsgrad und Phasenverschiebung oder die billigeren Einphasen-Kommutatormotoren verwendet werden. Gegen die Verwendung von Einphasen-Wechselstrommotoren in Dreiphasennetzen dürften keinerlei Bedenken mehr bestehen. Das Einrichten der Presse bei geringer Geschwindigkeit kann von Hand aus mittels einer Handkurbel oder durch einen besonderen Hilfsmotor erfolgen. Die Steuerung kann vollkommen von Hand, halb- oder vollselbsttätig ausgebildet werden. Die Stromzuführung zu den Motoren und Bremslüftmagneten erfolgt über selbsttätige Fernschalter, „Schützen", die durch Druckknöpfe an verschiedenen Stellen der Maschine betätigt werden. Für den Antrieb von Doppel- und Mehrfach-Rotationsmaschinen werden je nach Anzahl mehrere Antriebs-Maschinensätze, bestehend aus Haupt- und Hilfsmotor und Parallelschaltkontroller, verwendet, um von jedem beliebigen Druckknopf alle Antriebsmaschinen bedienen zu können. Die Rotationsmaschinenhälften sind zu synchronem Lauf durch Zahnradkuppelung verbunden. Bei der vollselbsttätigen Steuerung erfolgt die Bewegung der Bürstenbrücke des Wechselstrom-Kommutatorhauptmotors nicht von Hand mit einem Steuergestänge, sondern durch einen kleinen elektrischen Steuermotor, dessen Betätigung seinerseits wieder durch Druckknöpfe erfolgt. Bei Gleichstrom- und Asynchronmotoren wirkt der Steuermotor auf einen besonderen Schaltwalzenanlasser ein, der die Regelwiderstände betätigt. Przygode.

Die Arbeitsgeschwindigkeit bei der Herstellung papierisolierter Drähte.

Von **Rudolf Buhk**, Barcelona-Sarriá.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß Umspinnmaschinen mit möglichst wenigen Gängen, aber höchster Arbeitsgeschwindigkeit zwar nicht die höchste Leistung, auf eine Arbeiterin gerechnet, ergeben, wohl aber in wirtschaftlicher Beziehung mehrgängigen Maschinen vorzuziehen sind. Es werden Formeln aufgestellt, mittels deren man bei gegebenen Draht- und Isolationspapierstärken und Gangzahlen Spinnkopfdurchmesser und Umdrehungszahlen bestimmen kann. Die Leistungsfähigkeit solcher Köpfe ist nur durch die zulässige Höchstaufnahme an Arbeitsenergie begrenzt.

In der ETZ 1926, S. 145, findet sich eine Abhandlung: „Das Aufbringen der Papierisolation auf Leiter von Starkstromkabeln" von Dipl.-Ing. Hans Müller. In diesem Artikel sind die technischen Bedingungen für die Herstellung eines guten papierisolierten Leiters aufgestellt. Es wurde in demselben aber nicht untersucht, mit welcher Arbeitsgeschwindigkeit die Aufbringung des Papiers vor sich gehen kann. Das soll im folgenden geschehen.

Vorweg sei erwähnt, daß Papier- und Faserstoffe im allgemeinen als wenig haltbar angesehen werden, wodurch vielfach die Meinung aufkommt, daß sie sich nicht für große Arbeitsgeschwindigkeiten eignen. Aber sowohl in der Spinnerei als auch in der Papierfabrikation arbeitet man mit recht erheblichen Geschwindigkeiten, so daß durchaus kein Grund vorliegt, diese Geschwindigkeiten bei der Weiterverarbeitung zu meiden. Wenn man weiter berücksichtigt, daß gutes Papier von gleichmäßiger Stärke und Zusammensetzung eine Reißlänge von 8 bis 10 km besitzt, d. h. eine frei aufgehängte Papierbahn reißt erst dann durch ihr eigenes Gewicht, wenn sie 8 ... 10 km lang ist, und wenn man dem gegenüberstellt, daß die Zerreißfestigkeit von Flußstahl 37 ... 45 kg/mm² ist, so ergibt sich die Reißlänge des Baustahles zu höchstens 6 km gegen 8 km des Papiers. Hieraus kann man den Schluß ziehen, daß, wenn man Papier und Eisen Zentrifugalkräften aussetzt, Papier die größere Haltbarkeit besitzt. Mit anderen Worten: infolge der Zentrifugalkräfte wird ein zum Isolieren mit Papier geeignet ausgebildeter Spinnkopf aus Flußstahl eher zerstört werden als das Spinnpapier. Infolge der Luftreibung und der beim Ablaufen der Papierrolle auftretenden Zusatzkräfte jedoch wird das Papier erheblich stärker beansprucht als der dasselbe tragende Spinnkopf.

Aber aus anderen als Festigkeitsgründen ist der Arbeitsgeschwindigkeit des Spinnkopfes eine Grenze gesetzt. Eine Papierspule kann, wenn der Streifen des Papiers eine Breite von drei und mehr Millimeter hat, praktisch nur so gewickelt sein, daß sie in der Richtung der Achse nicht länger als der Streifen breit ist. Das ergibt eine Scheibenform. Um nun mit einer größeren Geschwindigkeit arbeiten zu können, muß sich diese Scheibe um ihre Achse drehen, d. h. der zu isolierende Draht muß axial durch die Spule laufen. Dies ergibt einen Spinnkopf (Abb. 1), der in der Hauptsache aus einem Teller *a* besteht, der in der Mitte mit einem Zapfen *b* zum Führen der Papierspule *c* ausgerüstet ist. Das ablaufende Papierband wird um ein Führungshorn *d* geleitet und geht von diesem

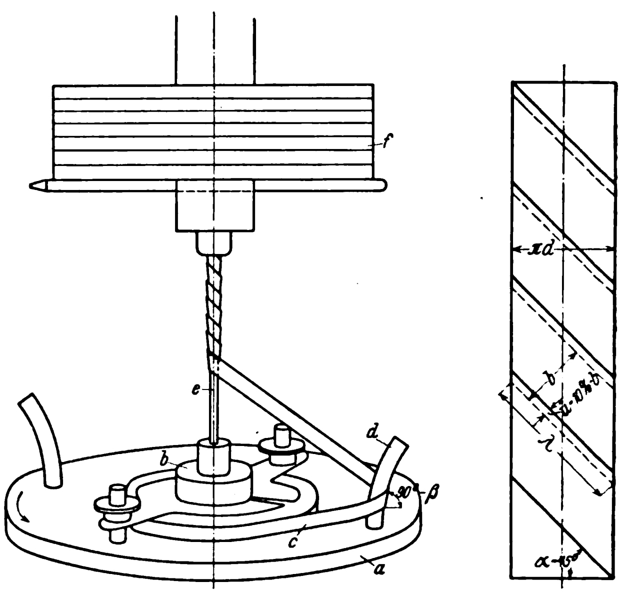


Abb. 1. Ausführungsbeispiel eines Spinnkopfes.

Abb. 2. Abwicklung der Drahtoberfläche.

auf den zu umspinnenden Draht *e*. Der Winkel, unter welchem das Band auf den Draht aufläuft, hängt von dem Verhältnis des Drahtvorzuges zur Umdrehungszahl ab. Das Führungshorn muß mit der Senkrechten auf dem Spinnteller, die durch seinen Fußpunkt geht, einen Winkel β einschließen, der halb so groß als der Spinnwinkel α ist, unter welchem das Papierband auf den Draht aufläuft. Der Winkel wird zweckmäßig etwas kleiner als die Hälfte gewählt, damit das Papierband nicht in den Winkel zwischen Teller und Horn gezogen wird, wodurch es zerstört würde.

Handelt es sich darum, infolge verschiedener Drahtstärken und gleichbleibender Bandbreiten mit verschiedenen Spinnwinkeln arbeiten zu müssen, so bildet man das Führungshorn zweckmäßig als Kreisbogen aus, der nahe-

zu senkrecht aus dem Teller austritt und nach außen gebogen ist (*d*). An einem solchen Horn, dessen Radius natürlich den gewünschten Papierbreiten angepaßt sein muß, stellt sich der Papierstreifen selbsttätig an die Stelle, welche dem durch Vorschub und Umdrehungszahl gegebenen Spinnwinkel entspricht.

Legt man durch Versuche den für das vorliegende Material günstigsten Spinnwinkel, der in vielen Fällen 45° beträgt, fest — auch in dieser Abhandlung soll der Winkel 45° als festgelegt betrachtet werden —, so hängt die Leistung eines Ganges der Maschine nur noch von der Umlaufgeschwindigkeit der Köpfe und deren Durchmesser ab. — Je größer die Umdrehungszahl, desto rascher ist das aufgelegte Papierband aufgebraucht, je größer der Kopfdurchmesser, desto länger reicht der Papiervorrat. Von dem Verhältnis beider zueinander hängt es ab, wie oft der Gang stillgesetzt werden muß. Jeder Stillstand der Maschine bedeutet aber einen Ausfall an geleisteter Arbeit. Um eine hohe Leistung zu erzielen, muß man also die Umdrehungszahl möglichst hoch und den Kopfdurchmesser möglichst groß wählen.

Leider kann man, trotzdem es die Festigkeit zulassen würde, mit der Erhöhung der beiden nicht allzu weit gehen, denn es tritt bald der Zeitpunkt ein, in welchem die von dem Kopf aufgenommene Leistung mehr Kosten verursacht als die durch die Geschwindigkeitserhöhung bewirkte Ersparnis an Löhnen für die erzeugte Fabrikationseinheit.

Die von einer glatten Scheibe, welche sich rasch dreht, aufgenommene Leistung beträgt bekanntlich:

$$N = 2{,}2 \cdot 10^{-16}\, n^3 D^5 \text{ Watt}, \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

wobei *n* die minutlichen Umdrehungen und *D* der Scheibendurchmesser in cm sind. Die Spinnköpfe weichen infolge der Führungshörner von der glatten Scheibe ab, aber man begeht, wie Versuche gezeigt haben, praktisch keinen großen Fehler, wenn man den größten Durchmesser des Spinnkopfes, also den Abstand zwischen den freien Enden der Führungshörner, als Scheibendurchmesser annimmt und hiernach die Leistungsaufnahme berechnet.

Der zu isolierende Draht wird in der Regel zwei- und mehrfach umsponnen, und die üblichen Maschinen besitzen häufig 6 Gänge.

Wenn nun die Annahme gemacht wird, daß das wirtschaftliche Optimum erreicht ist, wenn die Ausgaben für Löhne und Antriebsenergie einander gleich sind, so darf die Maschine bei einem Stundenlohn für die Arbeiterin von 40 Pf und einem Strompreis von 10 Pf/kWh nicht mehr als 4 kW aufnehmen, für 1 Gang also 4 : 6 = 0,670 Kilowatt. Hiervon sind rd. 170 W für den Drahtvorzug und Verluste in der Maschine abzuziehen, so daß bei zwei Köpfen für 1 Gang auf jedem Kopf 250 W verbleiben.

Durch Festlegung der größten Leistungsaufnahme eines Kopfes mit 250 W sind nun auch Umdrehungszahl und Spinnkopfdurchmesser in ein bestimmtes Verhältnis zueinander gebracht:

$$n = \sqrt[3]{\frac{250 \cdot 10^{16}}{2{,}2 \cdot D^5}} = 1{,}043 \cdot 10^6 \cdot D^{-5/3} \quad \ldots \quad (2)$$

Das Leistungsmaximum der Maschine wird wahrscheinlich erreicht, wenn die Umdrehungszahlen und Durchmesser der Spinnköpfe so zueinander gewählt werden, daß die bedienende Arbeiterin ständig damit beschäftigt ist, neue Papierspulen anzuknüpfen, ohne daß ein weiterer Gang steht. Die Erfahrung hat gezeigt, daß, wenn man die Reservespulen in einem Magazin lagert, durch dessen Zentrum der umsponnene Draht läuft, das Neuauflegen und Anknüpfen einer Papierspule 1,5 min dauert. Hieraus ergibt sich, daß bei 6 Gängen zu je 2 Köpfen sämtliche Spulen zusammen 6 · 2 · 1,5 = 18 min Anknüpfzeit erfordern. Die ideale Laufzeit einer Papierspule müßte also 18 min sein.

Diese Idealzeit ist aber nicht einhaltbar, denn die Papierspulen fallen nie gleich groß aus, außerdem muß der Arbeiterin eine gewisse Zeit für die Überwachung der übrigen Gänge bleiben. Letztere wird mit zunehmender Gangzahl immer schwieriger. Ist *k* die Zahl der Spinnköpfe eines Ganges und *a* die Anzahl der Gänge der Maschine, so muß nach gemachten Beobachtungen die verfügbare Anknüpfzeit zu

$$A = 1{,}5\, k\, a^{1{,}3} \text{ Min.} \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

festgelegt werden.

Welches Verhältnis zwischen Umdrehungszahl, Spinnkopfdurchmesser und Gangzahl der Maschine das günstigste ist, um die größte Leistung, auf 1 Arbeiterin gerechnet, zu erzielen, hängt nur noch vom Durchmesser des zu umspinnenden Drahtes und der Stärke des Papierbandes ab. Bandbreite und Vorschub sind hierdurch sowie durch die frühere Festlegung des Spinnwinkels zu 45° ebenfalls festgelegt. Die Erfahrung hat gezeigt, daß der Papierspulendurchmesser etwa 75 % des Spinnkopfdurchmessers sein kann.

Da das zentrale Loch der Papierspule, welches zur Aufnahme des Führungszapfens freibleiben muß, im Verhältnis zur Papierspule klein ist, nehmen wir an, um die Rechnung zu erleichtern, daß dieses Loch nicht vorhanden ist. Diese Annahme ist um so mehr erlaubt, als infolge der relativ sehr großen Unterschiede in den Längen der Papierbahnen die Papierspulen in der Praxis nie genau den Durchmesser haben können, welcher der Rechnung zugrunde liegt.

Wenn nun die Stärke des Papierbandes δ in cm ist, so ist die Länge des Bandes einer Spule

$$L = \frac{\pi\,(0{,}75\,D)^2}{4\,\delta} = 0{,}44\,\frac{D^2}{\delta} \quad \ldots \ldots \quad (4)$$

Die bei 1 Umdrehung des Kopfes auf den Draht aufgebrachte Länge Papier ist bei dem früher festgesetzten Spinnwinkel von 45° (Abb. 2)

$$\lambda = \frac{d\,\pi}{\cos 45^\circ} = 4{,}45\,d \quad \ldots \ldots \quad (5)$$

Um das Leistungsmaximum des umsponnenen Drahtes zu bestimmen, ist es nur nötig, das Maximum an verbrauchtem Papierband zu bestimmen, denn beide stehen im festen Verhältnis zueinander.

Bei einer Überlappung des Papieres von 10 % und dem Spinnwinkel von 45° ist die Länge des umsponnenen Drahtes gleich der sin 45° · 0,9 = 0,635fachen des verbrauchten Papiers.

Das Maximum an abgelaufenem Papier wird nun erreicht, wenn in der Einheit der Zeit, welche aus der Summe der Anknüpfzeit und Ablaufzeit besteht, das Maximum an Papier abläuft, wenn also

$$l = \frac{L}{A + T} \quad \ldots \ldots \quad (6)$$

ein Maximum ist. Hierin bedeutet *l* die in der Minute abgelaufenen Zentimeter Bandes, *L* die gesamte Länge einer Spule in cm, *A* die Anknüpfzeit nach Gl. (3) und *T* die Ablaufzeit einer Papierspule; letztere ist

$$T = \frac{L}{n\,\lambda} \quad \ldots \ldots \quad (7)$$

l wird aber ein Maximum, wenn

$$l = \frac{L}{A + T} = \frac{L}{A + \frac{L}{n\,\lambda}} = \frac{L\,n\,\lambda}{A\,n\,\lambda + L}$$

$$= \frac{\frac{\pi\,(0{,}75\,D)^2}{4\,\delta} \cdot 1{,}043 \cdot 10^6 \cdot D^{-5/3}\,\frac{d\,\pi}{\cos 45^\circ}}{1{,}5\,k\,a^{1{,}3} \cdot 1{,}043 \cdot 10^6 \cdot D^{-5/3}\,\frac{d\,\pi}{\cos 45^\circ} + \frac{\pi\,(0{,}75\,D)^2}{4\,\delta}}$$

oder

$$l = \frac{8{,}2 \cdot 10^6 \cdot D^{1/3}\,d}{27{,}8 \cdot 10^6 \cdot d\,\delta\,k\,a^{1{,}3}\,D^{-5/3} + 1{,}77\,D^2}, \quad \ldots \quad (8)$$

$$D = 96{,}5\,(d\,\delta\,k\,a^{1{,}3})^{3/11}$$

und $$n = 514\,(d\,\delta\,k\,a^{1{,}3})^{-5/11}.$$

Die Werte von *D* in cm, *n* in U/min und *l* in cm für 1 min und 1 Gang sowie die Gesamtleistung der Maschine *G* in cm/min auf sämtlichen Gängen zusammen sind für 1 ... 8 Gänge, einen Drahtdurchmesser *d* = 0,1 cm und eine Papierstärke von δ = 0,008 cm berechnet und in der folgenden Zahlentafel zusammengestellt:

Gänge	1	2	3	4	5	6	7	8
D	16,65	21,3	25,2	27,2	29,5	31,5	33,2	34,9
n	9600	6360	5020	4230	3710	3390	3040	2800
l	2340	1535	1210	1025	897	808	740	680
G	2340	3070	3630	4100	4495	4850	5180	5440

Trotzdem die Leistungen pro Gang erheblich fallen, steigt die Gesamtleistung der Maschine bei zunehmender Gangzahl.



Es soll jetzt die Wirtschaftlichkeit der Maschine untersucht werden. Papierisoliermaschinen erfordern eine sorgfältig durchgebildete Aufspulvorrichtung, die von ihrem Gang abhängig ist und mit dem Gang gleichzeitig in Betrieb und stillgesetzt wird. Andernfalls werden die Isolationen beschädigt. Zur genauen Regelung der Geschwindigkeit benötigt jeder Gang seinen eigenen Regelmotor. Die Kosten eines solchen Ganges betragen rd. 3000 RM.

An Abschreibung und Verzinsung erfordern diese 15 %, mithin 450 RM im Jahr. Die Jahreskosten für 2400 h bei einem Stundenlohn von 40 Pf und einem Kilowattstundenpreis von 10 Pf sind in der folgenden Zahlentafel zusammengestellt.

Unterhalb der Kostenzeile sind die in 2400 h verarbeiteten Papierstreifen in km für 1 Jahr angegeben. Bei einer Überlappung von 10 % und einem Spinnwinkel von 45 ° sind diese mit $0,9 \cdot \sin 45° = 0,635$ zu multiplizieren, um den im Jahr umsponnenen Draht in Kilometer zu erhalten. Die letzte Reihe der Tabelle enthält die Umspinnkosten/km, jedoch ohne Materialwert:

Gänge	1	2	3	4	5	6	7	8
Amortisation und Verzinsung RM	450	900	1350	1800	2250	2700	3150	3600
Lohn . . . . . . RM	960	960	960	960	960	960	960	960
Strom . . . . . RM	160	320	480	640	800	960	1120	1280
Zusammen . RM	1570	2180	2790	3400	4010	4620	5230	5840
km Papier im Jahr	3370	4400	5220	5900	6470	7000	7460	7850
km Draht im Jahr	2140	2800	3320	3750	4120	4440	4760	4990
1 km Draht kostet RM	0,73	0,78	0,84	0,91	0,97	1,04	1,10	1,17

Aus der vorstehenden Zahlentafel geht hervor, daß es richtig ist, mit möglichst wenigen, aber sehr rasch laufenden Gängen zu arbeiten.

Wenn Durchmesser und Umdrehungszahlen der Köpfe so gewählt werden, daß sie eine noch größere Leistung als 250 W aufnehmen, kann die Isolierarbeit am Draht noch erheblich verbilligt werden. Jedoch muß man bedenken, daß die von den Köpfen aufgenommene Leistung in der Hauptsache zum Fortschleudern der angesaugten Luft verbraucht wird. Wenn der Kopf mehr als 250 W aufnimmt, wird die in großen Mengen weggeschleuderte Luft lästig und das Papier durch diese zu stark beansprucht.

Um also eine noch leistungsfähigere Anordnung zu bekommen, ist es nötig, besondere Köpfe auszubilden, in denen das Papier nicht durch die abströmende Luft beansprucht wird. Die Köpfe sollten sogar möglichst so ausgebildet werden, daß sie keine nennenswerten Mengen Luft fortschleudern können. Wenn einige Mittel für Versuchsausführungen zur Verfügung stehen, dürfte dieses Ziel ziemlich leicht zu erreichen sein.

Um zu prüfen, ob es nötig ist, die errechneten Durchmesser und Umdrehungszahlen genau innezuhalten, oder ob man die Durchmesser bei gleichzeitiger Verringerung der Drehzahlen erhöhen kann, oder umgekehrt, soll im folgenden noch die Leistungskurve einer eingängigen Maschine in der Nähe des Leistungsmaximums bestimmt werden. Es ergibt sich dann folgende Tafel:

D in cm	10	12	14	16,65	19	24	30
n	22500	16600	12850	9600	7700	5200	3600
l in cm min . . .	1485	1950	2200	2340	2260	1880	1460

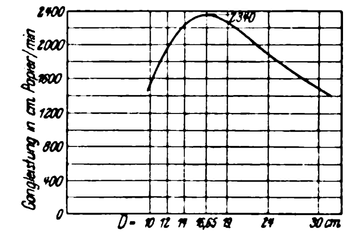


Abb. 3. Gangleistung in Abhängigkeit vom Spinnkopfdurchmesser in der Nähe des Leistungsmaximums.

Wie aus dieser Tafel und aus Abb. 3 hervorgeht, kann man den Durchmesser des Spinnkopfes unter zugehöriger Änderung der Umdrehungszahlen um rd. 15 % erhöhen oder vermindern, ohne die Leistungsfähigkeit des Ganges erheblich herabzusetzen. Das heißt aber auch, man kann das Produkt aus dem Drahtdurchmesser und der Stärke des Isolationspapieres um rd. 30 % erhöhen oder vermindern, oder innerhalb eines ziemlich großen Bereiches verschiedener Drahtstärken kann man mit dem Durchmesser und der Umdrehungszahl, die für den Mittelwert der Drahtdurchmesser errechnet sind, wirtschaftlich mit Papier umspinnen.

Die vorstehende Darstellung erhebt keinerlei Anspruch darauf erschöpfend zu sein. Sie soll lediglich dazu anregen, die Isoliermaschinen-Konstruktionen gründlich zu untersuchen; denn es steht zweifellos fest, daß sie heute noch lange nicht die Güte erreicht haben, wie z. B. Drehbänke. Da diese Maschinen aber ausschließlich dazu dienen, ausgesprochene Massenartikel herzustellen, wird es sich sicher lohnen, sie auf den Grad höchster Vollkommenheit zu bringen. Bei der Möglichkeit, sich den Fabrikaten, die auf ihnen gefertigt werden sollen, weitestgehend anpassen zu können, dürfte es nicht schwer sein, Maschinen höchster Wirtschaftlichkeit zu bauen.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 263.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird folgende Elektrizitätszählerform dem untenstehenden, beglaubigungsfähigen Systeme eingereiht.

Zusatz zu System 120, die Form W 8 *, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den **Siemens Schuckertwerken Aktiengesellschaft** in Nürnberg.

Berlin-Charlottenburg, den 29. VI. 1928.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Paschen.

Beschreibung.

Zusatz zu System 120,

die Form W 8 *, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft in Nürnberg.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 216 vom 18. V. 1926 (ETZ 1926, S. 858) als Zwei- und Dreileiterzähler für Stromstärken von 1,5 ... 15 A, Spannungen bis 260 V und Frequenzen von 40 ... 60 Hz zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Form W 8 * des Systems 120 können auch für Nennstromstärken von 20 und 30 A bei Spannungen bis 260 V und Frequenzen von 40 ... 60 Hz beglaubigt werden. Die Zähler dieser beiden Nennstromstärken unterscheiden sich von den bisher zugelassenen Zählern dadurch, daß die Phasenverschiebung zwischen den wirksamen Feldern regelbar ist, indem um das Joch des Stromeisens mehrere Drahtwindungen gelegt sind, die über eine Drahtschleife aus Widerstandsmaterial kurzgeschlossen sind. Die wirksame Länge dieser Drahtschleife kann zwecks genauer Einstellung der 90 °-Verschiebung zwischen den wirksamen Feldern durch eine Gleitklemme verändert werden.

Ein untersuchter Zähler für 20 A, 110 V hatte bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 5,7 cmg und einen Eigenverbrauch von etwa 2,16 W im Stromkreis und von etwa 0,54 W im Spannungskreis. Bei einem Zähler für 30 A, 260 V betrug bei Nennlast das Drehmoment etwa 5,3 cmg und der Eigenverbrauch im Stromkreis etwa 2,21 W und im Spannungskreis etwa 0,60 W. Im übrigen waren die Eigenschaften der untersuchten Zähler etwa die gleichen wie die der bisher zugelassenen Zähler.

[1] Reichsministerialblatt 1928, S. 360.



RUNDSCHAU.

Leitungen.

100 000 V-Kabel in Nürnberg. Ende Juli d. J. ist das 100 000 V-Kabel[1] in Nürnberg dem Betriebe übergeben worden. Die Stromversorgung Nürnbergs durch die Großkraftwerk Franken A. G. (G.F.A.) erfolgt von deren in Stein belegenem Großkraftwerk und der benachbarten Transformatorenstation des Bayernwerkes über 20 kV-Kabel. Da die Übertragungsfähigkeit dieser Kabel beschränkt ist, entschloß sich die G.F.A., in der Tullnau, im Osten Nürnbergs, eine neue Transformatorenstation zu errichten und diese durch ein Kabel mit dem 100 kV-Netz des Bayernwerkes zu verbinden. Das Kabel, das dazu bestimmt ist, eine Drehstromleistung von 40 000 kVA zu übertragen, wurde den Siemens-Schuckertwerken in Auftrag gegeben. Es besteht aus drei Einfachkabeln von je 9,58 km Länge, deren Querschnitt Abb. 1 zeigt. Der rohrförmig ausgebildete Leiter hat 22 mm Dmr. und 200 mm² Querschnitt. Ihn umgibt eine 18 mm starke Papierschicht, die mit Öl getränkt ist. Darauf folgt ein kräftiger Bleimantel, der, wie üblich, durch eine Hülle aus Asphalt und Faserstoffen gegen chemische Einflüsse und gegen Streuströme geschützt ist. Zum Schutze gegen mechanische Angriffe sind die Kabel mit Panzersteinen und Betonplatten bedeckt.

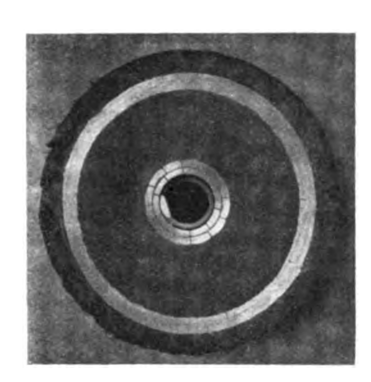


Abb. 1. Querschnitt des 100 000 V-Kabels.

[1] Vgl. auch ETZ 1925, S. 1700; 1928, S. 1157, 1209.

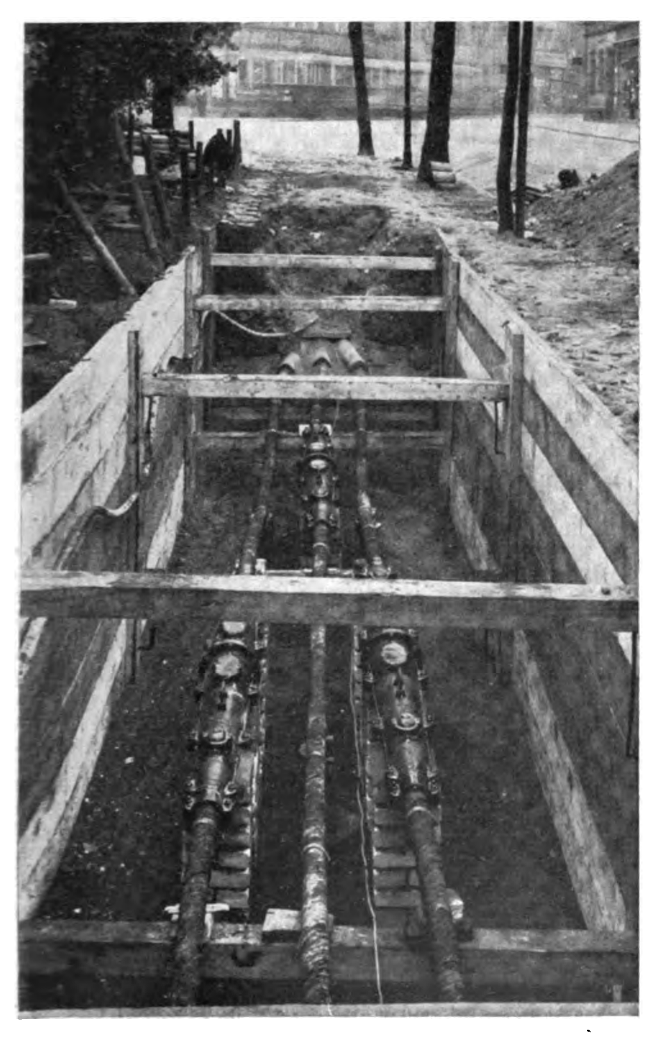


Abb. 2. Verbindungsmuffen des 100 000 V-Kabels.

Die Kabel wurden in Längen bis zu 800 m angefertigt, sie sind durch $3 \times 17 = 51$ Muffen verbunden (Abb. 2). Durch Geländeverhältnisse bedingt, wurde das Kabel in zwei Abschnitten ausgeführt. Im Abschnitt Stein—Hohe Marter, rd. 3,4 km, steigt das Kabel um etwa 20 m an, im Abschnitt Hohe Marter—Tullnau, rd. 6,2 km, fällt es zunächst um ungefähr die gleiche Höhe bis zu einer Bahnüberführung und erreicht die Endstation mit kurzem Anstiege von etwa 9 m. An den tiefliegenden Enden ist der mit Öl gefüllte Hohlleiter des Kabels öldicht abgeschlossen, in der Trennstelle Hohe Marter steht er zum Ausgleich der Ölbewegung infolge Wärmeschwankungen mit größeren Gefäßen in Verbindung.

Nach Fertigstellung wurde jedes Kabel 1 h lang mit 250 000 V Gleichstrom gegen den Bleimantel geprüft, wobei es weniger als 1 mA (0,001 A) aufnahm. Die nach E. Bormann und J. Seiler[1] ausgeführte Messung der dielektrischen Verluste ergab den im Werk an jeder Einzellänge ermittelten Wert. Der Ladestrom des Kabels ist bei 100 kV und 50 Hz etwa 37 A, seine Scheinlast also rd. 6400 kVA. *Schke.*

Meßgeräte.

3 Jahre Asymmeter-Praxis. — Nachdem sich der Tag, an dem die neue Instrumenten-Type der Asymmeter ihren Weg in die Praxis gefunden hat, zum drittenmal gejährt hat[2], ist es wohl an der Zeit, die Frage aufzuwerfen, inwiefern diese Instrumente die an sie geknüpften Erwartungen erfüllt haben und welche praktischen Erfahrungen mit ihnen gemacht worden sind. — Die mechanische Lösung des Problems, einen Anzeigepunkt freischwebend über einer Flächenskala zu bewegen, konnte nur durch verschiedentlich wenigstens für den Meßinstrumentenbau konstruktiv neue Wege gefunden werden. Die Erfahrungen der Praxis haben gezeigt, daß durch die hierbei beschrittenen Wege bei dem Instrument eine gute und einwandfreie mechanische Funktion gewährleistet ist. Um diese nach Möglichkeit durch starke elektrische Drehmomente zu unterstützen, wurde bei der Konstruktion von vornherein auf völlige Unabhängigkeit von Temperatur, Spannung und Periodenzahl Verzicht geleistet. Auch diese Maßnahme hat sich praktisch richtig erwiesen, da einerseits die durch die vorgenannten Quellen verursachten Fehlweisungen der Asymmeter im Anzeigebereich um den Symmetriepunkt, in dem größte Genauigkeit zwecks rechtzeitiger Erkenntnismöglichkeit schleichender Erdschlüsse praktisch wichtig ist, verschwindend werden, anderseits durch diesen Verzicht auch bei stärkster Betriebsbeanspruchung der Instrumente eine stets einwandfreie mechanische Funktion und Anzeige gewährleistet ist.



Abb. 3.

Die an die Übersichtlichkeit der Flächenskala geknüpften Erwartungen sind in der Praxis speziell beim Erdspannungs-Asymmeter (Abb. 3) weit übertroffen worden. Dieses Instrument erleichtert dem Wartungspersonal in unvergleichlicher Weise die Beobachtung der Isolationsverschiebungen und ermöglicht hierdurch, wichtige Betriebsvorgänge wirklich festzuhalten, die sonst der Unübersichtlichkeit der Beobachtung wegen verloren gehen. Die außerordentliche Klarheit des Asymmeterbildes gestattet es, die durch Unachtsamkeit der Stromverbraucher verursachten Erdschlüsse, die ein meist plötzliches Abwandern des Anzeigepunktes nach den verschiedensten Richtungen hin erzeugen, von jener immer wiederkehrenden Stellung des Anzeigepunktes im Skalenbild zu unterscheiden, die lediglich dem Isolationszustand der Stromleitungen entspricht, welcher die Stromerzeugerstelle ja in erster Linie interessiert, da von ihm wesentlich die Betriebsicherheit



[1] ETZ 1928, S. 239.
[2] S. ETZ 1925, S. 925; 1926, S. 913.

der Anlage abhängt. Dem aufmerksamen Betriebsbeamten ist es an Hand der Anzeigen des Erdspannungs-Asymmeters möglich, bei Entwicklung schleichender Erdschlüsse das Schadhaftwerden einer Stromzuführungsleitung so frühzeitig zu erkennen, daß durch rechtzeitiges Nachforschen und Beheben des Schadens in betriebsruhiger Zeit größere Betriebstörungen vermieden werden können, während bei der Methode der Beobachtung dreier Einzelinstrumente den Anzeigen derselben meist erst dann größere Aufmerksamkeit geschenkt wird, wenn durch Unachtsamkeit der Verbraucher verursachte Erdschlüsse in anderen Phasen das dauernde Sinken der Erdspannung in der kranken Phase nicht mehr aufhalten können, in welchem Fall sich aber der Erdschluß meist so ausgewachsen hat, daß ein Beheben desselben ohne Betriebstörung nicht mehr möglich ist.

Die Asymmeter erfreuen sich in der Praxis einer immer größer werdenden Beliebtheit, und zahlreiche bedeutende Werke sind dazu übergegangen, ihre sämtlichen Anlagen mit Erdspannungs-Asymmetern zu versehen. Der hierdurch gesteigerte Umsatz hat es der Herstellerfirma P. Gossen & Co., Erlangen in Bayern, ermöglicht, die durch die hohen Versuchskosten bedingten Anfangspreise wesentlich zu verringern. *fi*

Elektromaschinenbau.

Geschweißte Stahlgehäuse für Motoren. — Die Lincoln Electric Co., Cleveland, Ohio, hat, wie dies hierzulande schon vielfach ausgeführt wird, seit 1921 versucht, für ihre Motoren ein geschweißtes anstatt eines gußeisernen Gehäuses zu verwenden. Die Konstruktion des Hauptkörpers bot keine Schwierigkeiten, da hierzu nur zwei Winkeleisenringe benötigt wurden, die durch Querglieder miteinander verbunden werden mußten; auch die Motorfüße ließen sich aus Stahl leicht anfertigen (Abb. 4). Die ersten Ringe aus Winkeleisen 75 × 100 mm wurden von Hand gebogen und die Enden zusammengeschweißt. Durch diese Handarbeit beliefen sich die Kosten eines Ringes einschl. Materials auf 75,60 RM. Nachdem aber ein Wärmofen und eine hierfür besonders konstruierte Biegemaschine aufgestellt waren, verringerten sich die Kosten auf 18,75 RM. Bei diesem Preis schien die Fabrikation lohnend zu sein. Das vom Händler gekaufte, auf Maß geschnittene Material kostete 27,72 Pf/kg; direkt vom Walzwerk bezogen frei Cleveland kam der Preis auf 18,48 Pf/kg, und mit Schneiden auf einer vorhandenen Schere gingen die Kosten des gesamten Materials, fertig zum

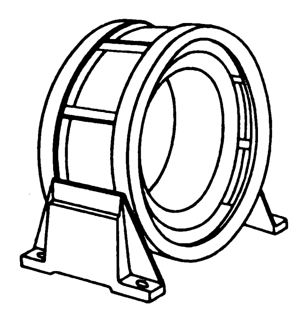


Abb. 4. Geschweißtes Motorgehäuse.

Gehäuse Nr.	Kosten in RM im Januar 1924 (Gußeisen)	Kosten in RM im Januar 1925 (Ringe von auswärts bezogen)	Kosten in RM im Januar 1926 (Ringe in eigener Werkstätte hergestellt)	Kosten in RM im Januar 1927
I L.	156,87	241,00	100,23	M 36,62
				L 19,20
				A 31,68
				87,50
I M.	173,63	245,27	107,00	M 37,84
				L 19,24
				A 31,75
				88,83
I P.	192,80	258,88	125,22	M 38,98
				L 19,61
				A 32,42
				91,01
I Q.	205,00	272,55	130,85	M 40,32
				L 20,56
				A 34,10
				94,98
I R.	214,87	278,20	135,87	M 41,66
				L 21,34
				A 35,40
				98,40

M = Material, L = Löhne, A = Allgemeine Unkosten.

Schweißen, von 76,68 RM auf 57,37 RM herunter. Der Lohn für Zusammensetzen und Schweißen fing mit 17,43 Reichsmark an und wurde allmählich auf 11,78 RM reduziert.

Aus vorstehender Zusammenstellung ist die Herabsetzung der Kosten seit Einführung des Verfahrens für eine Anzahl Gehäuse zu ersehen.

Dann wurde mit der Herstellung der Spannschienen aus Stahl begonnen, wobei die Kosten eines Stückes von 21,88 RM auf 12,83 RM vermindert wurden.

Die Seitenschilder bereiteten mehr Schwierigkeiten. Das geschweißte Schild mit Kugellagergehäuse kam auf 6,80 RM, während das gußeiserne Schild sich auf 4,54 RM belief, so daß man davon absah, die Schilder aus Stahl zusammenzuschweißen. (The Iron Age Bd. 120, S. 1507 u. 1567.) *Ill.*

Beleuchtung.

Zur Haushalt-Lichtwerbung 1928[1]. — Nach einem weiteren Bericht der Zentrale für Lichtwerbung ist die in der Hauptversammlung der VDEW in Wien gefaßte Entschließung, in engster Gemeinschaftsarbeit mit den Elektroinstallateuren und Elektrohändlern auf die Verbreitung der Elektrizität hinzuwirken, bereits von vielen Elektrizitätswerken in die Tat umgesetzt worden, und zwar sowohl durch die Veranstaltung einer sehr beträchtlichen Anzahl von A.F.J.-Ausbildungskursen als auch durch die Errichtung zahlreicher Elektrogemeinschaften.

„Berlin im Licht." — Für das unter dieser Bezeichnung für die Tage vom 13. bis 16. X. geplante Lichtfest hat die Arbeitsgemeinschaft nunmehr das Programm veröffentlicht. Die Festbeleuchtung und der Schaufensterbeleuchtungswettbewerb beginnen am 13. X., an welchem Tage auch im Märkischen Museum eine Sonderausstellung „Beleuchtung in alter Zeit" eröffnet wird. Auskünfte über die Veranstaltung erteilt die Arbeitsgemeinschaft „Berlin im Licht", Berlin W 62, Kielganstr. 1 (Kurfürst 1658).

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Die Nutenharmonischen in der Spannungskurve von Drehstromgeneratoren. — Es wird eine einfache Formel entwickelt, die den Einfluß der Nuten auf die Spannungskurve zu berechnen gestattet, und die dem quantitativen Vergleich der für ein bestimmtes Modell möglichen Entwürfe dienen soll. Der Ansatz wird gewonnen durch Einführung des Einschnitts, den die Nuten in die ursprüngliche Fläche der Induktionsverteilungskurve verursachen, als Flußverlust. Dadurch wird erreicht, daß in die Formel die speziellen Maschinendaten, wie Luftspaltbreite und Nutenbreite, in einer Form eingehen, die unabhängig davon einen qualitativen Vergleich ermöglicht, und zwar soll dies geschehen lediglich auf Grund der Kenntnis der allgemeinen Maschinendaten (Polzahl, Nutenzahl). Das Ergebnis wird zum Schluß vereinfacht in Verbindung mit dem Winkelfehler, so daß ein überaus einfacher Ausdruck für Überschlagsrechnungen entsteht. Weiter ist eine Versuchskurve angegeben, die an Nutenmodellen aufgenommen wurde und der Berechnung des Flußverlustes dient. (W. Schilling, Arch. El. Bd. 20, H. 3, S. 264.)

Dielektrische Messungen an einem Cellonkondensator bei mittleren Frequenzen und Niederspannung. — In einer Brückenanordnung wurden an einem Cellonkondensator Messungen des Verlustwinkels und der Kapazität vorgenommen. Es zeigte sich, daß nur unter Beachtung besonderer Vorsichtsmaßregeln, welche möglichst konstante äußere Versuchsbedingungen verbürgen, zuverlässige Werte erhalten werden. Nach Erwärmung auf eine gewisse Temperatur sind die dadurch bewirkten Veränderungen (Abnahme des Verlustwinkels und der Kapazität) selbst nach geraumer Zeit noch nicht zum Stillstand gekommen, nähern sich jedoch einem Grenzwert. Mit steigender Temperatur nehmen beide Größen angenähert linear ab. Innerhalb des untersuchten Bereiches (250 bis 550 Hz) bewirkt eine Frequenzerhöhung eine Vergrößerung des Verlustwinkels, während die Kapazität verringert wird. In beiden Fällen ändert sich der Verlustwinkel in 7 ... 10fachem Maße gegenüber der Kapazität. (W. Hubmann, Arch. El. Bd. 20, H. 4, S. 371.)

Durchschlagspannung und Durchschlagfestigkeit. — Ausführungen von Retzow begründen die einheitliche Schreibweise und Anwendung der Begriffe Durchschlag-

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 691, 974, 1409.



spannung und Durchschlagfestigkeit für die Isolierstoffe. Durch vergleichende Gegenüberstellung der aus dem Gebiete der Metallkunde bekannten Bezeichnungen, die aus dem experimentell bestimmten Werte der Bruchbelastung unter Berücksichtigung des Querschnittes zur Zugfestigkeit des Materials führen, läßt sich auch für die Isolierstoffe aus der durch den Versuch ermittelten Durchschlagspannung der Begriff der Durchschlagfestigkeit ableiten, jedoch bereitet hierbei die Berücksichtigung der Materialstärke eine gewisse Schwierigkeit, da nach fast allen bisher vorliegenden Ergebnissen eine Abhängigkeit der Durchschlagfestigkeit von der Materialstärke vorzuliegen scheint. Es wird daher angeregt, Angaben über die Durchschlagfestigkeit der Isolierstoffe stets auf 1 mm Elektrodenabstand zu beziehen. (U. Retzow, Arch. El. Bd. 20, H. 3, S. 270.)

Fernmeldetechnik.

Das Fernkabel München—Innsbruck. — F. Stegmann und R. Heider berichten über die Auslegung des Fernkabels München—Innsbruck. Das neue Kabel verläuft von München das Isartal aufwärts am Kochelsee und Walchensee vorbei, überschreitet hinter Mittenwald die Landesgrenze und steigt nach Erreichung der Paßhöhe zwischen Wetterstein- und Karwendelgebirge in das Inntal hinab. Die Ausführung der Arbeiten bot große Schwierigkeiten. Die benutzte Straße konnte wegen der starken Steigung streckenweise nicht mit Lastkraftwagen befahren werden, die Herstellung des Kabelgrabens im Felsboden erforderte durchschnittlich 300 Sprengschüsse am Tag, an der Walchenseestraße noch bedeutend mehr, weil wegen Gefährdung der Futtermauern nur mit schwachen Sprengschüssen gearbeitet werden durfte. Wiederholt wurden die Arbeiten auch durch Unwetter auf das schwerste gestört. Auf der deutschen, 101,8 km langen Strecke wurde die Verlegung von der Deutschen Fernkabelgesellschaft am 16. V. 1927 begonnen und am 10. I. 1928 beendet; auf der österreichischen Strecke (33,2 km) wurden die Arbeiten in der Zeit vom 15. VIII. bis 29. X. 1927 von S. & H., Wien, durchgeführt.

Auf der ganzen Strecke ist ein 98 p.-Normalfernkabel A ausgelegt. Lieferer der Kabel und Spulenkasten sind für den Abschnitt München-Kochel die AEG, für den Abschnitt Kochel—Landesgrenze S. & H., Berlin, für die österreichische Teilstrecke S. & H., Wien. Auf Reichsgebiet liegen 52, auf östereichischem Gebiet 17 Spulenpunkte in Abständen von rd. 2000 m. Jeder Spulenkasten enthält 202 Massekernspulen, nämlich

40 Stamm- und 40 Viererspulen für mittelbespulte 1,4 mm-Leiter,

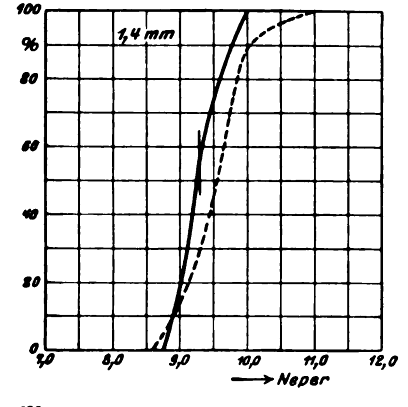
18 Stamm- und 16 Viererspulen für mittelbespulte 0,9 mm-Leiter,

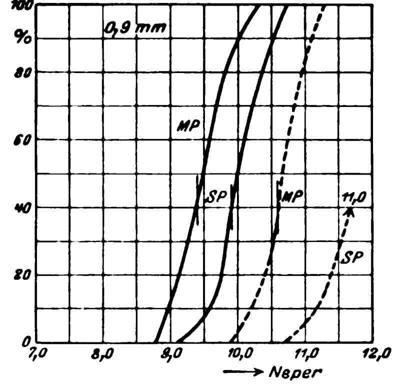
Zahlentafel 1. Elektrische Pflichtwerte des Kabels. Die Werte gelten bei + 20° für 1000 m.

Leiterdurchmesser mittel	Doppelleitungen			Viererssprechkreise		Isolation einer Ader gegen die anderen und Erde, mindestens
	Leitungswiderstand höchstens	Schleifenkapazität, Sollwert	Ableitung höchstens	Schleifenkapazität, Sollwert	Ableitung höchstens	
mm	Ω	μF	μS	μF	μS	MΩ
1,4	23,8	0,0355	0,85	0,0575	1,5	10 000
0,9	57,8	0,0335	0,80	0,054	1,4	

Zahlentafel 2. Elektrische Eigenschaften der Spulen, gültig bei 20°.

Durchmesser der Kabelleiter	In der für die Stammleitung wirksamen Schaltung				Kapazität zwischen beiden Wicklungen höchstens	In der für die Viererleitung wirksamen Schaltung				
	Induktivität	Wirk-Widerstand bei ω = 5000 höchstens	Verlust-Widerstand bei ω = 5000 höchstens	Zunahme des Verlustwiderstandes von ω = 5000 auf ω = 10000 nicht mehr als		Induktivität	Wirk-Widerstand bei ω = 5000 höchstens	Verlust-Widerstand bei ω = 5000 höchstens	Zunahme des Verlustwiderstandes von ω = 5000 auf ω = 10000 nicht mehr als	Zunahme des Verlustwiderstandes von ω = 5000 auf ω = 20000 nicht mehr als
mm	H	Ω	Ω	Ω	μF	H	Ω	Ω	Ω	Ω
a) Spulen für mittlere Pupinisierung										
1,4	0,19	13	3,0	4,0	0,003	0,07	6,5	1,4	2,0	—
0,9	0,20	18					9,0			
b) Spulen für schwache Pupinisierung										
0,9	0,05	6,3	1,0	1,5	0,003	0,02	3,0	0,5	0,8	—
c) Spulen für Rundfunkpupinisierung										
0,9	0,20	13	3,0	4,0	0,003	0,0094	5,2	0,22	0,3	1,5





Ausgleich im Vierer und Nebenvierer mit Erdausgleich. Ausgleichsart: Feldweise und Widerstand einseitig gekreuzt. Länge 63,86 km.
——— Mitsprechen
- - - - - - Gegenmitsprechen

Abb. 5. Häufigkeitskurven für Mit- und Gegenmitsprechen in Prozent für den Abschnitt München—Kochel.

Zahlentafel 3. Nebensprechdämpfungen in Neper.

Teilstrecke		1,4 mm-Leiter		0,9 mm-Leiter mittelbespult		0,9 mm-Leiter schwachbespult	
		Mit-	Über-	Mit-	Über-	Mit-	Über-
		sprechen		sprechen		sprechen	
1. Kochel—München (neues Amt)							
Nebensprechen	mittel	9,2	10,2	9,4	10,7	9,9	11,0
	mindestens	8,7	9,5	8,8	10,2	9,1	10,8
Gegennebensprechen	mittel	9,5	10,6	10,6	11,1	11,5	11,8
	mindestens	8,6	9,7	9,9	10,6	10,7	10,8
2. Kochel—Innsbruck							
Nebensprechen	mittel	9,7	10,2	9,7	10,4	10,1	10,9
	mindestens	8,9	9,3	9,0	9,8	8,8	10,5
Gegennebensprechen	mittel	9,8	10,9	10,8	11,7	11,7	12,4
	mindestens	8,8	9,9	10,2	10,7	11,0	11,6

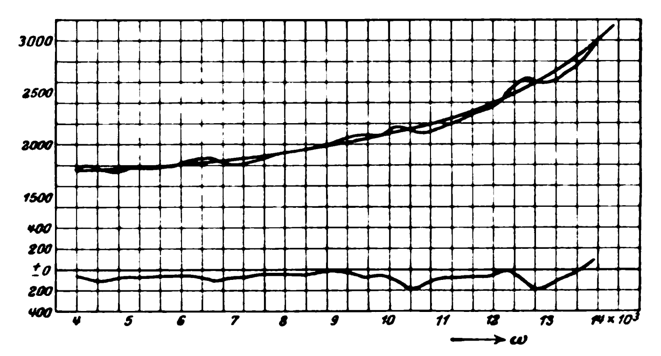


Abb. 6. Wellenwiderstandslinie für den Abschnitt München—Kochel (0,9 mm-Ader).



40 Stamm- und 40 Viererspulen für schwachbespulte 0,9 mm-Leiter,
2 Viererspulen für den musikpupinisierten Kernvierer,
6 Vorratspulen.

Die elektrischen Pflichtwerte des Kabels, die vertragsmäßigen Eigenschaften der Spulen und die Ergebnisse der am fertigen Kabel vorgenommenen Messungen des Nebensprechens und Gegennebensprechens sind in den Zahlentafeln 1, 2 und 3 wiedergegeben. In Abb. 5 sind für eine Teilstrecke Häufigkeitslinien für Mit- und Gegenmitsprechen, in Abb. 6 ist die Wellenwiderstandslinie dargestellt.

In Kochel (66,3 km von München, 68,7 km von Innsbruck) ist ein Verstärkeramt mit 20 Zweidrahtverstärkern, 10 Vierdrahtverstärkern für starke und 10 Vierdrahtverstärkern für schwache Pupinisierung eingerichtet. — Das Fernkabel München—Innsbruck ist am 12. I. 1928 dem Betrieb übergeben worden. (F. Stegmann u. R. Heider, Europ. Fernspr. 1928, S. 163.) *Bkm.*

Verschiedenes.

Technische Zeitschriftenschau. — Die „Technische Zeitschriftenschau" hat mit ihrem vom VDE herausgegebenen Teil „Elektrotechnik" nunmehr nahezu dreiviertel Jahre lang die Titel und den wesentlichen Inhalt der bemerkenswerten Neuerscheinungen auf allen Gebieten der Elektrotechnik geliefert.

Sie hat damit allen denen, die am Fortschritt der elektrotechnischen und verwandten Wissensgebiete mitarbeitend beteiligt sind, ein wichtiges Hilfsmittel zur schnellen und mühelosen Erfassung der Fachliteratur des In- und Auslandes in die Hand gegeben.

Erste Fachleute sichten das Material von über 70 deutschen und 80 fremdsprachlichen bedeutenden elektrotechnischen Zeitschriften, das unter der bewährten Leitung von Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Strecker dann in der „Technischen Zeitschriftenschau" gesammelt und kurzfristig veröffentlicht wird.

Die „Technische Zeitschriftenschau" ist für VDE-Mitglieder zum ermäßigten Vierteljahrspreis von nur 6,50 M bei monatlich zweimaligem Erscheinen in je 20 Seiten Umfang beim Verlag des VDI zu beziehen.

Wir empfehlen unseren Mitgliedern dringend, von dieser Vergünstigung weitgehenden Gebrauch zu machen.
VDE.

Prüfung von Installationsmaterial in Schweden. — Nach längerer Vorbereitung ist ein Organ unter der Firma Svenska Elektriska Materialkontrollanstalten A. B. mit Sitz in Stockholm geschaffen worden, welches seine Tätigkeit soeben aufgenommen hat. Interessenten sind Svenska Elektricitetsverksföreningen (Vereinigung der Elektrizitätswerke) und die in Schweden tätigen Feuerversicherungsgesellschaften.

Zunächst werden geschlossene Sicherungen bis einschl. 60 A und Schalter bis einschl. 25 A geprüft, und zwar unter Zugrundelegung der VDE-Normalien (VDE 420 KPI/1928 ETZ 1928 S. 834). Die Entscheidung bezüglich Begutachtung oder Nichtzulassung des Materials wird von einem fünfköpfigen Aufsichtsrat getroffen.

Weiterhin soll nach einem Beschlusse bei der Tagung der Vereinigung der schwed. Elektrizitätswerke Anfang September 1928 in Stockholm eine laufende Kontrolle der elektrischen Heizgeräte für den Haushalt eingeführt werden. Die bezüglichen Prüfungen sollen durch das der Ingenieur-Wissenschafts-Akademie angegliederte Elektrowärmeinstitut erfolgen. *Hldn.*

Bewährung der DIN-Passungen in der deutschen Industrie. — Die Fachzeitschrift Werkstattstechnik bringt einen Aufsatz von Prof. Sawin, dem Leiter des Werkzeugbaues der Skoda-Werke in Pilsen, über das DIN-Passungsystem, welches außer in Deutschland bereits in Österreich, Belgien, Holland, Italien und Norwegen zur Verwendung gelangt ist. Nach Sawins Ausführungen haften dem DIN-Passungsystem, das etwa 5 Jahre bei den Skodawerken in Verwendung gewesen ist, einige Mängel an, die er in einem von ihm empfohlenen System vermeiden will. Nach seiner Ansicht ist die Charakteristik eines losen Sitzes das kleinste Spiel an der Gutseite und eines festen Sitzes das kleinste Übermaß an der Ausschußseite der Bearbeitungstoleranz der Teile; auf diesen Grundsatz ist sein System aufgebaut.

Die Beanstandungen am DIN-System sind in der Hauptsache folgende:

1. Beim Festsitz der Feinpassung ist die Möglichkeit eines losen Sitzes bei den nach der Ausschußseite bearbeiteten Teilen gegeben. Als Mittel hiergegen wird Verkleinerung des Toleranzbereichs angegeben.
2. Die Stufung der Toleranzgröße, die im DIN-System nach der $\sqrt[3]{D}$ erfolgt, wird beanstandet. Sawin verlangt für die großen Durchmesser größeren, für die kleinen kleineren Toleranzbereich. Eine Stufung etwa nach $\sqrt{D}$.

Stimmen aus der deutschen Großindustrie, bei der das DIN-Passungsystem z. T. bereits seit etwa 10 Jahren im Gebrauch ist, dem Werkzeugmaschinenbau, der Elektrotechnik, dem Großmaschinenbau und dem Automobilbau, bestätigen die absolute Brauchbarkeit des DIN-Passungsystems in ihren Betrieben und weisen Änderungsvorschläge fast ausnahmslos energisch zurück, weil eine Verfeinerung der Toleranz sicher zu einer Verteuerung der Fabrikate führen muß. Zum Beweis wird folgendes angeführt:

1. Die Praxis hat gezeigt, daß der Arbeiter, um Ausschuß zu vermeiden, sich von selbst bemüht, nach der Gutseite hin zu arbeiten, es wird also bei der Massenherstellung ein hoher Prozentsatz der Teile nahe der Gutseite liegen und nur sehr wenige sich der Ausschußseite nähern, so daß es sehr selten vorkommen wird, daß zwei Teile, die beide an der Ausschußseite liegen, also einen zu leichten Sitz ergeben würden, zusammen kommen. Sollte dies jedoch trotzdem einmal der Fall sein, so ist durch Auswechselung eines der Teile dem Übel ohne Kostenaufwand abgeholfen. Anders liegt die Sache bei Einzelanfertigung. Um dabei einen Festsitz sicher zu erreichen, ist Fertigung der Teile nach Festsitz der Edelpassung zu empfehlen, bei dem ein loser Sitz ausgeschlossen ist.
2. Nach den Erfahrungen in der Feinmechanik ist im allgemeinen erwünscht, den Toleranzbereich bei recht kleinen Abmessungen zu vergrößern, also von der Fein- zur Schlichtpassung überzugehen, um die Herstellung der Massenteile wirtschaftlicher zu gestalten, da man gefunden hat, daß die Austauschbarkeit auch bei diesem Genauigkeitsgrad gewährleistet ist. Im Großmaschinenbau hingegen strebt man dahin, die Toleranz zu verfeinern, geht also bei großen Durchmessern von der Feinpassung zur Edelpassung über, man tut genau das Entgegengesetzte von dem, was Sawin vorschlägt.

Sawins Ansichten sind also kaum mit denen seiner deutschen Fachgenossen in Einklang zu bringen; obwohl nicht geleugnet werden kann, daß auch je nach der Art des Betriebes die Ergebnisse verschieden sein können. Einem jeden Passungsystem mit Toleranzgrenzen, die wegen der Massenherstellung nicht zu eng gezogen werden dürfen, haften gewisse Mängel an, die aber in der Praxis nur sehr selten in Erscheinung treten und die Brauchbarkeit des Systems gewiß nicht in Frage stellen können. Jedenfalls darf behauptet werden, daß sich das DIN-Passungsystem in den 10 Jahren seines Bestehens durchaus bewährt hat. (Werkstattstechnik Bd. 22, S. 217.) *Gtn.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Zur Leipziger Frühjahrsmesse. — Der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung will auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1929 (Technische Messe vom 3. bis 13. III.) eine Wiederholung der Getriebemodellschau, u. zw. in nach der praktischen Seite hin noch wesentlich erweiterter Form, veranstalten. Anmeldungen zur Teilnahme sind möglichst bald an den AWF, Berlin NW 6, Luisenstr. 58, zu richten. Eine Platzmiete wird auf der Schau nicht erhoben.

Weiter ist für die Frühjahrsmesse 1929 eine größere Tagung über wirtschaftliches Verpacken vorgesehen, deren Vorträge ihre praktische Ergänzung in den Messeausstellungen betriebsmäßig vorgeführter Verpackungsmaschinen und zweckmäßigen -materials finden sollen. Bekanntlich hat der AWF soeben in Bremen eine Tagung „Verpackungswesen" abgehalten.

Große Deutsche Funkausstellung 1929. — Nach einstimmigem Beschluß des Arbeitsausschusses findet die Große Deutsche Funkausstellung 1929 in Berlin vom 30. VIII. bis 8. IX. statt.

Karlsruher Funkausstellung 1928. — Wie uns die Badische Gesellschaft für Radiotechnik mitteilt, veranstaltet sie mit dem Funkhandel und der Funkindustrie sowie in Zusammenarbeit mit den übrigen in Karlsruhe ansässigen Funkvereinen vom 31. X. bis 4. XI. in den Ausstellungsräumen des Badischen Landes-Gewerbe-



amtes eine Funkausstellung mit Bastelschau und -wettbewerb.

Salon de la T. S. F. in Paris 1928. — Das Syndicat Professionnel des Industries Radioélectriques veranstaltet vom 25. X. bis 4. XI. im Rahmen der Automobilausstellung (Grand Palais) seine 5. Funkausstellung. Die Beteiligung hat sich gegen das Vorjahr erhöht: 278 Firmen werden auf einer Fläche von 5425 m² ausstellen.

Estnische Radioausstellung Reval 1928. — Gelegentlich der Inbetriebnahme der neuen Revaler Sendestation und des Zwischensenders in Dorpat findet in Reval vom 21. bis 28. X. eine zweite Radioausstellung statt. Über die Bedingungen gibt die Redaktion der Zeitschrift „Raadioleht", Reval, Lange Str. 42, Auskunft.

Radioausstellung Chicago 1928. — Die deutsche Radioindustrie sei auf einen Bericht des Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amtes über die Radioausstellung Chicago 1928 (Mitteilungsbl. 1928, Nr. 10) aufmerksam gemacht, der u. a. darauf hinweist, daß mit erhöhten Anstrengungen der amerikanischen Radioindustrie auf den Exportmärkten zu rechnen sei. Das Amt stellt Interessenten das auf der Ausstellung gesammelte umfangreiche und beachtenswerte Material zwecks Einsichtnahme zur Verfügung.

Grüne Woche Berlin 1929. — Für die Grüne Woche Berlin im Rahmen der großen landwirtschaftlichen Woche der D. L. G. ist die Zeit vom 26. I. bis 3. II. 1929 vorgesehen. Bei dieser Veranstaltung sollen erstmalig maßgebende Industrie- und Wirtschaftsverbände durch eigene Sonderausstellungen vertreten sein.

Energiewirtschaft.

Eine Million PS Maschinenleistung bei der Elektrowerke A. G. — Im Anfange unseres Jahrhunderts entwickelten sich die bis dahin vornehmlich der Versorgung von Städten dienenden öffentlichen Elektrizitätswerke zu Überlandzentralen, ohne daß sie dadurch zu wirklichen Großunternehmungen wurden. Erst der Krieg mit seinen Notwendigkeiten schuf die elektrische Großversorgung, und diese wurde in der Nachkriegszeit durch die für die gesamte Wirtschaft gebotene Rationalisierung rasch und kräftig gefördert. Während wir zu Beginn des Krieges in Deutschland nur Stromversorgungsunternehmungen hatten, die nirgends den Flächenraum einer ganzen Provinz erfaßten und daher mit Spannungen auskamen, die nur in vereinzelten Fällen 50 kV erreichten, wird heute fast ganz Deutschland von einem einheitlichen 100 kV-Netz durchzogen, das die Stromerzeuger und -verbraucher zusammenschließt. Große Leitungszüge des RWE und der Elektrowerke A. G. sind sogar schon für höhere Spannungen gebaut, wenn sie auch vorläufig noch mit 100 kV betrieben werden, und deuten den Gang der Weiterentwicklung an.

Mit 100 kV Fortleitungsspannung beherrscht ein zentral gelegenes Kraftwerk ein Gebiet von 500 km Durchmesser, d. h. halb Deutschland. Daher ist Hand in Hand mit dieser Entwicklung der Leitungstechnik die Erkenntnis Allgemeingut geworden, wenn auch nach einigen Kämpfen, daß man die großen Kraftwerke auf den Fundort der Kohle oder an natürliche Wasserkräfte verlegen müsse. Als Folge verringert sich die Bedeutung örtlicher Kraftwerke, und die auf dem Ursprungsort der Energie entstehenden Zentralen wachsen ins Riesige. Als z. B. das Kraftwerk Golpa-Zschornewitz der Elektrowerke A. G. im Jahre 1916 auf 128 000 kW ausgebaut wurde, war es das bei weitem größte deutsche Werk. Es wurde dann durch das RWE überholt, das in der Nachkriegszeit sein Goldenbergwerk auf 290 000 kW ausbaute. Heute aber haben die Elektrowerke in ihren drei Kraftwerken bereits eine Maschinenleistung von 410 000 kW im Betriebe und bauen z. Z. ihre Werke entsprechend den rasch steigenden Anforderungen der Großversorgung um weitere 280 000 auf 690 000 kW aus.

Ein paar kurze Betrachtungen über die Entwicklung der maschinellen Einrichtungen der Elektrizitätswerke zeigen die ungeheuren Fortschritte der letzten 10 Jahre. Am auffallendsten ist, daß die Braunkohle, vor dem Kriege noch wenig beachtet, heute die deutsche Elektrizitätserzeugung beherrscht; denn mehr als die Hälfte der deutschen Stromproduktion entfällt auf die Braunkohle. Hierzu war bahnbrechende technische Arbeit notwendig. Noch Klingenberg sagt in seinem Werk „Bau großer Elektrizitätswerke", man habe zur Zeit der Erbauung des Kraftwerks Zschornewitz geglaubt, mit der Belastung von Braunkohlenkesseln nicht über 20 kg/m² gehen zu sollen, und es sei daher als Wagnis erschienen, Zschornewitz für eine normale Kesselleistung von 25 kg/m² zu projektieren. Die gewählte Kesseleinheit von 500 m² war dabei ebenfalls ungewöhnlich groß, und man war sehr zufrieden, die erhoffte Leistung je Kessel von etwa 12 t Dampf stündlich auch tatsächlich zu erreichen. Heute dagegen ist in Zschornewitz eine Anzahl Kessel im Betriebe, welche die vierfache Leistung haben und dabei ebenfalls mit unsortierter Braunkohle betrieben werden.

Mit den Kesseln stieg die Maschinenleistung. Einheiten von je 16 000 kW waren noch vor zehn Jahren die größten in Deutschland, und als das RWE auf 50 000 kW = 60 000 kVA überging, erschien dieser Sprung auch manchen Fachleuten als recht bedenklich. Aber die Konstrukteure mußten, um diese Maschinen bauen zu können, von der damals üblichen Umdrehungszahl von 1500 auf 1000 U/min zurückgehen, obwohl damit eine Verschlechterung des Dampfverbrauchs verbunden war, da die damals zur Verfügung stehenden Werkstoffe das geboten.

In der Entwicklung der im Dampfverbrauch besseren 1500tourigen Maschinentype geschah ein großer Schritt vorwärts, als im Jahre 1926 die Berliner Städtische Elektrizitätswerke A. G. in ihrem Klingenbergwerk Dynamos für 1500 U/min mit je 44 000 kVA aufstellte und gleichzeitig die Elektrowerke in ihren Werken solche für sogar 47 000 kVA bei derselben Umdrehungszahl.

Dem weiteren Anwachsen der elektrischen Großversorgung genügen auch diese Maschinentypen nicht mehr. Die Elektrowerke haben daher in Zusammenarbeit mit den Turbinenfabriken die neuesten Fortschritte der Werkstoffherstellung ausgenutzt, um Turbodynamos zu entwerfen, die in einer einzigen Maschinenwelle 85 000 kW = 100 000 kVA mit 1500 U/min leisten. Es ist dabei gelungen, die Konstruktion so durchzubilden, daß die mechanische Festigkeit noch höher ist als die der vor zehn Jahren gebauten 16 000 kW-Turbinen und die Manövrierfähigkeit dieser Maschinen dieselbe bleibt wie die der alten kleinen Typen.

Zwei derartige Maschinen sind für das Kraftwerk Zschornewitz bestellt. 16 moderne Kessel werden ihnen den Dampf liefern; von der noch im Jahre 1915 für gewagt gehaltenen Type würden nicht weniger als 80 dafür erforderlich sein. Sie würden mit Schornsteinen einen Platz von 80 · 260 m brauchen, während die 16 gleichwertigen modernen nur 55 · 105 m benötigen. Die neuen Kesselanlagen erhalten dieselben Schornsteine wie die alten Kesselhäuser, nämlich solche von 100 m Höhe und 5,0 m l. W., doch werden die Kessel mit Saugzug und Unterwind sowie Luftvorwärmung ausgerüstet. Bemerkenswert ist, daß der alte Kesseldruck von 16 at beibehalten ist, da eine Druckerhöhung dem Übergang auf 100 oder mehr Atmosphären vorbehalten bleibt, der in absehbaren Jahren für den Großbetrieb brauchbar entwickelt sein dürfte.

Das Kraftwerk Golpa-Zschornewitz, das im Jahre 1927 mit einer erzeugten Arbeit von 1030 Mill. kWh an der Spitze aller Elektrizitätswerke gestanden haben dürfte, wird durch den bestellten Ausbau auf eine installierte Leistung von 430 000 kW gebracht, wovon 270 000 kW den allermodernsten Anforderungen entsprechen. Die Kraftwerke Trattendorf und Lauta der Elektrowerke, die mit Zschornewitz zusammen auf das 100 kV-Netz der Gesellschaft arbeiten, werden gleichzeitig durch Maschineneinheiten von je 40 000 kW auf eine Leistungsfähigkeit von 260 000 kW gebracht, so daß die Gesellschaft im nächsten Jahre über eine Maschinenleistung von 690 000 kW, das sind genau 1 Million PS, verfügen wird. Die Beschäftigung dieser Riesenleistung ist schon heute gesichert, und die dadurch ermöglichten Vorteile werden sich in der gesamten deutschen Wirtschaft günstig auswirken. *P.*

Ergebnisse der französischen Elektrizitätswirtschaft im Jahr 1926. — Der Service central des Forces hydrauliques et des Distributions d'Energie électrique des französischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten hat für 1926 folgende Leistungen und Produktionsziffern der öffentlichen Elektrizitätswerke mit Ausnahme der industriellen Wärmezentralen festgestellt, wobei unter verfügbarer Leistung der Wasserkraftwerke die mittlere Jahresleistung zu verstehen ist:

	Wärmekraftwerke	Wasserkraftwerke	Insgesamt
Installierte Leistung mit Reserven . . . . Mill. kVA	4,624	1,719	6,343
Normale verfügbare Leistung Mill. kW	2,941	0,772	3,713
Erzeugte elektrische Arbeit Mill. kWh	6 568	4 778	11 347
Jahresbenutzungsstunden			
der installierten Leistung .	1 420	2 780	1 780
der verfügbaren Leistung .	2 230	6 200	3 050

Von den 11,347 Milliarden kWh Gesamterzeugung entfielen 58 % auf Wärmekraftwerke. Die Länge der Übertragungs- und Verteilungsleitungen betrug am Ende des Berichtsjahres 170 402 km, wovon 73 336 km auf Leitungen unter 600 V und 97 066 km auf Hochspannungsleitungen entfielen. Je Kilometer haben letztere 83 700, erstere 25 700 kWh geliefert. Um den Verbrauch festzustellen, müssen die erzeugten 11 347 Mill. kWh um 400 Mill. kWh, die aus dem Ausland eingeführt worden sind, erhöht und um einen ausgeführten Energiebetrag von 44 Mill. kWh verringert werden, so daß sich der Gesamtverbrauch auf 11,703 Milliarden kWh stellt. Davon entfielen in den Niederspannungsnetzen auf Licht 1046 Mill. kWh oder 9% und auf Kraft 838 Mill. kWh bzw. 7%, sodann auf den Konsum hochgespannten Stromes mit Ausnahme der Zugförderung und der Elektrochemie 5426 Mill. kWh, d. s. 46 %, auf Elektrochemie und Elektrometallurgie 2103 Mill. kWh oder 18 %, auf Zugförderung 657 Mill. kWh bzw. 6 % und schließlich 1633 Mill. kWh, d. h. 14 %, auf Verluste in Leitungen und Transformatoren. Verteilt man die 11,703 Milliarden kWh auf die 40,743 Mill. Einwohner Frankreichs, so ergeben sich je Einwohner 287 kWh. Werden aber nur die 30,22 Mill. Abnehmer der Niederspannungsnetze berücksichtigt, so hat der einzelne 1926 an Licht 34,5, an Kraft 27,8, zusammen also 62,3 kWh bezogen. Die Zahl der noch nicht mit Elektrizität versorgten Gemeinden ist im Jahr 1927 von 19 775 auf 16 747, d. h. auf 44 % aller 37 981 Gemeinden und deren Bevölkerung von rd 9,7 auf 7,9 Millionen, d. s. 19 % aller Einwohner Frankreichs, zurückgegangen. (Rev. Gén. de l'El. Bd. 23, 1928, S. 841.)

Das französische Ministerium der öffentlichen Arbeiten hat eine neue Auflage des Kartenwerks herausgegeben, das im Maßstab 1 : 500 000 die Erzeugung und Fortleitung elektrischer Arbeit in Frankreich darstellt. Sie bezieht sich auf den Stand vom Januar 1927, umfaßt 12 Blatt im Format 91 × 63 cm und kostet 15 Fr.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Im Juli ist die Stromerzeugung der 122 Elktrizitätswerke gegen den Vormonat um 39,5 Mill. kWh und arbeitstäglich um 1,52 Mill. kWh gestiegen. Die Meßziffern betrugen gegen den Monatsdurchschnitt von 1925 127,99 und gegen den gleichen Monat von 1927 119,94. Der diesjährige Tiefstand der Produktion lag nach Angabe des Statistischen Reichsamts um 20 % über dem des Vorjahres. Der Anschlußwert der von der Statistik erfaßten gewerblichen Abnehmer ist im Juni gegen den Vormonat um 23 000 kW gewachsen und der Verbrauch im ganzen um 14,7 Mill. kWh. Arbeitstäglich ergibt sich aber eine Verringerung um 0,121 Mill. kWh und je 1 kW Anschlußwert um 0,05 auf 4.30 kWh, welcher Betrag jedoch um 6,8 % über dem Junistand des Vorjahres lag. Die Meßziffern waren 111,27 bzw. 106,84.

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugt Mill. kWh				Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer							
			insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert Mill. kW		Gesamtverbrauch Mill. kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: insgesamt Mill. kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: kWh je kW Anschlußwert	
	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927
I.	26	25	1238,9	1036,0	47,6	41,4	4,0	3,7	476,1	382,4	18,3	15,3	4,6	4,1
II.	25	24	1126,4	933,6	45,1	38,9	4,0	3,7	458,4	369,0	18,3	15,4	4,6	4,1
III.	27	27	1169,9	1013,4	43,3	37,5	4,0	3,8	483,7	397,5	17,9	14,7	4,4	3,9
IV.	23	24	1048,9	913,3	45,6	38,1	4,1	3,8	436,5	377,3	19,0	15,7	4,7	4,2
V.	25	25	1083,6	939,0	43,3	37,6	4,1	3,8	444,1	393,2	17,8	15,7	4,4	4,2
VI.	26	25	1084,0	889,0	41,7	35,6	4,1	3,8	458,8	383,8	17,6	15,4	4,3	4,0
VII.	26	26	1123,5	936,7	43,2	36,0	—	3,8	—	404,3	—	15,6	—	4,1

Kurze Auslandsnachrichten. — Italien. Das kgl. Dekret vom 21. X. 1926 über die Einfuhr elektrischer Arbeit nach Italien ist unter dem 21. VI. 1928 zum Gesetz erhoben worden. Die volle Einfuhrgebühr von 2,5 cti/kWh wird nunmehr nur vom 16. XI. bis 15. IV. erhoben, für die übrige Zeit des Jahres aber auf 1,25 cti ermäßigt. Befreit von ihr ist die auf Grund von vor dem 12. III. 1927 geschlossenen Verträgen eingeführte elektrische Arbeit bis zum Ablauf dieser Verträge, jedoch nicht über 10 Jahre von dem genannten Datum hinaus.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1378. Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928, S. 606.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ

Verkürzung der Erteilungszeit von Patenten. — In der Zeitschrift „Wirtschaftliche Technik" erörtert Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. Kammerer die Frage, ob eine Verkürzung der Erteilungszeit für Patente möglich ist, und kommt nach ausführlicher Besprechung der Ursachen für die lange Erteilungszeit zu dem Schluß, daß eine nennenswerte Verkürzung nicht möglich und der einzige Ausweg der sei, die Patentdauer vom Tage der Erteilung ab zu rechnen.

Diese beiden Schlußfolgerungen entsprechen aber nicht dem, was die Industrie wünschen muß. Die letzte Folgerung vorausgenommen, läßt sich sagen, daß die Berechnung der Patentdauer vom Tage der Erteilung an aus anderen Gründen wohl annehmbar erscheint, aber keine Lösung der Aufgabe bedeutet, die Erteilungsdauer der Patente zu verkürzen. Die Patenterteilungsdauer muß aber verkürzt werden, und zwar durch Unterstützung auf beiden Seiten. Es geht nicht an, daß sowohl vom Patentamt wie auch vom Anmelder Bearbeitungszeiten in Anspruch genommen werden, die im Durchschnitt mehrere Jahre betragen.

Das Patentamt macht mit Recht geltend, daß es bei der derzeitigen Personalbesetzung nicht in der Lage sei, die Bearbeitung schneller vorzunehmen. Wenn in einigen Klassen von einem Bearbeiter monatlich 100 bis 150 Prüfungen vorzunehmen sind, so bedeutet das für jeden Arbeitstag 4 bis 6 Prüfungen. Das ist bei der Sorgfalt, die gefordert werden muß, entschieden zu viel, und die Arbeiten müssen liegen bleiben. Folglich muß die Zahl der Prüfer entsprechend erhöht werden. Und das halte ich für möglich, denn das Patentamt hat solche Einnahmen, daß es, wie man hört, nicht nur seine eigenen sämtlichen Unkosten deckt, sondern dem Reichsjustizamt von seinem Überschuß noch so viel zur Verfügung stellt, daß davon nicht nur das Patentamt, sondern das ganze Reichsgericht und das halbe Reichsjustizamt erhalten werden können.

Das aber ist ein unhaltbarer Zustand, und es kann weder den Erfindern noch der Industrie zugemutet werden, daß ihre Gelder für solche außerhalb des Erfindungschutzes liegende Zwecke aufgebraucht werden. Mit den Überschüssen des Patentamtes muß sich zum mindesten das Personal so vermehren lassen, daß ein angemessener Geschäftsgang im Patentamt möglich ist. Wenn dann noch Überschüsse bleiben sollten, müßten die Gebühren ermäßigt werden.

Aber auch die Anmelder und ihre Anwälte müssen Maßnahmen treffen, die das langwierige Erteilungsverfahren verkürzen. Es ist leider eine bekannte Tatsache, daß weitaus die meisten Anmelder und Anwälte zur Beantwortung patentamtlicher Schriftstücke Fristverlängerungen fordern, die weit über das berechtigte Maß hinausgehen. Es scheint die irrige Meinung zu bestehen, daß durch diese Fristverlängerungen der Industrie gedient sei. Das ist aber zweifellos nicht der Fall. Der Industrie, als Allgemeinheit angesehen, liegt vielmehr unzweifelhaft daran, daß sie die Arbeit zur Ausnutzung ihrer Erfindungen früh beginnen und früh zum Abschluß bringen kann. Hierin aber wird sie durch die Unsicherheit behindert, die aus der Unkenntnis über die Patentlage entspringt. Die Industrie weiß bei einer vorliegenden Erfindung zunächst nicht einmal, ob ein anderes Patent besteht oder ob von anderer Seite ein älteres Patent angemeldet ist, das aber noch nicht erteilt wurde. Sie weiß ferner nicht, ob ihre Anmeldung zu einem Patent führen wird. Das alles aber sind Hindernisse, die viel schwerer wiegen als die kleinen Vorteile, die vielleicht hie und da durch Hinauszögern der Anmeldung dem einzelnen Anmelder oder Industriellen entstehen könnten.

Die Industrie und die Anwälte müssen sich selbst den Zwang auferlegen, die leidigen Fristgesuche auf das Allernotwendigste zu beschränken, und sie können es m. E., denn nach einem einmaligen Aufarbeiten genügen unbedingt kürzere Fristen.

Diese Beschränkung der Fristgesuche müßte aber das Patentamt, nachdem es seine eigene Bearbeitungszeit durch Erhöhung der Prüferzahl auf ein annehmbares Maß herabgedrückt hat, durch scharfe Verkürzung der Fristen unterstützen. Es sollte für inländische Anmelder zur Erledigung jedes patentamtlichen Schreibens grundsätzlich nur eine Frist von einem Monat gewährt werden. Diese dürfte aus einfachen Gründen — Dienstabwesenheit des Bearbeiters oder dergl. — höchstens um einen weiteren Monat verlängert werden. Verlängerungen darüber hinaus wären nur zu gestatten, wenn schwere Krankheit des Bearbeiters vorliegt und nachgewiesen wird, daß der Betreffende in der Angelegenheit nicht durch einen an-

deren vertreten werden kann. Für ausländische Anmelder müssen die Fristen um die Zeit eines Briefwechsels verlängert werden, also für europäische Ausländer etwa um einen halben Monat, für amerikanische um etwa einen Monat, für ostasiatische um zwei Monate.

Die strenge Durchführung der Gewährung so kurzer Fristen mag zunächst für die Beteiligten hart erscheinen, nachdem eine gewisse, der beschleunigten Aufarbeitung dienende Übergangszeit überwunden ist, wird sie aber sicher für alle von Vorteil sein.

Ferner erscheinen Maßnahmen empfehlenswert, die dem Anmelder die Beschaffung der von der Prüfungsstelle entgegengehaltenen Vorveröffentlichungen erleichtern. Diese Beschaffung, besonders wenn es sich um ausländische Patentschriften handelt, nimmt gewöhnlich einige Wochen in Anspruch, die auch eingespart werden könnten. Dies kann in der Weise geschehen, daß das Patentamt von schwer zu beschaffenden Vorveröffentlichungen ohne Aufforderung des Anmelders zusammen mit dem Prüfungsbescheid photographische Vervielfältigungen liefert. Die Kosten hierfür würden im allgemeinen den Anmeldern zu berechnen sein, könnten aber bei unbemittelten Anmeldern vom Patentamt getragen werden.

Obering. Ernst Neumann,
Vorsteher der Patent-Abtlg. der Hartmann & Braun A. G., Frankfurt a. M.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur außerordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 9. Oktober 1928, abends 7½ Uhr pünktlich, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B. Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Professor Alexander Smurow am Elektroinstitut in Leningrad über: „Die physikalische Natur der elektrischen Vorgänge in homogenen Isolatoren".

Inhaltsangabe:

Untersuchung der Bewegung der Elektronen in einem Atom unter dem Einfluß von äußeren elektrischen und magnetischen Feldern zum Zwecke der Erklärung der Vorgänge des elektrischen Durchschlags in homogenen Isolatoren. Untersuchung des Einflusses der Wärmebewegung der Atome, Bestätigung durch eine experimentelle Bestimmung der elektrischen Festigkeit des Schwefels. Bestimmung des Einflusses von magnetischen Feldern auf die elektrische Festigkeit und die dielektrischen Verluste in Isolatoren. Auftreten magnetischer Eigenschaften unter dem Einfluß von elektrischen Feldern in Isolatoren. Natur der dielektrischen Verluste.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Für Gäste werden am Eingang Gastkarten bereitgehalten.

Eingeführte Gäste willkommen.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bericht über die XXXIII. Jahresversammlung am 18. und 19. Juni 1928 in Kroll's Festsälen zu Berlin.

(Fortsetzung von S. 1458).

1. Verbandsversammlung
am
Montag, dem 18. Juni 1928, 9 Uhr vorm.

Den Vorsitz führte Herr Generaldirektor Krone, Dortmund.

Vorsitzender: Ich erteile nun das Wort dem Vertreter der Technischen Hochschule Charlottenburg, Herrn Prof. Dr.-Ing. Kloß.

Kloß, Berlin: Im Namen des Verbandes der deutschen Hochschulen, der sämtliche alte Universitäten sowohl wie ihre jüngeren Schwestern, die Technischen, Landwirtschaftlichen, Tierärztlichen Hochschulen, Forst- und Bergakademien umfaßt, und in Vertretung seines Vorsitzenden danke ich dem VDE für die freundliche Einladung zur XXXIII. Jahresversammlung und für die Begrüßungsworte des Herrn Vorsitzenden.

Ferner habe ich die Ehre, die Versammlung zu begrüßen im Namen Seiner Magnifizenz, des Herrn Rektors der Technischen Hochschule Berlin, der zu seinem Bedauern dienstlich verhindert ist, selbst an der heutigen Versammlung teilzunehmen. Der Herr Rektor hat dem VDE für die Abhaltung von Fachgruppenvorträgen gern einige Hörsäle zur Verfügung gestellt und heißt Sie in den Räumen der Technischen Hochschule willkommen.

Schließlich bin ich noch von Herrn Prof. Dr. v. Laue, der als Vertreter Seiner Magnifizenz, des Herrn Rektors der Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin, hier anwesend ist, gebeten worden, auch für ihn zugleich mit den Dank der Universität für die freundliche Einladung auszusprechen.

Meine Herren! Der Zusammenschluß der Technischen Hochschulen mit den alten Universitäten im Verbande der deutschen Hochschulen, der sich hier auch dadurch bekundet, daß neben der Ihrem Arbeitsgebiet fachlich nahestehenden Technischen Hochschule auch die alte Universität Berlin an Ihrer Veranstaltung teilnimmt, stellt ein doppeltes Bekenntnis dar:

erstens, daß die jungen technischen Wissenschaften sich einen ebenbürtigen Platz errungen haben neben den auf alte Überlieferung zurückblickenden Geisteswissenschaften,

und zweitens, daß gerade durch das Zusammenarbeiten zwischen reiner Forschung mit dem Ziele der Erweiterung unsrer Erkenntnisse auf der einen Seite und andrerseits der auf wissenschaftlicher Grundlage aufgebauten Beherrschung und Nutzbarmachung der Naturkräfte zum Wohle der Menschheit die gewaltigen Fortschritte erzielt worden sind, die unsrer Zeit das ihr eigentümliche Gepräge verleihen.

Daß an dieser Weiterentwicklung auf dem alle Lebensbedürfnisse durchdringenden Gebiete der Elektrotechnik der VDE tätigen Anteil nimmt, das beweist das Programm seiner diesjährigen Tagung, der ich im Namen meiner Auftraggeber einen recht erfolgreichen Verlauf wünsche.

Vorsitzender: Das Wort erteile ich dem Vertreter der uns berufsverwandten technischen und wissenschaftlichen Vereine und Verbände, Herrn Staatsminister a. D. Dr. Wendorff.

Wendorff, Berlin: Namens der berufsverwandten Verbände und Vereine habe ich die Ehre, den VDE zu seiner XXXIII. Jahresversammlung aufs herzlichste zu begrüßen und dieser Tagung einen erfolgreichen Verlauf zu wünschen. Dieser Erfolg dürfte ohne weiteres schon gewährleistet sein durch den zahlreichen Besuch, den die Tagung findet, und durch das umfangreiche und bedeutungsvolle Programm, das auf derselben zur Verhandlung gelangen wird, und durch die zahlreichen und wichtigen sonstigen Veranstaltungen, Vorträge und Besichtigungen, die mit dieser Tagung verbunden sein werden. So wird auch die XXXIII. Jahresversammlung ein Markstein auf dem Wege der Entwicklung des Verbandes sein und damit zugleich dem Fortschritt der deutschen Elektrizitätswirtschaft, innerhalb deren wir mit dem Verbande auf das innigste verbunden sind, dienen. Über das gewaltige Arbeitsgebiet und die Erfolge, die Wissenschaft, Technik und Wirtschaft auch im letzten Jahre erzielt haben, hat Ihr Herr Vorsitzender uns ein anschauliches Bild gezeichnet. Bemerkenswert erscheint mir dabei noch der Umstand, daß alles, auch das im



letzten Jahr Erreichte, erzielt worden ist auf dem Boden freien Schaffens, unbeeinflußt durch gesetzliche Bindungen, daß es möglich gewesen ist, allein durch Forschung, Wissen und Können diesen Fortschritt zu erzielen und geleitet durch das hohe Bewußtsein der Selbstverantwortung gegenüber der Allgemeinheit. Möge die Entwicklung sich in diesem Sinne weiter vollziehen, das ist mein herzlichster Wunsch im Auftrage der Verbände und Vereine, zum Besten der Wissenschaft, zum Fortschritt der Elektrizitätswirtschaft im Dienste der Verbraucher und damit zum Heile der gesamten Wirtschaft unseres deutschen Vaterlandes. (Lebh. Beifall, Klatschen.)

Vorsitzender: Weiter erteile ich das Wort dem Vertreter des uns befreundeten Elektrotechnischen Vereins in Wien, Herrn Direktor Dr.-Ing. Markt.

Markt, Wien: Hochgeehrte Versammlung! Im Namen des Elektrotechnischen Vereins in Wien habe ich Ihnen den Gruß abzustatten und für die freundliche Einladung zur Jahresversammlung zu danken. Ich entledige mich weiter eines ehrenvollen Auftrages, wenn ich Ihnen im Namen der Holländischen Elektrizitätswerke ebenfalls den Gruß entbiete und für die Einladung danke. — Meine Herren! Es ist vielleicht überflüssig, zu betonen, daß die Jahresversammlung des VDE für uns jedesmal gewissermaßen ein Erlebnis bedeutet. Wir freuen uns dessen einerseits, weil wir in diesem Kreise, wenn auch nur für einige Tage, Gelegenheit haben, von den neuesten Fortschritten der elektrotechnischen und Elektrizitätswissenschaft zu hören und sie auf ernster wissenschaftlicher Grundlage zu diskutieren. Wir freuen uns auch, wenn uns Gelegenheit geboten wird, mit Männern zusammenzukommen und zu sprechen, von denen wir wissen, daß sie in Fragen der Lebens- und Berufstätigkeit gleich uns fühlen und denken. Wir nehmen jedesmal sowohl durch die offiziellen Darbietungen als auch durch den lebendigen Gedankenaustausch von Mann zu Mann eine Fülle wertvoller Anregungen mit nach Hause, und nun darf ich vielleicht als Vertreter des Österreichischen Elektrotechnischen Vereins in Wien und als gebürtiger Österreicher ein paar Worte dem hinzufügen.

Wir Österreicher kommen begreiflicherweise mit besonderen Gefühlen zur Tagung. Verbindet uns doch mit Ihnen nicht nur das gemeinsame berufliche Interesse, sondern auch engste Stammesverwandtschaft. (Bravo!) Gerade das heurige Jahr bringt uns recht bedeutende Ereignisse, die das Fortschreiten der gegenseitigen Annäherung klar zutage treten lassen. Anläßlich der Schubert-Gedenkfeier haben wir beim Deutschen Sängerbundfest heuer Gelegenheit, Hunderttausende von Sängern in unserer Donaustadt begrüßen zu können. Als zweites Ereignis haben wir den Entschluß der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke, heuer zum erstenmal gemeinsam mit der Österreichischen Vereinigung ihre Jahresversammlung in unserer Hauptstadt Wien abzuhalten. Es werden heute bereits umfangreiche Vorbereitungen getroffen, um den Empfang der deutschen Gäste würdig zu gestalten. Ich darf bei dieser Gelegenheit vielleicht den Wunsch der gesamten österreichischen Technikerschaft beifügen, es möge uns vergönnt sein, auch den VDE anläßlich seiner Jahresversammlung recht bald auf österreichischem Boden begrüßen zu können. (Bravo!) Das dritte Ereignis liegt auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft und ist die Tatsache, daß seit etwa Jahresfrist auf einer großen Energiestraße, ausgehend vom Achenseewerk in Tirol, der Austausch elektrischer Energie zwischen Deutschland und Österreich in großem Maßstab eingesetzt hat und in nicht allzu ferner Zeit auf dem Wege einer noch größeren elektrischen Verkehrstraße, der bereits erwähnten 200 kV-Übertragung des RWE durch Süddeutschland, die Elektrizitätsverbindung zwischen den Alpenwasserkräften Vorarlberg und den Energiezentralen des Rheinlandes und damit der elektrische Verkehrsweg von den Alpen bis zur Nordsee hergestellt sein wird.

Wir erblicken in diesen Ereignissen zu unserer Freude und Genugtuung die Anzeichen eines sich immer mehr vertiefenden Zusammenschlusses im Geistesleben, dann aber auch ein sich von selbst einleitendes Verwachsen und Durchdringen zweier Wirtschaftskörper, kurzum einen Zusammenschluß, der wirksam und, wie ich glaube, politisch unanfechtbar sein wird.

Ich darf nun namens der Vereinigung der Holländischen Elektrizitätswerke und insbesondere des Österreichischen Elektrotechnischen Vereins in Wien den Wunsch ausdrücken, es möge die heutige Tagung einen recht erfolgreichen Verlauf nehmen. (Klatschen.)

Vorsitzender: Die Herren haben uns mit so liebenswürdigen Worten bei unserer diesjährigen Versammlung begrüßt; sie haben damit unsere Arbeit so freundlich anerkannt und das Interesse und Wohlwollen, das sie dem Verband und seinen Zielen entgegenbringen, so herzlich zum Ausdruck gebracht, daß es mir schwer wird, mit gleicher Herzlichkeit und gleicher Beredsamkeit zu antworten und ihnen zu danken. Seien Sie versichert, daß wir im VDE den Weg, den wir nun bald vier Jahrzehnte hindurch gehen, auch weiter beschreiten und auf ihm weiter arbeiten werden mit dem einzigen Ziel einer glücklichen Zukunft, einer guten Entwicklung der deutschen Elektrotechnik. Wir werden dabei bestrebt sein, weiterhin, wie bisher, die guten, ich darf wohl sagen, freundschaftlichen Beziehungen, die uns mit Ihnen allen, mit Reich, Staat und Kommunalbehörden und mit der Wissenschaft wie mit den anderen Verbänden im In- und Ausland verbinden, auch weiter zu pflegen, auszubauen und zu sichern. Das ist eine Selbstverständlichkeit, der wir gern nachkommen, und wir würden Ihnen dankbar sein, wenn wir auf gleiche Meinungen bei Ihnen auch weiterhin rechnen dürfen. Haben Sie herzlichsten Dank für Ihre liebenswürdigen Begrüßungsworte. Der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg gebührt unser ganz besonderer Dank dafür, daß sie die Freundlichkeit gehabt hat, für unsere Fachberichte heute nachmittag und morgen in weitgehendem Maße ihre Hörsäle zur Verfügung zu stellen.

Wir kommen dann zu Punkt 3 unserer Tagesordnung.

Es ist der deutschen Nation, häufig und nicht mit Unrecht, vorgeworfen worden, daß sie die Leistungen ihrer großen Männer nur zögernd und meistens zu spät anerkennt, nämlich dann, wenn sie nicht mehr unter den Lebenden weilen. Erst dann errichtet man ihnen Erinnerungen und Anerkennungen in Stein und Erz, die, wenn sie auch noch so schön sein mögen, doch immer das leise Bedauern auslösen, daß dem betreffenden Mann nicht schon bei Lebzeiten soviel Anerkennung, soviel Liebe entgegengebracht worden ist. Wieweit dieser Vorwurf auch die deutsche Elektrotechnik trifft, will ich hier nicht untersuchen. Aber der VDE hat schon bei seiner Gründung in seiner Satzung die Möglichkeit vorgesehen, diesen Fehler zu umgehen und große Taten seiner Mitglieder anzuerkennen, solange sie noch mit uns im Licht der Sonne wandeln. Der § 31 unserer Satzung bestimmt: „Zu Ehrenmitgliedern des Verbandes können Mitglieder ernannt werden, die sich um den Verband oder um die Zwecke, die er verfolgt, besondere Verdienste erworben haben. Die Ernennung erfolgt auf gemeinsamen Antrag des Vorstandes und des Ausschusses durch die Jahresversammlung." Allerdings hat der Verband von dieser statutenmäßigen Bestimmung bisher nur sparsam Gebrauch gemacht. Sechs Ehrenmitglieder wurden bisher ernannt: W. v. Siemens, Emil Rathenau, Emil Budde, Georg Klingenberg, Johannes Görges, Oskar v. Miller. Von diesen sechs haben uns vier leider schon wieder verlassen, zwei Sonnen strahlen Gottlob noch an unserem Himmel: Johannes Görges und Oskar v. Miller. Damit diese unsere lebenden Ehrenmitglieder sich nicht so einsam fühlen (Heiterkeit) und aus dem Gefühl des Dankes und der Anerkennung heraus für Arbeiten und Leistungen, die den Verband groß gemacht haben, haben sich Vorstand und Ausschuß entschlossen, Ihnen zwei weitere alte Mitglieder unseres Verbandes zur Ernennung zu Ehrenmitgliedern vorzuschlagen, und zwar Herrn Geheimrat, Präsident a. D., Professor Dr. Karl Strecker (Bravo! Klatschen) und Herrn Geheimrat Professor Dr. Wilhelm Kohlrausch (Hannover) (Bravo! Klatschen). Aus Ihrem Beifall ersehe ich zu meiner Freude, daß Sie die Anregung des Vorstandes und Ausschusses gutheißen. Wie könnte es auch anders sein! Es ist Ihnen ja allen bekannt, was beide von mir eben genannten Männer für den Verband seit Jahrzehnten bedeutet haben.

(Großer Beifall.)

Herr Strecker gehört seit der Gründung dem VDE an, in dem er nicht nur in den technischen Kommissionen und Ausschüssen, deren Vorsitzender er vielfach gewesen, sondern auch im Ausschuß und Vorstand an der Förderung des Verbandes lebhaften Anteil genommen hat. Seinem reichen Wissen verdankt die deutsche Elektrotechnik manche wertvolle Anregung. Die Bildung des Ausschusses für Blitzableiterbau wie für Erforschung elektrischer Unfälle sind auf seine Anregung hin entstanden. Seit Jahren leitet er mit sicherem Blick den von Wissenschaft und Technik gebildeten „Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen". Groß ist das Verdienst des Herrn Strecker für seine Beteiligung an internationaler Zusammenarbeit. Als Vorsitzender des „Deutschen Kommittees der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC)" hat er es verstanden, Deutschland wieder die ihm gebührende Stellung zu sichern. Seine großen Verdienste um die Förderung der Schwachstromtechnik, insbesondere des Telegraphen- und Fernsprechwesens, sind durch seine



fast 40jährige Tätigkeit in der Reichstelegraphenverwaltung bekannt und haben s. Z. Anerkennung gefunden durch seine Ernennung zum Präsidenten des Telegraphentechnischen Reichsamtes. Der Elektrotechnische Verein (Berlin) hat das verdienstvolle Wirken des Herrn Strecker im Jahre 1921 durch die Verleihung der Siemens-Stephan-Gedenkplatte anerkannt, und die Technische Hochschule Dresden hat ihn zum Ehrendoktor ernannt.

Mit jugendlichem Eifer hat er sich auch vielfach eingesetzt für die wirtschaftliche und organisatorische Betätigung der Techniker, um ihnen die in Staat und Wirtschaft gebührende Anerkennung zu verschaffen.

Ganz besonders erfolgreich tätig war Herr Strecker auf literarischem Gebiete, und zwar weit über sein engeres Fachgebiet hinaus. Wertvolle Dienste leisteten allen Fachgenossen die unter seiner Leitung herausgegebenen „Fortschritte der Elektrotechnik" und ihre Fortsetzung „Das Jahrbuch der Elektrotechnik", ferner das in vielen Auflagen erschienene „Hilfsbuch der Elektrotechnik". Jeder Telegraphentechniker kennt und schätzt Streckers „Telegraphentechnik". Jahrelang ist Herr Strecker Schriftleiter der „Fernsprech- und Telegraphentechnik", der Verbandzeitschrift der höheren Post- und Telegraphenbeamten, gewesen.

Herr Geheimrat Kohlrausch, 1855 in Marburg als Sohn des Prof. Dr. Rudolf Kohlrausch geboren, studierte in Darmstadt, Würzburg und Göttingen Physik. 1878 promovierte er in der philosophischen Fakultät in Würzburg und habilitierte sich nach dreijähriger Assistententätigkeit 1881 als Privatdozent für Physik an der Universität Straßburg. 1883 zum außerordentlichen Professor für theoretische Physik ernannt, folgte er am 1. Oktober 1884 einem Ruf als Dozent für Elektrotechnik an die Technische Hochschule in Hannover, der er seit jener Zeit — nun seit einigen Jahren als emeritus — angehört.

Der Lehrstuhl für Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Hannover war einer der ersten, die für diesen neuen Zweig der Technik gegründet wurden, und es konnte wohl kaum ein Besserer für die Besetzung gefunden werden als Wilhelm Kohlrausch. Die große Zahl bedeutender Elektrotechniker, die aus seiner Schule hervorgingen, sind ein Beweis für sein hervorragendes Lehrtalent. Durch eine Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen, von denen besonders die mit seinem Bruder Friedrich gemeinsam durchgeführten Bestimmungen elektrischer Einheiten und seine Arbeiten über den Bleiakkumulator genannt seien, hat er die junge Elektrotechnik auf das nachhaltigste gefördert. Seine Vorlesungen „Grundzüge der Elektrotechnik", die sich durch eine glänzende Rhetorik und eine außerordentliche Klarheit auszeichneten und von denen alte, in der Praxis stehende Ingenieure noch heute begeistert erzählen, haben nicht nur den Elektrotechnikern, sondern auch den Maschineningenieuren und Bauingenieuren den allergrößten Nutzen gebracht. Sein Unterrichtsprinzip, den Studierenden mit einfachen Mitteln einen Begriff und eine Vorstellung der elektrotechnischen Dinge zu vermitteln und bei Erörterung theoretischer Dinge nie den Boden begrifflicher Vorstellung zu verlassen, hat sich ausgezeichnet bewährt.

Anläßlich der elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M. im Jahre 1891, die durch die Vorführung der Lauffener Kraftübertragung zu einem Markstein in der Geschichte der Elektrotechnik geworden ist, wurde Kohlrausch in die Prüfungskommission berufen, und bei dem während der Ausstellung abgehaltenen Internationalen Elektrotechnikerkongreß vom 7. bis 12. September 1891 fungierte er als Vizepräsident. Bei diesem Kongreß hielt Kohlrausch einen Vortrag über das Thema: „Welches ist der geeignetste Bildungsgang für den Elektrotechniker?" Seine Erfahrungen setzten ihn in die Lage, in dieser Beziehung richtunggebend zu wirken, und sein Vortrag hat lebhafte Beachtung gefunden.

Bezüglich des Baues von Elektrizitätswerken ist Kohlrausch schon frühzeitig von großem Einfluß gewesen. Eine große Zahl von Städten und Kreisen ist von ihm in Fragen der Elektrizitätsversorgung beraten worden. Ebenso hat die Regierung in mehreren Fällen die Erfahrungen Kohlrausch's bei der Ausarbeitung von Gesetzentwürfen benutzt. Das Gesetz betr. die elektrischen Maßeinheiten ist unter seiner wesentlichen Mitwirkung zustande gekommen, wovon auch das von ihm herausgegebene Buch „Das Gesetz betreffend die elektrischen Maßeinheiten" Zeugnis gibt. Auch bei dem Gesetz betr. die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit vom 9. April 1900 hat Kohlrausch die Regierung beraten.

Neben seiner Tätigkeit als Professor an der Technischen Hochschule und Leiter des elektrotechnischen Instituts wirkte Kohlrausch von 1885 bis 1898 als Eichungsinspektor für die Provinz Hannover, und im März 1899 wurde er in das Kuratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt berufen.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker wählte Kohlrausch im Jahre 1906 für zwei Jahre zum Vorsitzenden. Die umfangreiche Tätigkeit, die dieses Ehrenamt mit sich bringt, wurde durch die in jene Jahre fallende Neufassung der Errichtungs- und Betriebsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen, die die behördliche Anerkennung dieser Vorschriften zur Folge hatte, bedeutend vermehrt. Weiter sind in dieser Zeit die sehr schwierigen Verhandlungen, die zwischen der Vereinigung der Straßen- und Kleinbahnverwaltungen, dem Verein der Gas- und Wasserfachmänner und dem Verband Deutscher Elektrotechniker bezüglich der Erdstromvorschriften geführt wurden, zu einem erfolgreichen Abschluß gebracht worden, was zum wesentlichen Teil der geschickten Führung Kohlrausch's zu verdanken ist.

Für die Zeit vom 1. Juli 1892 bis zum 1. Juli 1895 wählte ihn die Technische Hochschule Hannover zu ihrem Rektor. 1894 wurde er zum Geheimen Regierungsrat ernannt. 1895 erhielt er die 3. Klasse des Roten Adlerordens. Das Fürstentum Schaumburg-Lippe verlieh ihm das Ehrenkreuz des Hausordens und die serbische Regierung das Kommandeurkreuz des St.-Sava-Ordens. 1923 verlieh ihm die Technische Hochschule Charlottenburg die Würde eines Dr.-Ing. ehrenhalber in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste als Lehrer der Elektrotechnik.

Meine Herren! Ich danke Ihnen im Namen des Vorstandes und Ausschusses für Ihre Zustimmung, und ich habe nun die Ehre, Herrn Geheimrat Strecker die Urkunde seiner Wahl zum Ehrenmitglied zu überreichen. Herr Geh. Rat Kohlrausch ist zu unserem großen Bedauern durch Erkrankung am Erscheinen verhindert.

Verehrter Herr Geheimrat Strecker, der Wortlaut Ihrer Urkunde lautet:

Den in der deutschen wie der ausländischen Elektrotechnik anerkannten wissenschaftlichen Fachschriftsteller, den seit mehr als 40 Jahren erfolgreichen Förderer des Nachrichtenwesens, den Schöpfer des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen, seinen verdienten Mitarbeiter

Herrn Präsidenten a. D. Geh. Oberpostrat
Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. Karl Strecker

ernennt der Verband Deutscher Elektrotechniker anläßlich seiner 33. Jahresversammlung zu seinem

Ehrenmitglied.

Berlin, 18. Juni 1928.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Es gereicht mir zur besonderen persönlichen Freude, Ihnen diese Urkunde zu überreichen und namens des Gesamtverbandes den Wunsch anschließen zu können, daß Sie bei Ihrer allgemein bekannten Rüstigkeit an Körper und Geist noch lange Jahre zu unseren jugendlichsten und frischesten Mitarbeitern gerechnet werden dürfen. (Beifall. Heiterkeit.)

Strecker, Heidelberg: Meine verehrten Herren. Ich danke dem Vorstande und dem Ausschuß des Verbandes, ich danke Ihnen für die hohe Ehrung, die Sie mir erwiesen haben. Wenn ich mir erlauben darf, im Anschluß daran von mir selbst etwas zu sagen, so möchte ich Ihnen schildern, wie ich meinen Lebenslauf begonnen habe, nicht als Baby, sondern als einigermaßen erwachsener Mensch. (Heiterkeit.)

Man sucht, wenn man in eine Laufbahn eintritt, nach bestimmten Richtlinien, nach Idealen, nach denen man sich richten will, und diese Ideale habe ich entnommen den Worten eines deutschen Dichters, Uhlands. Nun wissen Sie ja, man trifft niemals eine Vorschrift zu einem Ideal, die einem geradezu auf den Leib zugeschnitten ist. Man muß immer von einigen Dingen absehen, die darin enthalten sind, und so dürfen Sie sich nicht wundern, daß das eine sich um Wilhelm Tell dreht. Uhland schildert den Tod Tells im Schächenbach bei der Rettung eines von dem wilden Bach fortgerissenen Knaben und preist den selbstlosen Retter mit den Worten:

„Der ist ein Held der Freien,
Der, wenn der Sieg ihn kränzt,
Noch glüht, sich dem zu weihen,
Was frommet und nicht glänzt."

Ich bin weder Tell noch ein Held der Freien, aber wenn der Dichter dem bewunderten Helden nachrühmt, daß er glüht für das was frommet und nicht glänzt, so darf dies wohl ein Ideal sein, dem ein junger Mensch nachstreben



kann. Ich denke, wer mich kennt, der weiß, daß ich niemals danach gestrebt habe, etwas des Glanzes wegen zu tun, und daß auch ein Glanz von metallischer Färbung mich nicht gereizt hat. Ich habe immer nach dem gestrebt, was frommt, was der Gesamtheit nützt.

Und das zweite Ideal entnehme ich dem Gedicht von König Karls Meerfahrt. „Der König Karl fuhr übers Meer mit seinen zwölf Genossen, zum Heilgen Lande steuert er und ward vom Sturm verstoßen". In der großen Not nimmt nun jeder der zwölf Gefährten das Wort und tut einen seiner Sinnesart angemessenen, für die Lage aber belanglosen Ausspruch. Was aber tut der König Karl?

„Der König Karl am Steuer saß,
Der hat kein Wort gesprochen,
Er lenkt das Schiff mit festem Maß,
Bis sich der Sturm gebrochen."

Daraus habe ich die Lehre gezogen: Ruhe bewahren, handeln und nicht schwätzen.

Nun möchte ich noch auf die Worte unseres Herrn Vorsitzenden zurückkommen, der meiner so freundlich gedacht hat.

Meine Herren! Ich habe doch nur getan, wozu es mich getrieben hat: es beschämt mich, indem Sie von meiner Tätigkeit sprechen, unmittelbar nachdem Sie geschildert haben, was die Männer, die im letzten Jahre dahingeschieden sind, alles geleistet haben! Ich möchte lieber dem VDE danken, daß er mir Gelegenheit gegeben hat zu nützlicher Arbeit. Das, was mir Befriedigung gewährt hat, verdanke ich zum großen Teil dem Verbande, und so möchte ich ihm den Dank zurückgeben, und da ich ihn nicht äußerlich ehren kann, so möchte ich mich beschränken auf das Versprechen, daß ich, soweit meine Kräfte noch reichen, weiter auf meinem Wege fortfahren werde.

Besonders freut mich, daß ich zugleich mit meinem langjährigen Freunde Wilhelm Kohlrausch zum Ehrenmitglied ernannt worden bin. Als ich 1879 in das physikalische Praktikum der Universität Straßburg eintrat, wurde er, dem Kundt die Leitung des Praktikums anvertraut hatte, mein Lehrer; später trat ich ihm als Hilfsassistent zur Seite. Obgleich sich unsere Wege bald trennten, blieben wir in treuer Freundschaft verbunden. In den Jahren 1906 bis 1908 gehörten wir gleichzeitig dem Vorstande des Verbandes an; so führt uns auch jetzt der Verband wieder zusammen. Ich freue mich dieses neuen Bandes und grüße den abwesenden Freund und Weggenossen. (Stürmischer Beifall.)

Vorsitzender: Der Wortlaut der Ehrenurkunde für Herrn Geheimrat Kohlrausch lautet:

Den um die Bestimmung der elektrischen Einheiten und um ihre gesetzliche Festlegung verdienten Forscher, den Schöpfer der Theorie des Bleiakkumulators, den ausgezeichneten Lehrer der akademischen Jugend, seinen erfolgreichen Vorsitzenden in schwierigen Zeiten

Herrn Geh.-Rat Prof. Dr.-Ing. E. h.
Dr. Wilhelm Kohlrausch

ernennt der Verband Deutscher Elektrotechniker anläßlich seiner 33. Jahresversammlung zu seinem

Ehrenmitglied.

Berlin, 18. Juni 1928.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Ich darf in Ihrem Namen Herrn Geheimrat Kohlrausch diese Ehrenurkunde mit Ihren Grüßen und Wünschen überbringen, und ich danke Ihnen nochmals im Namen des Ausschusses und Vorstandes für Ihre Zustimmung zur Ernennung der beiden Ehrenmitglieder. (Beifall.)

Wir schreiten in unserer Tagesordnung weiter fort, und ich möchte nun Herrn Reichsbahndirektor Wechmann um seinen Vortrag bitten.

(Der Vortrag ist in der ETZ 1928, S. 887 abgedruckt.)
(Am Schluß des Vortrages Beifall.)

Vorsitzender: Ihr reicher Beifall gibt mir die Sicherheit, daß ich in Ihrem Sinne spreche, wenn ich Herrn Ministerialdirektor Dr. Wechmann unseren aufrichtigsten und herzlichsten Dank für seinen überaus interessanten Vortrag ausspreche, ein Vortrag, der in der heutigen Zeit für uns alle hochaktuell ist und uns einen Blick in die Zukunft der deutschen Reichsbahn und ihre Elektrisierungsarbeiten eröffnet hat. M. H.! Es verdient die Tatsache, daß wir heute in so ausgedehntem Maße über die elektrischen Arbeiten der Reichsbahn durch diesen Vortrag belehrt worden sind, doch einen Augenblick festgehalten zu werden, denn sie ist wiederum, glaube ich, ein Markstein auf dem Siegeszuge der Elektrizität und ihrer Anwendung. Es ist noch gar nicht so lange her, daß man im Eisenbahnwesen von der Elektrizität so gut wie gar nichts wissen wollte, daß man sich lange darum stritt, ob man Gas- oder elektrische Beleuchtung in den Wagen einführen sollte, und heute sehen wir, daß man mit vollen Segeln auf dem elektrischen Meere dahinfährt, und wir hoffen mit Herrn Ministerialdirektor Wechmann, daß es keine 30 bis 40 Jahre mehr dauert, daß man im 160 km-Tempo die bestbefahrenen Strecken elektrisch passiert. Vor allen Dingen wünschen wir im rheinisch-westfälischen Industriebezirk mit seiner großen Verkehrsdichte, daß die Erfahrungen, die die Reichsbahn in Berlin mit dem elektrischen Betrieb macht und die mit Sicherheit als gut anzusprechen sein werden, sich demnächst auch bei uns in die Praxis umsetzen werden, denn auch wir haben das größte Verlangen nach all den Vorteilen, die der elektrische Betrieb für den Verkehr mit sich bringen wird.

Wir kommen zu Punkt 5a unserer Tagesordnung: „Auszug aus dem Bericht des Generalsekretärs über die Arbeiten des VDE seit der letzten Jahresversammlung" und erteile das Wort Herrn Generalsekretär Schirp.

Schirp: Ich verweise auf die Veröffentlichung des Tätigkeitsberichtes des Verbandes in der ETZ 1928, S. 77? und 806 sowie auf den den Teilnehmern vorgelegten Sonderdruck VDE 416 dieses Tätigkeitsberichtes und erlaube mir, mich an dieser Stelle auf die Hervorhebung des Wesentlichsten dieses Berichtes beschränken zu dürfen.

(Hier folgt ein Auszug aus dem Bericht über die Arbeiten des Verbandes seit der letzten Jahresversammlung.)

Die VDE-Arbeiten, die der Jahresversammlung zur Beschlußfassung unterbreitet werden, sind von 10 Kommissionen vorgelegt. Hierzu kommen 6 Verbandsarbeiten, deren Verabschiedung dringlich ist, die aber von den zuständigen Kommissionen nicht so rechtzeitig abgeschlossen wurden, daß sie bereits der Jahresversammlung zur Vorlage gebracht werden konnten.

Sämtliche Arbeiten sind in der ETZ angezeigt oder veröffentlicht, im Sonderdruck des Tätigkeitsberichtes enthalten und werden seitens des Vorstandes und Ausschusses unter möglichster Berücksichtigung einiger noch vorliegender Einsprüche zur Annahme empfohlen. Es sind dies die Arbeiten folgender Kommissionen und Ausschüsse:

1. Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.
   Änderungen der „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen".
2. Kommission für Isolierstoffe.
   „Leitsätze für die Prüfung von Isolierbändern."
3. Ausschuß für Transformatoren in Kleinspannungsanlagen.
   „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R.E.T.K./1929."
4. Ausschuß für Handgeräte.
   Außerkraftsetzung der „Leitsätze für die Konstruktion und Prüfung elektrischer Starkstrom-Handapparate für Niederspannungsanlagen (ausschließlich Koch- und Heizgeräte)".
5. Kommission für Drähte und Kabel.
   Änderungen der „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen".
6. Kommission für Installationsmaterial.
   a) Änderung der „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial" in „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung".
   b) „Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V."
   c) Außerkraftsetzung einer Reihe überholter Vorschriften, Regeln und Normen.
7. Kommission für Schaltgeräte.
   „Leitsätze für Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung."
8. Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.
   a) „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an."
   b) Außerkraftsetzung überholter Bestimmungen.



9. Kommission für Hochfrequenztechnik.
„Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heilgeräten."

10. Kommission für Lichttechnik.
a) „Regeln für die Bewertung von Licht, Lampen und Beleuchtung".
b) „Regeln für die Photometrierung elektrischer Lampen."
c) Außerkraftsetzung der „Regeln für die Bewertung von Licht, Lampen und Beleuchtung".

Bezüglich der Arbeiten folgender Kommissionen wird seitens des Ausschusses beantragt, den Vorstand durch die Jahresversammlung zu ermächtigen, nach endgültiger Fertigstellung der Arbeiten, diese nach der Jahresversammlung zu verabschieden.

1. Kommission für Maschinen und Transformatoren.
a) „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M./1929".
b) „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T./1929".

2 Kommission für Bahnwesen.
„Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Bahnmotoren und sonstigen Maschinen und Transformatoren auf Triebfahrzeugen R.E.B./1929."

3. Ausschuß für Handgeräte.
Änderungen an den „Vorschriften für Christbaumbeleuchtungen".

4. Kommission für Installationsmaterial.
a) Der § 96 (Prüfung der mechanischen Festigkeit der Kappen von Schaltern und Steckdosen) der „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung".
b) „Leitsätze für Fassungen zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen)."

Vorsitzender: Sie haben von dem Herrn Generalsekretär gehört, was Ihnen Vorstand und Ausschuß bezüglich der Arbeiten der einzelnen Kommissionen vorschlagen. Es ist in diesem Kreise nicht möglich, im einzelnen auf den Inhalt der Arbeiten einzugehen, aber Sie wissen, daß sie sämtlich mit entsprechenden Einspruchsfristen veröffentlicht sind, und außerdem sind sie im veröffentlichten Tätigkeitsbericht enthalten. Herr Schirp hat schon darauf hingewiesen, daß im letzten Augenblick noch einige Einsprüche gegen gewisse Arbeiten eingegangen sind, über die wir aber im Augenblick nicht verhandeln können. Sie werden in der üblichen Weise noch behandelt werden. Im übrigen, meine Herren, bitten Sie Vorstand und Ausschuß, zu genehmigen, daß nunmehr mit etwa noch erforderlich werdenden kleinen Änderungen die Arbeiten der Kommissionen als gültig und abgeschlossen betrachtet und dementsprechend auch veröffentlicht werden können. Die Versammlung stimmt dem Antrage zu.

Über mündlich seitens der Herren Unbehauen, Thedinger und Citron vorgebrachte Einsprüche betreffend die von der Kommission für Installationsmaterial vorgelegte Arbeit, insbesondere bezüglich der Gültigkeitstermine, soll ausnahmsweise in einer besonderen unmittelbar nach der Jahresversammlung einzuberufenden Sitzung aller in der Jahresversammlung anwesenden beteiligten Interessenten noch einmal beraten und das Ergebnis dieser Besprechung als endgültige Bestimmung angesehen werden.

Schirp: Über die Mitgliederbewegung ist zu berichten, daß der Verband

am 1. Juni 1927 9 660 Mitglieder,
am 15. Mai 1928 10 052 Mitglieder

zählte, so daß ein Zuwachs von 392 Mitgliedern in der Berichtzeit zu verzeichnen ist.

Die Gewinn- und Verlustrechnung des VDE schließt mit einem Vortrag für das Jahr 1927 von 219 880 RM ab. Die ordnungsmäßige Rechnungsprüfung ist durch einen Bücherrevisor erfolgt. Außerdem haben die beiden vom VDE bestellten Rechnungsrevisoren, Herr Geh. Oberbaurat Grauert und Herr Dr. Max Levy, die Bilanz wie die Gewinn- und Verlustrechnung geprüft. Sie liegt mit den Originalunterschriften hier aus.

Levy-Berlin: Ich habe mit Herrn Geheimrat Grauert im Auftrage des VDE die gesamte Buch- und Kassenführung des VDE unter Zuziehung eines Bücherrevisors geprüft und in Ordnung befunden und beantrage auch namens meines Kollegen Entlastung des Vorstandes und der Geschäftsführung.

Vorsitzender: Wird das Wort dazu gewünscht? Das ist nicht der Fall. Dann darf ich annehmen, daß Sie die Entlastung ausgesprochen haben. Ich danke Ihnen.

Schirp: Es ist dann die Neuwahl der Revisoren vorzunehmen. Vorgeschlagen wird eine Wiederwahl derselben Herren Grauert und Levy.

Vorsitzender: Sind Sie damit einverstanden, daß die Herren für das Jahr 1929 ihre Tätigkeit wieder in derselben Weise vornehmen? Das scheint der Fall zu sein. Dann sind die Herren wiedergewählt.
Die Herren nehmen die Wahl an.

Schirp: Der folgende Punkt der Tagesordnung betrifft die Festsetzung der Mitgliederbeiträge. Der Ausschuß hat beschlossen, der Jahresversammlung vorzuschlagen, die für 1928 festgesetzten Mitgliederbeiträge auch für das Jahr 1929 unverändert bestehen zu lassen. Lediglich in der Staffel der körperschaftlichen Mitgliederbeiträge soll eine Sonderstufe zu 50 RM eingeschaltet werden.

Hiernach stellt sich die Staffel C, für körperschaftliche Mitglieder, wie folgt:

1. Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw. . . . . 36 RM
2. Sonstige körperschaftliche Mitglieder:
Städt. u. staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die

a)		bis 50	Arbeitnehmer	beschäftigen	50 „
b) von	51	„ 100	„	„	75 „
c) „	101	„ 250	„	„	120 „
d) „	251	„ 500	„	„	150 „
e) „	501	„ 1000	„	„	300 „

f) über 1000 Arbeitnehmer beschäftigen auf Anfrage.

Vorsitzender: Sie haben den Antrag des Vorstandes und Ausschusses vernommen, nach dem der Beitrag für Unternehmungen, die bis 50 Arbeitnehmer beschäftigen, auf 50 RM herabgesetzt wird. Ich frage, ob Sie damit einverstanden sind, dem Antrage zu entsprechen. Das ist der Fall. Ich sehe keinen Widerspruch. Ich danke Ihnen.

Schirp: Es liegt ein weiterer Antrag vor. Es handelt sich um die Neubildung und Zusammensetzung der Kommission für Lichttechnik, der Kommission für Drähte und Kabel, der Kommission für Installationsmaterial, der Kommission für Isolierstoffe und die Neubildung und Zusammensetzung des großen Steckerausschusses. Außerdem wird beantragt, die Zustimmung zu erteilen zur Einsetzung eines großen Sicherungsausschusses, der ähnliche Aufgaben zu erfüllen hat wie der große Steckerausschuß. In diesem Ausschuß sollen zunächst vertreten sein:

Kommission für Schaltgeräte,
Unterkommission für Motorschutzschalter,
Kommission für Drähte und Kabel,
Kommission für Installationsmaterial,
Kommission für Fernmeldetechnik u. a.

Als Verbandsvertreter werden folgende Herren vorgeschlagen:

1. Für die Kommission für Lichttechnik Geheimrat Wedding, Berlin, und Prof. Dr. Teichmüller, Karlsruhe,
2. für die Kommission für Drähte und Kabel Dr. Apt, Berlin, und Prof. Dr. Schering, Hannover,
3. für die Kommission für Installationsmaterial Prof. Ruppel, Frankfurt a. M.
4. Für die Kommission für Isolierstoffe Dr. Gg. Meyer, Berlin.

Vorsitzender: Darf ich annehmen, daß Sie mit der vorgeschlagenen Neubildung und Zusammensetzung der neuen Kommissionen einverstanden sind? Wie in der Statutenänderung bereits vermerkt, sollen die Kommissionen jetzt auf zwei Jahre gewählt werden. Ich stelle Ihr Einverständnis fest.

Schirp: Es liegen noch zwei Anträge vor bezüglich eines zu schließenden G. m. b. H.-Vertrages zwischen dem Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) und dem Elektrotechnischen Verein [E.V. (Berlin)] betr. die Elektrotechnische Zeitschrift (ETZ), außerdem über einen mit der Firma Springer zu tätigenden Vertrag über Regie, Anzeigenwesen und Kommissionsverlag der ETZ.

Vorsitzender: Seit langer Zeit haben sich Vorstand und Ausschuß, ebenso die einzelnen Vereine mit der Frage beschäftigt, was mit der ETZ vom 1. Januar 1929 ab werden soll. Die Rechtslage ist folgende: Verband und



Verein haben im Jahre 1908 mit der Verlagsbuchhandlung Springer, Berlin, einen 20jährigen Vertrag auf Herausgabe der ETZ abgeschlossen. Dieser Vertrag läuft bis zum Ende des Jahres 1928. Nach diesem Termin ist der Springer-Verlag verpflichtet, das Eigentum an der ETZ und dem Archiv für Elektrotechnik an den VDE und den E. V. (Berlin) zu übertragen. In welchem Eigentumsverhältnis diese beiden Vereine zueinander stehen, ist in dem Vertrage nicht gesagt. Das ist z. Z. eine offene Frage, über die wir mit dem E. V. (Berlin) verhandeln. Unsere Meinungen über das Eigentumsverhältnis gehen sehr weit auseinander; es ist deshalb noch nicht zu einer Einigung gekommen. Es wird weiter verhandelt, und wir hoffen, uns einigen zu können. Vorläufig muß aber vom 1. Januar 1929 ab mit Springer etwas geschehen, es muß eine juristische Person da sein, die ihm als Kontrahent gegenübersteht und die Zeitschriften übernimmt; auch muß jemand geschaffen werden, der nach Übernahme der Zeitungen das Geschäft weiterführt, der die Redaktion und Herstellung übernimmt usw. In dem Vertrage mit Springer ist nun eine Bestimmung enthalten, wonach Springer bis zum Jahre 1940 den Kommissionsverlag und das Inseratengeschäft für die ETZ und das Archiv behält. — Das hat uns im Vorstand und Ausschuß, der sich in einer besonderen Sitzung eingehend mit der Angelegenheit befaßt hat, dazu gebracht, mit Springer weiter zu verhandeln, ob er nicht zu dem Kommissionsverlag und dem Inseratengeschäft, die einen wesentlichen Teil des Geschäfts darstellen, auch die Herstellung der Zeitschriften übernehmen will.

Wir sind nun auf dem besten Wege, zu einem brauchbaren vertraglichen Abkommen mit der Firma Springer zu kommen, wonach vom 1. Januar 1929 ab die Sache so geregelt werden würde, daß zwar das Eigentum an beiden Zeitschriften dem VDE und dem E.V. (Berlin) gehört, und auch die Redaktion von den Vereinen gehandhabt wird, daß aber die rein technische Herstellung der Zeitschriften und der Kommissionsverlag, der Postversand, das Geschäft mit den Buchhändlern, mit den Sortimentern und vor allem das wichtigste Geschäft, nämlich das Hereinholen von Inseraten, von der Firma Springer weiter betrieben wird; natürlich nicht mehr in eigener Regie, sondern als von uns beauftragte Firma. Ein solcher Vertrag mit der Firma Springer ist in seinen Hauptpunkten im Ausschuß schon genehmigt und soll in Kürze mit Springer abgeschlossen werden. Die Frage ist: von wem? Dazu mußte irgendwie eine Einigungsplattform geschaffen werden, und so ist denn im Vorstand beschlossen und vom Ausschuß gutgeheißen worden, daß zunächst eine kleine G. m. b. H. gegründet wird, die „ETZ-Verlag G. m. b. H.", Berlin, bestehend aus dem Verband und dem Verein. Der Verband hat 15 000 M und der Verein 5000 M einzuschießen. Sie sehen, zunächst nur eine kleine Kapitalsgründung, nur um eine juristische Person zu konstruieren, die ihrerseits entweder den Vertrag mit Springer selbst abschließen kann oder aber, wenn die Vereine den Vertrag selbst abschließen, dann vom VDE und E.V. (Berlin) bevollmächtigt wird, in den Vertrag mit Springer einzutreten und vor allem die Eigentumsrechte an der Zeitschrift für VDE und E.V. (Berlin) wahrzunehmen. Die Redaktion der Zeitschrift würde dann ebenfalls in die „ETZ-Verlag G. m. b. H." eingereiht werden, und es ist nur notwendig, daß Zug um Zug als conditio sine qua non zwischen dem VDE und dem E.V. (Berlin) ein weiterer Vertrag zustandekommt, der auch schon in Vorbereitung ist, worin sich beide verpflichten, daß keiner aus der jetzigen Gründung der G. m. b. H., aus dem Eigentumsverhältnis an der G. m. b. H. oder aus irgendwelchen sonstigen Maßnahmen, die formell notwendig werden, irgendwelches Präjudiz für sich hinsichtlich der späteren Übernahme, der Gewinnverteilung usw. zieht, daß vielmehr diese Frage in der Schwebe bleibt, bis sie friedlich oder durch Gerichtsentscheidung auf Grund einer eventuellen Feststellungsklage gelöst ist. Es würde hier zu weit führen, wenn ich Sie in alle Einzelheiten dieser Verträge einweihen wollte. Die Ausschußmitglieder haben sich sehr eingehend damit beschäftigt, es haben ihnen Entwürfe dieser Verträge vorgelegen, und wir sind soweit einig, daß das geschehen kann, was ich eben sagte: VDE und E. V. (Berlin) bilden eine G. m. b. H., schließen einen Vertrag mit Springer bis 1940, wonach Springer als unser Beauftragter gegen bestimmte Vergütungen, über die lange verhandelt worden ist, Regie, Anzeigenwesen und Kommissionsverlag, übernimmt. VDE und E.V. (Berlin) bevollmächtigen die G. m. b. H., den Vertrag mit Springer durchzuführen, die Eigentumsrechte an der Zeitschrift wahrzunehmen und den Verlag zu führen.

Nun existiert noch ein weiterer dreieckiger Vertrag mit Springer, dem VDE und dem E.V. (Berlin), ebenfalls aus dem Jahre 1908, der das Verhältnis der beiden Vereine bezüglich der Gewinnverteilung an der ETZ regelt, allerdings nur bis 1938; dieser Vertrag hätte schon Ende 1928 gelöst werden können. Für diesen Fall mußte aber der, der kündigt, riskieren, daß der andere sagte: Gut, gib mir die Zeitschrift her, ich werde sie allein weiter betreiben und ausbauen und dich abfinden, oder daß der andere sagte: Du kannst die Zeitschrift behalten, kauf sie mir ab. Es handelte sich dabei um Millionen, und dieser Forderung waren VDE und E.V. (Berlin) nicht gewachsen. Es war vielleicht eine kluge Maßnahme der damaligen Vertragsmacher, die sich wahrscheinlich gesagt haben, auf dieser Grundlage können auch 1928 die Vereine nicht auseinanderkommen. So sind wir ohne Kündigung zusammengeblieben, und für diesen Fall läuft der Vertrag bis 1938 weiter, so daß bis 1938 der Gewinn aus der ETZ wieder wie bisher zu ¼ dem E. V. (Berlin) und zu ¾ dem VDE zufließt. Der E. V. (Berlin) hat zwar auch in diesem Punkt eine andere Auffassung, wir hoffen aber, auch über diesen Punkt hinwegkommen zu können.

Vorstand und Ausschuß schlagen Ihnen, als Mitgliederversammlung, nunmehr vor, zu beschließen, daß sich der Verband zusammen mit dem E. V. (Berlin) an einer G. m. b. H. von 20 000 M Gesellschaftskapital im Verhältnis von 15 : 5 beteiligt. Die beiden Vereine schließen untereinander den von mir skizzierten Sondervertrag und erklären, daß in dieser G. m. b. H. während des Schwebezustandes keiner den anderen majorisieren darf.

Darf ich annehmen, daß Sie diese vorläufige Regelung genehmigen? Ich höre keinen Widerspruch. Sie sind demnach mit der vorgeschlagenen Handhabung einverstanden. Ich danke Ihnen.

Schirp: Punkt 5 c der Tagesordnung „Satzungsänderungen". Wie Sie wissen, ist eine Satzungsänderung beantragt worden, die rechtzeitig veröffentlicht worden ist. Sie bezieht sich auf die Mitgliedschaft und die Zusammensetzung der Vorstandschaft und der Kommissionen. Der veröffentlichte § 4, der von der Mitgliedschaft handelt, wird in Übereinstimmung des Vorstandes mit dem Ausschuß zurückgezogen. Folgende Satzungsänderungen werden seitens des Vorstandes und Ausschusses beantragt. Geändert soll werden der § 8 betr. den Vorstand, und zwar durch Erhöhung um ein Mitglied.

V. Vorstand.

§ 8.

Alte Fassung:	Neue Fassung:
Der Vorstand besteht aus dem Vorsitzenden, zwei stellvertretenden Vorsitzenden und acht weiteren Mitgliedern.	Der Vorstand besteht aus dem Vorsitzenden, zwei stellvertretenden Vorsitzenden und neun weiteren Mitgliedern.

Vorsitzender: Darf ich fragen, ob gegen diese neue Fassung des § 8 Einspruch erhoben wird? Das ist nicht der Fall.

Schirp: Weiter soll geändert werden der Wortlaut des § 9.

§ 9.

Alte Fassung:	Neue Fassung:
Neun Mitglieder des Vorstandes werden von der Jahresversammlung durch einfache Stimmenmehrheit auf zwei Jahre gewählt. Von ihnen werden zwei weitere Mitglieder hinzugewählt. Wiederwahl ist zulässig, doch soll die Amtsdauer 6 Jahre im allgemeinen nicht überschreiten. Von dieser Vorschrift darf nur mit besonderer Begründung in Ausnahmefällen abgewichen werden.	Der Vorsitzende, die beiden stellvertretenden Vorsitzenden sowie sieben Mitglieder des Vorstandes werden von der Jahresversammlung durch einfache Stimmenmehrheit auf zwei Jahre gewählt. Die somit gewählten Vorstandsmitglieder wählen zwei weitere Mitglieder hinzu. Wiederwahl von Vorstandsmitgliedern ist zulässig, doch soll die Amtsdauer 6 Jahre im allgemeinen nicht überschreiten. Von dieser Vorschrift darf nur mit besonderer Begründung in Ausnahmefällen abgewichen werden.

Es ist neu lediglich hineingekommen, von wem die stellvertretenden Vorsitzenden gewählt werden.

Vorsitzender: Ich darf annehmen, daß Sie mit dem § 9 einverstanden sind.

Schirp: Die vorgeschlagene Änderung des § 19 betr. Arbeitsdauer der Kommissionen und die sich hieraus ergebende Änderung des § 22 ergibt folgende Zusammenstellung:



VII. Kommissionen.

§ 19.

Alte Fassung:	Neue Fassung:
Zur Vorbereitung und Behandlung bestimmter Aufgaben und Fragen werden von der Jahresversammlung Kommissionen gewählt. Ihr Mandat erstreckt sich, sofern bei der Wahl nichts anderes bestimmt wird, auf die Dauer je eines Jahres. Der Vorstand kann in besonderen Fällen die Aufgaben erweitern, schon bestehenden Kommissionen neue Aufgaben zur Behandlung überweisen oder neue Kommissionen bilden. Die Kommissionen erstatten ihre Berichte an den Vorstand und durch diesen an den Ausschuß oder an die Jahresversammlung.	Zur Vorbereitung und Behandlung bestimmter Aufgaben und Fragen werden von der Jahresversammlung Kommissionen eingesetzt, deren Arbeitsauftrag sich auf die Dauer zweier Jahre erstreckt, falls bei der Errichtung nichts anderes bestimmt wurde. Nach Ablauf dieser Zeit muß Neuwahl erfolgen, wenn noch Aufgaben für die betreffenden Kommissionen vorliegen, wobei Wiederwahl der Mitglieder zulässig ist. Der Vorstand kann die Aufgaben erweitern, schon bestehenden Kommissionen neue Aufgaben zur Behandlung überweisen, Kommissionsarbeiten für beendet erklären oder neue Kommissionen bilden. Die Kommissionen erstatten ihre Berichte an den Vorstand und durch diesen an den Ausschuß oder an die Jahresversammlung.

Gemeinsame Bestimmungen für Vorstand, Ausschuß und Kommissionen.

§ 22.

Alte Fassung:	Neue Fassung:
Vorstand und Ausschuß treten ihre Amtstätigkeit mit Beginn des auf die Wahl folgenden Geschäftsjahres an. Hat eine Jahresversammlung nicht stattfinden können, so bleiben die sonst ausscheidenden Mitglieder des Vorstandes und Ausschusses bis zum Schluß des nächsten Geschäftsjahres im Amt. Die Amtsdauer der Kommissionen läuft von einer Jahresversammlung bis zur nächsten. Kommissionen können nur durch Beschluß der Jahresversammlung aufgelöst werden.	Vorstand und Ausschuß treten ihre Amtstätigkeit mit Beginn des auf die Wahl folgenden Geschäftsjahres an. Hat eine Jahresversammlung nicht stattfinden können, so bleiben die sonst ausscheidenden Mitglieder des Vorstandes und Ausschusses bis zum Schluß des nächsten Geschäftsjahres im Amt.

Vorsitzender: Ich darf annehmen, daß Sie damit einverstanden sind. Wortmeldungen liegen nicht vor. Ich stelle Ihr Einverständnis zu allen beantragten Satzungsänderungen fest.

Schirp: Punkt 5d der Tagesordnung: „Wahlen zum Vorstand und Ausschuß." Es liegen hierzu folgende Vorschläge des Vorstandes und Ausschusses vor.

Betr. den Vorstand. Da am 31. Dezember 1928 die wiederwählbaren Herren Voith und Zell ausscheiden und Herr Rößler durch Tod ausgeschieden ist, wird vorgeschlagen, die Herren Voith und Zell auf zwei Jahre wiederzuwählen und für Herrn Rößler Herrn Dettmar zu wählen sowie den neugeschaffenen Sitz im Vorstand durch einen Vertreter der Reichsbahn zu besetzen.

Es wird weiter vorgeschlagen, zum ersten stellvertretenden Vorsitzenden Herrn Petersen, zum 2. stellvertretenden Vorsitzenden Herrn Zell zu wählen.

Vorsitzender: Ist die Versammlung damit einverstanden, daß wir die Herren Voith und Zell als Vorstandsmitglieder wiederwählen? Es erfolgt kein Widerspruch. Ich stelle fest, daß Sie mit der Wiederwahl einverstanden sind.

Ferner wird beantragt, an Stelle des Herrn Rößler Herrn Dettmar in den Vorstand neu zu wählen. Herr Dettmar steht dem Verbande durch seine langjährige Tätigkeit als früherer Generalsekretär sehr nahe, und wir hoffen, daß er im Vorstande ersprießliche Mitarbeit wird leisten können.

Es erhebt sich kein Widerspruch. An Stelle von Herrn Rößler ist Herr Dettmar gewählt, und ebenso konstatiere ich Ihr Einverständnis, daß Herr Petersen und Herr Zell zum ersten bzw. zweiten stellvertretenden Vorsitzenden gewählt sind.

Schirp: Betr. Ausschuß. Da am 31. Dezember 1928 die wiederwählbaren Herren Blochmann, Kiel, und Scholtes, Nürnberg, ausscheiden, wird vorgeschlagen, die Herren Blochmann und Scholtes auf zwei Jahre wiederzuwählen sowie Herrn Emde, Stuttgart, als Verbandsvertreter auf zwei Jahre neu in den Ausschuß zu wählen.

Vorsitzender: Ich stelle fest, daß sich gegen diesen Vorschlag ein Widerspruch nicht erhebt, und danke Ihnen für die Annahme des Vorschlags.

Schirp: Wir kommen zum letzten Punkt der Tagesordnung: 5e. „Festsetzung des Ortes und der Zeit der nächsten Hauptversammlung." Einladungen zur Abhaltung der VDE-Jahresversammlung sind beim Verband eingegangen von Essen, Karlsruhe, Koblenz, Magdeburg und Mannheim, besonders durch die zuständigen Elektrotechnischen Vereine unterstützt werden die Einladungen von Stuttgart und Aachen. Vorstand und Ausschuß haben beschlossen, der Jahresversammlung vorzuschlagen, die nächstjährige Verbandsversammlung in Aachen abzuhalten. Es ist ferner beantragt, dem Vorstand die Festsetzung des Zeitpunktes der Verbandsversammlung zu überlassen, weil wir noch mit den einzelnen Verbänden bezüglich des geeigneten Zeitpunktes Fühlung nehmen, dann aber vor allen Dingen noch eine Verständigung mit den örtlichen Instanzen wegen Belegung der erforderlichen Hörsäle und Versammlungsräume treffen müssen.

Vorsitzender: Es hat sich schon in den letzten Jahren als notwendig erwiesen, daß der Verband Fühlung nehmen mußte mit den anderen berufsverwandten Verbänden, damit wir nicht kollidieren.

Was den Ort anlangt, so hat der Ausschuß einstimmig Aachen genehmigt, aus der Erwägung heraus, daß wir in Aachen noch keine Verbandsversammlung gehabt haben, dagegen in Stuttgart schon zwei, und weil ferner der Wunsch besteht, die bedrängte Westmark, die immer noch besetzt ist, immer wieder von neuem davon zu überzeugen, daß wir im Reiche fest zu ihr stehen und mit dazu beitragen wollen, die Schäden möglichst zu erleichtern, die sie durch die Besetzung seit Jahr und Tag erleidet. Aus diesem Grunde sind wir vor zwei Jahren nach Wiesbaden gegangen und wollen nun in die alte Kaiserstadt Aachen, und ich hoffe, daß Sie die Einladung von Aachen annehmen werden. Wir danken allen anderen, die Einladungen an den Verband haben ergehen lassen, vor allen Dingen dem Württembergischen Verein, der Stuttgart vorgeschlagen hat, aber aufgeschoben ist nicht aufgehoben.

Ich darf annehmen, daß Sie mit den Anträgen vom Vorstand und Ausschuß einverstanden sind. Widerspruch erhebt sich nicht.

Die Tagesordnung ist erschöpft. Ich möchte noch Anlaß nehmen, dem Herrn Generalsekretär, seinen Beamten und der Geschäftsstelle für die Führung der Geschäfte, für die überaus rege und zielbewußte Tätigkeit aller Herren, die in diesem Jahre unsere Verbandsinteressen wahrgenommen haben, unseren herzlichsten Dank auszusprechen. (Beifall.)

Sieg, Köln: Wenn der Herr Vorsitzende der Geschäftsführung den herzlichen Dank ausgesprochen hat, so gebührt es uns, diesen Dank dem Vorstand und namentlich dem Vorsitzenden auszusprechen für den unermüdlichen Eifer, mit dem er für die Interessen des Verbandes gewirkt hat, und namentlich hat es der Herr Vorsitzende mit hervorragendem parlamentarischen Geschick verstanden, die allerschärfsten Klippen auch in der letzten außerordentlichen Ausschußsitzung zu umschiffen und immer wieder Öl auf die bewegten Wogen zu gießen und die Versammlung zu einem Beschluß zu führen, der zum Segen des Verbandes gereichen wird.

Ich darf Sie bitten, Ihren Dank an den Vorstand und den Vorsitzenden auszudrücken durch ein lebhaftes Hoch. (Geschieht.)

Mit einem Dank des Vorsitzenden für diese Anerkennung wird um 2.10 Uhr die Versammlung geschlossen.

(Schluß folgt.)

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Bekanntmachung.

Es wird hiermit bekanntgegeben, daß der Firma Missing & Co., Abteilung Kabelwerk Wiedenbrück, Wiedenbrück i. Westf., der seinerzeit zugewiesene rot-weiß-blau-weiß einfädig bedruckte Firmenkennfaden und das Benutzungsrecht des gesetzlich geschützten schwarz-roten Verbandskennfadens sowie des gesetzlich geschützten Wortes „Codex" für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen entzogen worden ist.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 11. X. 1928, abds. 7½ h, Hörsaal 199 der Staatl. Gewerbeakademie: Vortrag Obering. Krämer, „Quecksilberdampf-Gleichrichter in Theorie und Praxis".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

G. Rosener. — Direktor Gustav Rosener, langjähriges Vorstandmitglied der Mix & Genest A. G., Berlin-Schöneberg, beging am 1. Oktober die Feier seines 25jährigen Dienstjubiläums.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Drahtlose Rangierbefehlsübermittlung (Rangier-Funk).

Ich bemerke leider erst heute den Aufsatz von K. STEINNER in Heft 19 der ETZ über die drahtlose Rangierbefehlsübermittlung, zu welchem ich zu bemerken habe, daß der Gedanke der drahtlosen Befehlsübermittlung für Rangierzwecke von Herrn Reichsbahnrat Dr. BÄSELER stammt, und daß gemeinsam mit der Firma Lorenz und mir selbst im Jahre 1925 für die eisenbahntechnische Ausstellung in München eine derartige Einrichtung gebaut und auf dem Versuchsstande erprobt wurde. Soweit sich aus dem Bericht des Herrn STEINNER entnehmen läßt, scheint die damals geschaffene Einrichtung nicht nur völlig identisch mit der jetzt veröffentlichten zu sein, sondern sie ging sogar weiter insofern, als sogar eine Steuerung der Rangiermaschine auf drahtlosem Wege seinerzeit vorgesehen war. Leider ist seinerzeit die drahtlose Steuereinrichtung für die Rangiermaschine nicht im praktischen Betrieb erprobt worden, weil die Reichsbahn-Hauptverwaltung erklärte, sie würde diese Einrichtung, bzw. die dazu gehörige, von einer namhaften Lokomotivfabrik gebaute Rangiermaschine keineswegs übernehmen, auch wenn die Einrichtung den technischen Bedingungen der Reichsbahnverwaltung genügen sollte. Hiermit erlosch seinerzeit im wesentlichen das Interesse der beteiligten Firmen an der Weiterführung der Versuche im praktischen Rangierbetrieb, bzw. an der vollständigen Fertigstellung der Rangiermaschine, welche noch heute mit den wesentlichen Teilen der drahtlosen Steueranlage ungenützt in einem privaten Lokomotivschuppen steht.

Karlsruhe, 14. VI. 1928. Thoma.

Erwiderung.

Zu den Ausführungen des Herrn Prof. THOMA, Karlsruhe, bemerke ich, daß die von ihm genannten Einrichtungen ganz anderer Art waren als die von mir in vorgenanntem Aufsatz beschriebenen, denn die Lorenz-Rangier-Funkanlage bezweckt nicht den Rangierbetrieb, sondern die Befehlsübermittlung vom Rangiermeister zum Zugführer drahtlos durchzuführen.

Berlin, 22. IX. 28. K. Steinner.

LITERATUR.

Besprechungen.

Vorlesungen über Elektrizität. Von Prof. Dr. A. Eichenwald. Mit 640 Abb., VIII u. 664 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geh. 36 RM, geb. 37,50 RM.

Das Buch ist zum ersten Male im Jahre 1911 in russischer Sprache erschienen und hat seitdem schon fünf Auflagen erlebt. Für die deutsche Ausgabe hat der Verfasser das Werk vollständig umgearbeitet. In einem ersten Teil, der fast die Hälfte des Buches ausfüllt, entwickelt er — in herkömmlicher Weise ausgehend von der Elektrostatik — die Grundbegriffe des elektromagnetischen Feldes. Es folgt ein verhältnismäßig kurzer zweiter Teil „Elektronen"; er enthält die Lehre von der Elektrolyse, vom Durchgang der Elektrizität durch Gase und von der Radioaktivität. Den Schluß bildet ein — rd. 200 Seiten umfassender — Abschnitt, der von den Wechselströmen, von den elektrischen Schwingungen und Wellen und von der „elektromagnetischen Atomstrahlung" handelt; in ihm findet man u. a. Ausführungen über die verschiedenen optischen Effekte (Zeemaneffekt, Kerreffekt, Lichtdruck usw.), über die Optik des Röntgenbereichs und über die Deutung der Erscheinungen auf Grund der Quantentheorie. Die Darstellung ist modern, häufig recht originell und im allgemeinen — trotz kleiner sprachlicher Versehen, die dem Verfasser ab und zu unterlaufen — sehr klar, gewandt und flüssig. Das Buch ist seiner ganzen Einstellung nach zwar in erster Linie für den angehenden Physiker geeignet; es kann jedoch auch solchen Elektrotechnikern warm empfohlen werden, die sich für die neuere Entwicklung der physikalischen Forschung interessieren.

J. Wallot.

Modernes Elektrolytisches Überziehen. Ein Handbuch für Werkchemiker und Ingenieure. Von W. E. Hughes. Mit 1 Nachtrag für die deutsche Ausgabe. Übersetzt von M. Keinert. (Der Metallische Werkstoff, Bd. 3. Herausg. v. W. Guertler.) Mit VI u. 229 S. in gr. 8°. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Berlin 1927. Preis geh. 14 RM., geb. 15 RM.

Das Buch ist nach den einleitenden Bemerkungen des Übersetzers eine möglichst getreue Übertragung von „Modern Electroplating". Ich schätze dieses von einem erfahrenen Fachmann leicht und verständlich geschriebene Buch hoch. Der Verfasser behandelt nach einem Überblick über die englische Galvanotechnik kurz die Ionentheorie und zeigt dann an einigen Beispielen, wie nützlich es ist, das Gefüge der Niederschläge mikrophotographisch zu untersuchen. Im praktischen Teil bespricht er zunächst allgemein die Vorbereitung der Waren, den Abscheidungsvorgang und das Fertigmachen. Die folgenden Abschnitte sind dem Eisen, dem Nickel, dem Zink, dem Blei, dem Zinn und Chrom und dem Kupfer gewidmet. Nun kommt wieder eine wertvolle allgemeine Erörterung über das Gefüge des elektrolytisch abgeschiedenen Metalls, worin der Einfluß von Stromdichte, Temperatur, Bewegung und Zusammensetzung des Bades erklärt wird. In der Übersetzung ist jetzt als 12. Abschnitt ein Nachtrag über Verchromen, Kadmium und einige andere neue Bäder eingeschaltet. Zum Schluß empfiehlt Hughes dem Galvanotechniker, vor allem die neuesten Veröffentlichungen zu lesen, nennt auch eine Anzahl deutscher Zeitschriften sowie das bekannte Buch von Foerster „Elektrochemie wässriger Lösungen". Als Anhang folgen einige Zahlentafeln.

Bei der Durchsicht der Übersetzung fiel mir auf S. 3 die Angabe auf, daß Blei und Eisen in besonders großem Umfange in den V. S. Amerika elektrolytisch raffiniert werden. Weil diese Angabe nicht stimmt, schlug ich in der englischen Ausgabe nach und stellte fest, daß es dort nur heißt „on a considerable scale", auf Deutsch „in beträchtlichem Maße". Ich habe nun eine Anzahl Seiten verglichen. Zahlreiche Stellen beweisen leider, daß der Übersetzer nicht genügend Englisch kann, z. B. übersetzt er auf S. 6 „many times" („öfters") mit „lange Zeit", verwechselt auf S. 8 „relieved" und „released" usw. Er verfährt oft sehr merkwürdig mit dem Urtext, läßt manches nicht unwichtige Wort aus und macht sogar eigenmächtige Zusätze, welche dem Buche nicht zum Vorteil gereichen. Dem vielgeschäftigten Herausgeber der Sammlung kann ich den Vorwurf nicht ersparen, daß er sich um diesen Band nicht gekümmert hat.

K. Arndt.

Rationeller Dieselmaschinen-Betrieb. Anleit. f. Betrieb, Instandhaltung u. Reparatur ortfester Viertakt-Dieselmaschinen. Von J. Schwarzböck. Mit 62 Abb., VI u. 143 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 8 RM, geb. 9 RM.



Der Verfasser hat vollkommen recht, wenn er im Vorwort zu seinem Werk sagt, daß der Gesamtwirkungsgrad eines Betriebes in erster Linie von der Bedienung und Instandhaltung und in zweiter Linie erst von dem Wirkungsgrad der Maschine abhängig ist. Es ist eine bekannte Tatsache, daß manche Betriebe trotz moderner, hochwertiger Maschinen unwirtschaftlich arbeiten. Dies kann natürlich mancherlei Gründe haben, aber sehr oft wird der Preis eines Betriebserzeugnisses erheblich von dem dauernden mehr oder weniger rationellen Arbeiten der Maschinen beeinflußt. Eine Maschine kann aber nur dann dauernd rationell arbeiten, wenn sie ordnungsgemäß eingestellt, bedient und instandgehalten wird. Dies gilt allgemein von jeder Maschine. Der Verfasser gibt nun in dem vorliegenden Buch Aufschluß darüber, was insonderheit bezüglich der Diesel-Betriebsmaschine zu geschehen hat, um dieselbe in einem einwandfreien Zustand sowohl hinsichtlich des Brennstoffverbrauches wie auch hinsichtlich ihrer steten Betriebsbereitschaft und dauernden Betriebsicherheit zu halten.

Ausgehend von einer Erklärung der Arbeitsweise des Dieselmotors gibt der Verfasser eine ausführliche Darstellung über die Vorbereitungen zur Inbetriebsetzung, über das Anlassen, die Wartung und das Abstellen einer Dieselmaschine. Die erforderlichen Instandhaltungsarbeiten werden ausführlich behandelt, wobei darauf hingewiesen wird, wann und wie solche Arbeiten durchgeführt werden müssen. Belehrend sind die Beispiele und Erfahrungen über unvorteilhafte Inbetriebsetzungen und ferner über Maschinendefekte, die durch nicht rechtzeitig vorgenommene Instandsetzungsarbeiten verursacht werden können.

Zahlreiche Abbildungen und Skizzen tragen zum Verständnis des behandelten Stoffes bei. Überhaupt hat sich der Verfasser mit Erfolg bemüht, das von ihm Vorgetragene allgemein verständlich zu gestalten, so daß nicht nur der Ingenieur und Techniker das Buch gern lesen werden, sondern vor allem auch der Maschinenmeister, Maschinist, Monteur und Schlosser viel aus ihm lernen können. Dem Betriebsleiter ist in dem Buch zur Anlernung und Ausbildung des Betriebspersonals ein vorzügliches Hilfsmittel gegeben. Otto E. Vogt.

VBMI-Richtlinien für das planmäßige Anlernen in der Metallindustrie. Herausg. v. d. Lehrlingskommission des Verb. Berliner Metall-Industrieller. 1. Mappe mit 21 losen Blättern in 8°. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1927. Preis 5 RM.

In der Metallindustrie werden handwerksmäßig ausgebildete Facharbeiter mehr und mehr durch sogenannte angelernte Arbeitskräfte ersetzt. Das planmäßige Anlernen derselben ist eine wichtige Aufgabe in jedem Fabrikationsbetriebe. Die vorliegenden, von erfahrenen Betriebsfachleuten aufgestellten Richtlinien für das planmäßige Anlernen von Arbeitskräften stellen ein wertvolles Hilfsmittel dar, um die Anlernzeit zu verkürzen und wirkungsvoller zu machen. Die in Einzelblättern herausgegebenen Richtlinien unterscheiden zunächst 21 Berufsgruppen, wie Bohrer, Fräser, Revolverdreher, Hilfschleifer, Kernmacher, Stangenzieher, Hilfsgalvaniseure, Lackierer, Schweißer u. dgl. Die gegebenen Anleitungen erleichtern dem anlernenden Betriebsfachmann die Wahl der Anlernmethode. Die Darlegungen sind leicht verständlich und als Lernmittel für die Hand der anzulernenden Arbeitnehmer sehr geeignet. Für jede Berufsgruppe sind kurz und sachlich der Arbeitsvorgang sowie die Arbeitsmittel und Arbeitsregeln besprochen unter Berücksichtigung der zu bearbeitenden Werkstoffe. Außerdem sind allgemeine Richtlinien über die wichtigsten Maßnahmen gegeben, die bei Prüfung der Einzustellenden und im Laufe der Ausbildungszeit zu treffen sind, bis der angelernte Arbeiter schließlich als „voll leistungsfähige Arbeitskraft" im Betriebe Verwendung finden kann. Die „Richtlinien" dürften auch anderen Industrie- und Gewerbezweigen als Vorbild eines planmäßigen Anlernens der Arbeitskräfte von Nutzen sein. M. Fölmer.

Eingegangene Doktordissertationen.

Felix Ritter von Ranke, Wirtschaftliche Wasserausnutzung bei tropischer Irrigation. T. H. Berlin 1928.

Reimar Voss, Die paläogeographische Verbreitung des Rogensteins im deutschen Unteren Buntsandstein. T. H. Berlin 1927. Herausg. v. d. Preuß. Geolog. Landesanstalt, Berlin N 4.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Konzentration in der Elektroindustrie Frankreichs. — Diese wirtschaftliche Erscheinung ist natürlich auch in Frankreich nicht gerade neu. Schon vor vielen Jahren absorbierte die Compagnie Electro-Mécanique die Société Westinghouse und die Thomson-Houston den Eclairage Electrique, während sich die Thomson-Houston schon früher die Thomson de la Méditerrannée, die Accumulateurs Union und die Etablissements Postel-Vinay angegliedert hatte. Anderseits sog die Compagnie Générale d'Electricité die Accumulateurs Tudor, die Cables de Lyon und das Unternehmen Elioth auf. Man könnte noch mehr Beispiele anführen. Aber kein Zusammenschluß hat je ein so großes Ausmaß erreicht wie die nun zu einem gemeinsamen Werk erfolgte Vereinigung der Cie. Française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston mit der Société Alsacienne de Constructions mécaniques, die man als die Pfeiler des französischen elektrischen Maschinenbaues bezeichnen kann. Diese Konzentration ist vor allem auf die Notwendigkeit zurückzuführen, bei der Eroberung und der Behauptung fremder Absatzgebiete intensiver und vor allem geschlossener vorgehen zu können. Ohne Zweifel hat sich der französische Innenmarkt in den letzten Jahren stark entwickelt, aber lange nicht in genügendem Maße, und so sah sich auch diese Industrie veranlaßt, ihren Export zu steigern. Dies verlangt aber mehr denn je große finanzielle Mittel, ein Zusammenarbeiten der verschiedenen Hilfskräfte und eine Produktion mit möglichst niederen Herstellungskosten, was alles durch eine gegenseitige Verständigung und durch den nun erfolgten Zusammenschluß erreicht werden soll.

An Hand von Verwaltungsberichten der Thomson-Houston und der Alsacienne können einige beachtenswerte Einzelheiten über die Art dieser Konzentration und die auf sie gesetzten Hoffnungen gegeben werden. Das bezügliche Abkommen läuft vom 1. Oktober dieses Jahres und erstreckt sich auf eine Dauer von vierundzwanzig Jahren. Nach dem Abkommen wird eine neue Aktiengesellschaft, die Société Générale de Constructions électriques et mécaniques, mit einem Kapital von 400 bis 450 Mill. Fr gegründet, wobei die von den Muttergesellschaften zur Verfügung gestellten materiellen Einlagen mit rd. 250 Mill. Fr in Rechnung gestellt sind. Diese Einlagen bestehen in Rohstoffen, Fabrikbeständen und in teils schon hergestellten, teils im Bau begriffenen Maschinen jener Fabriken, mit denen die neue Gesellschaft arbeiten wird. Für die Vorherrschaft der Muttergesellschaften im neuen Unternehmen ist durch Aktien mit vielfachem Mehrstimmrecht Sorge getragen. Der Wirkungskreis des neuen Unternehmens soll sich auf das ganze von den Muttergesellschaften innegehabte Gebiet erstrecken, die übrigens ihre Patente, Versuchsergebnisse usw. zur Verfügung stellen. In technischer Hinsicht erhofft man eine weit rationellere Produktion, wobei zu erwähnen wäre, daß die Thomson-Houston schon 1926 mit einer Umgruppierung ihrer Fabriken begonnen hatte, bei der z. B. eine Stilllegung der Motorenfabrik von Neuilly vorgesehen war; diese Stillegung wird mit dem Inkrafttreten des neuen Abkommens verwirklicht sein. Beide Muttergesellschaften treten die Herstellung von Transformatoren, Dynamos, elektrischen Apparaten, elektrischem Zubehör für Lokomotiven und Straßenbahnen ab, die Alsacienne ferner die Erzeugung von Dampfkesseln, Turbinen und Maschinen für elektrische Zentralen. Sie stellt der neuen Gesellschaft ihre Fabrik in Belfort und für die Dauer von zwei Jahren eine Abteilung ihrer Fabrik in Clichy (Herstellung von Motoren in großen Serien) zur Verfügung, während die Thomson-Houston die Fertigung von elektrischen Hausgeräten abgibt. Im übrigen wird die Zahl der in Betracht kommenden Fabriken von acht auf sechs reduziert, und dies im Hinblick auf eine künftige Produktion, mit deren Steigerung man bestimmt rechnet.

Wie bekannt, ist die Thomson-Houston liiert mit der amerikanischen General Electric Co., die der neuen Gesellschaft ebenfalls die Ergebnisse und Erfahrungen ihrer technischen Dienste mitteilen wird. Von dieser also mehrseitigen Konzentration erwartet man eine ganz beträchtliche Verminderung der Gestehungskosten; da in größeren Serien gearbeitet werden könnte, würde die Amortisierung für die neuen und modernsten Werkzeugmaschinen leichter fallen, diese wiederum würden eine größere Schnelligkeit der Herstellung erlauben, was seinerseits kürzere Lieferungsfristen und damit einen rascheren Umlauf der Kapitalien zur Folge haben müßte. Ob sich all diese Hoffnungen erfüllen werden, kann nur die Zukunft lehren. Auf jeden Fall wäre eine Verminderung der Gestehungskosten heute um so beachtenswerter, als die Preise für die Rohmaterialien der elektrischen Industrie ständig steigen.

In kommerzieller und finanzieller Hinsicht wäre vor allem auf die Rolle der Thomson-Houston und der Alsa-



cienne im Rahmen der gesamten elektrischen Industrie Frankreichs hinzuweisen, deren jährliche Produktion dem Werte nach auf rund 4 Milliarden Fr geschätzt wird — die Produktionskapazität dürfte auch in Frankreich weit größer sein —, von denen auf die beiden genannten Gesellschaften allein zwei Milliarden entfallen. Wie schon erwähnt, hat sich der französische Innenmarkt in den letzten Jahren und vor allem 1927 nicht in dem erhofften Maße entwickelt; in diesem Jahre dagegen ist schon ein beträchtlicher Aufschwung zu verzeichnen, und dies dank vor allem der vorwärtsschreitenden Elektrisierung Frankreichs und hier wiederum der Elektrisierung der Landwirtschaft, die ein regelmäßiger und dauernder Kunde werden dürfte. Daß die geglückte Stabilisierung des Franken hierbei ebenfalls eine günstige Rolle spielte und noch spielt, braucht wohl kaum gesagt zu werden — die französische Industrie ist jetzt wieder in der Lage, die zum großen Teil aufgebrauchten Vorräte an Rohmaterialien aufzufüllen. Wenn die Schätzung der Thomson-Houston, die der Meinung ist, daß der Umfang des Innenmarktes in kurzer Zeit um mindestens 50 % steigen wird, vielleicht auch etwas optimistisch ist, so erscheint doch eine Erhöhung der Aufnahmefähigkeit des Innenmarktes sicher.

Wie ebenfalls schon erwähnt, hat die Konzentration auch der Ausfuhr zu dienen, und dies nicht zum mindesten. In dieser Hinsicht verspricht man sich besonders von jeglicher Ausschaltung der bisherigen Konkurrenz und dem künftigen Zusammenarbeiten der beiderseitigen Agenturen große Vorteile; man erhofft auf dem Weltmarkt einen Absatz, der im richtigen Verhältnis zu dem investierten Kapital steht. Es wird bei der Erörterung dieser Frage auf das günstige Ergebnis des analogen Abkommens der Thomson-Houston mit der General Electric Co. hingewiesen (Compagnie des Lampes). Im übrigen glauben die beiden Muttergesellschaften, allein aus der Vermietung ihrer Fabriken an die Tochtergesellschaft und den ihnen zufallenden Dividenden aus dem neuen Unternehmen beträchtliche finanzielle Gewinne zu erzielen. Ob diese Konzentration in Frankreich noch weiter schreiten wird, ist eine andere Frage, bei deren Beantwortung man sich nicht durch die Verhältnisse in Deutschland beeinflussen lassen darf. Es spielen hier gewisse Imponderabilien mit, die mit dem Gebiet der Technik nur anscheinend nichts zu tun haben. Der französischen Mentalität liegt eine Konzentration in gewaltigem Maßstabe überhaupt nicht, die in Frankreich recht starke öffentliche Meinung ist allem, was nach einer Vertrustung oder Monopolisierung aussieht, wenig günstig gesinnt, und diese Gesinnung findet man wieder in dem Parlament und bei allen öffentlichen Gewalten. Auch ist zu beachten, daß zur Zeit dieser Konzentration die Zahl der Einzelunternehmungen stark im Steigen begriffen ist, daß die Werkstätten der elektrischen Maschinenindustrie fast wie Pilze aus dem Boden schießen, und daß es sich hierbei z. T. auch um recht beträchtliche Unternehmungen handelt; allein auf dem Gebiete des Baues elektrischer Werkzeugmaschinen wurden nach A. Pawlowski, dem wir einige dieser Angaben entnehmen, in den letzten fünf oder sechs Jahren rd. fünfzig neue Unternehmungen gegründet.

Man könnte also auch von einer Zersplitterung des elektrischen Maschinenbaues in Frankreich sprechen. Zu erklären ist diese Tendenz mit zwei Ursachen. Auf der einen Seite macht sich in zunehmendem Maße eine regional bedingte Dezentralisation geltend, auf der andern Seite wirken sich die Fortschritte in der Ausbeutung der Wasserläufe und in der landwirtschaftlichen und ländlichen Elektrisierung aus. Der Ausbau der Wasserkräfte der Alpen hat zum Aufschwung des elektrischen Maschinenbaues der Gegend von Grenoble und Lyon gewaltig beigetragen; der Ausnutzung der Wasserkräfte der Pyrenäen und des Massivs Central ist das Dasein neuer Werke, und unter ihnen ebenfalls bedeutender, in Tarbes, Toulouse, Bagnères-de-Bigorre und Angoulême zuzuschreiben, während die Elektrisierung der Landwirtschaft die Vorbedingung für neue Werkstätten in wesentlich ländlichen Gebieten war, zum Beispiel dem der Beauce.

Dr. M. Uebelhör.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Für August 1928 ergibt sich bei der Einfuhr gegen den Vormonat (485 605 £), eine wertliche Zunahme um 90 379 £ oder 19 % und im Vergleich zum August 1927 eine solche um 149 738 £ bzw. 35 %. Beteiligt waren an letzterer Erhöhung besonders Maschinen und Motoren, isoliertes Leitungsmaterial für Starkstrom, Telegraphen- und Fernsprechapparate, Glühlampen sowie Teile von Bogenlampen, dagegen zeigen u. a. Leitungsmaterial für Schwachstrom, elektrotechnische Kohlen und Bogenlampen eine Verringerung des Wertes. Die Ausfuhr ist gegen den Juli (1 410 980 £) nur um 25 419 £ gewachsen und hat gegenüber dem August 1927 um 86 042 £ oder 6 % abgenommen. Niedrigere Werte weisen u. a. isoliertes Leitungsmaterial, Schwachstrominstrumente, Glühlampen, Teile von Bogenlampen und Meßinstrumente auf, während der Export von künstlichen Kohlen, Bogenlampen, Starkstromschalttafeln und nicht näher bezeichneten Waren zugenommen hat. In den abgelaufenen acht Monaten ist die Einfuhr um 501 332 £ oder 14 % gegen den gleichen Zeitabschnitt des Vorjahrs gestiegen, die Ausfuhr um 61 406 £ zurückgegangen. Ihr Überschuß stellte sich auf 8 197 895 £ (8 760 633 £ i. V.).

Erzeugnisse	Einfuhr in £		Ausfuhr in £	
	1928	1927	1928	1927
	August			
Maschinen	159 346	95 412	575 304	553 038
Waren u. Apparate .	416 638	330 834	861 095	969 403
	575 984	426 246	1 436 399	1 522 441
	Januar/August			
Maschinen	1 186 088	1 051 080	4 578 712	4 483 791
Waren u. Apparate .	2 840 905	2 474 581	7 646 176	7 802 503
	4 026 993	3 525 661	12 224 888	12 286 294

[1] Nach The Electrician, Bd. 101, 1928, S. 321. Vgl. ETZ 1928, S. 1356.

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Im Juli betrug die Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile dem Wert nach 9 920 208 $, d. s. 676 888 $ oder 7 % mehr als im Juni (9 243 320 $) und 1 449 484 $ bzw. 17 % mehr als im gleichen Monat des Vorjahres (8 470 724 $). Letzterem gegenüber ist besonders der Export von Gleichstromgeneratoren, Starkstromschalttafeln, größeren Schaltern und Sicherungen, Elektrizitätszählern, Blitzableitern usw., Glühlampen, elektromedizinischen Apparaten, Radioempfängern, nicht näher spezifizierten elektrischen Erzeugnissen sowie von Kühlvorrichtungen bis zu 1 t und von Waschmaschinen für den Haushalt gewachsen. Dem Wert nach schwächer war dagegen die Ausfuhr von Trockenbatterien, stationären und Bahnmotoren, Fernsprechschalttafeln, Erzeugnissen aus künstlicher Kohle außer Elektroden und von isoliertem Leitungsmaterial aus Kupfer. Die Lieferungen betrugen nach Europa 1 976 643 $ (England: 639 634 Dollar, Deutschland: 399 619 $), nach der westlichen Halbkugel 5 338 110 $ (Kanada: 2 605 902 $, Argentinien: 674 049 Dollar) und nach Asien, Afrika und Ozeanien 2 605 455 $ (Australien: 640 251 $, Japan: 574 459 $).

Aus der Geschäftswelt. — Die Deutschen Elektrizitäts-Werke zu Aachen, Garbe, Lahmeyer & Co. A. G., konnten 1927/28 gegenüber einem Verlust von 1,08 Mill. RM i. V. nach rd. 0,453 Mill. RM Abschreibungen und Rücklagen einen Reingewinn von 51 000 RM erzielen, der vorgetragen wurde. Wie wir der Frankf. Zg. entnehmen, hat die Gesellschaft in Zusammenarbeit mit der Fried. Krupp A. G., Essen, einphasige kollektorlose elektrische Lokomotiven hergestellt und sich auch besonders mit der Ausbildung von Spezialmotoren für bestimmte Industriezweige befaßt. Ihr Aktienkapital beträgt 3 Mill. RM. — Die Ind. Handelszg. berichtet, daß die Felten & Guilleaume Carlswerk A. G., Köln-Mülheim, gemeinsam mit der AEG die Betriebe der Syndico Electro Metallurga Argentina in Buenos Aires erworben habe. Das Unternehmen solle unter der Firma Sociedad Electro Metallurga Argentina (Sema) weitergeführt werden. Ferner findet sich in der Tagespresse die Notiz, daß Felten & Guilleaume sich finanziell in beschränktem Maße, aber auch technisch an einer in Polen zu errichtenden Kabelfabrik beteiligen würden.

[1] Nach El. World, Bd. 92, 1928, S. 539. Vgl. ETZ 1928, S. 1460.

Berichtigung.

In der Arbeit „Die Auswahl der Elektromotoren für aussetzenden und kurzzeitigen Betrieb nach der Einschaltdauer der Arbeitsmaschinen“, ETZ 1928, H. 38, hat die Druckerei auf S. 1394, r. Sp. die 15. Zeile von unten

„Motoren für 500 V und etwa 600 U/min erst von 15,5 kW an“

versehentlich gesetzt anstatt der richtigen Zeile

„Motoren für die Kranfahrt dieselbe Type WDH 64 zu“.

Abschluß des Heftes: 29. September 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

.HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 11. OKTOBER 1928
497—1528)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 11. Oktober 1928 | Heft 41

Signalanlagen für den Luftverkehr.

Übersicht. Es wird gezeigt, auf welche Art das Problem der Kenntlichmachung von Flugplätzen und Flugstrecken für den Nachtluftverkehr durch die Verwendung von Neon-Leuchtröhren gelöst wurde.

Die Ausbreitung des Luftverkehrs in Deutschland ist nach den sprunghaften Steigerungen der letzten Jahre etwas zum Stillstand gekommen, nachdem die wichtigeren Städte ihren Anschluß an das Netz gefunden haben. Mit allen Kräften kann daher jetzt an einer Befestigung und Vertiefung des Erreichten gearbeitet werden. Eins der wichtigsten Probleme, bei dem grundlegende Vorarbeiten bereits geleistet sind, noch vieles aber zu tun bleibt, ist der Nachtluftverkehr. Erst wenn für den Transport die Nachtstunden ausgenutzt werden können, wird die überlegene Geschwindigkeit des Flugzeuges voll zur Geltung kommen.

Außer einer sehr guten Instrumentierung der Maschine selbst, die es erlaubt, auch längere Zeit ohne Erdsicht zu fliegen, sind für regelmäßig beflogene Nachtstrecken umfangreiche Vorbereitungen auf der Erde notwendig, die dazu dienen, dem Flugzeugführer seinen Weg zu weisen, ihn vor Gefahren zu warnen und ihm eine glatte Landung zu ermöglichen. So werden wir in den nächsten Jahren ein Netz von Luftleuchtfeuern und befeuerten Flughäfen auf dem ganzen Festlande entstehen sehen, wie es ähnlich für die Schiffahrt an den Küsten bereits besteht.

Die ersten Nachtflugstrecken Berlin—Stettin, Berlin—Warnemünde und Berlin—Hamburg waren zunächst nach den Kriegserfahrungen angelegt. Sie waren reine Versuchstrecken und hatten daher keine sehr große Verkehrsbedeutung, führten aber zur Erkennung der mit dem Fliegen bei Nacht zusammenhängenden technischen Probleme. Mit den gesammelten Erfahrungen wurde dann 1926 die verkehrswirtschaftlich außerordentlich wichtige Strecke Berlin—Königsberg ausgebaut. Die Ergebnisse des zunächst aufgenommenen Probebetriebes ohne Passagiere waren so günstig, daß schon nach kurzer Zeit auch die regelmäßige Passagierbeförderung zugelassen werden konnte.

Die Strecke (Abb. 1) wurde mit einer Reihe von stärkeren Feuern versehen, die in Abständen von rd. 30 km, d. h. etwa ein Drittel der Reichweite bei guter Sicht, stehen. Bei gutem Wetter sind daher stets mehrere, aber auch bei starkem Dunst und schlechtem Wetter fast immer wenigstens eins der Feuer sichtbar. Für diese Hauptleuchtfeuer wurden Glühlampendrehfeuer (Muster G. L. 60) der Siemens-Schuckertwerke A. G., Berlin-Siemensstadt, verwendet (Abb. 2 ... 4). Sie bestehen im wesentlichen aus einer Glühbirne von 1500 ... 3000 W, deren Licht, durch einen Parabolspiegel fast parallel gerichtet, horizontal ausgestrahlt wird. Der Spiegel mit der Birne wird durch einen Elektromotor in Umdrehung versetzt, so daß der Flugzeugführer je nach der Umdrehungszahl in längeren oder kürzeren Zeitabständen das Feuer aufblitzen sieht.

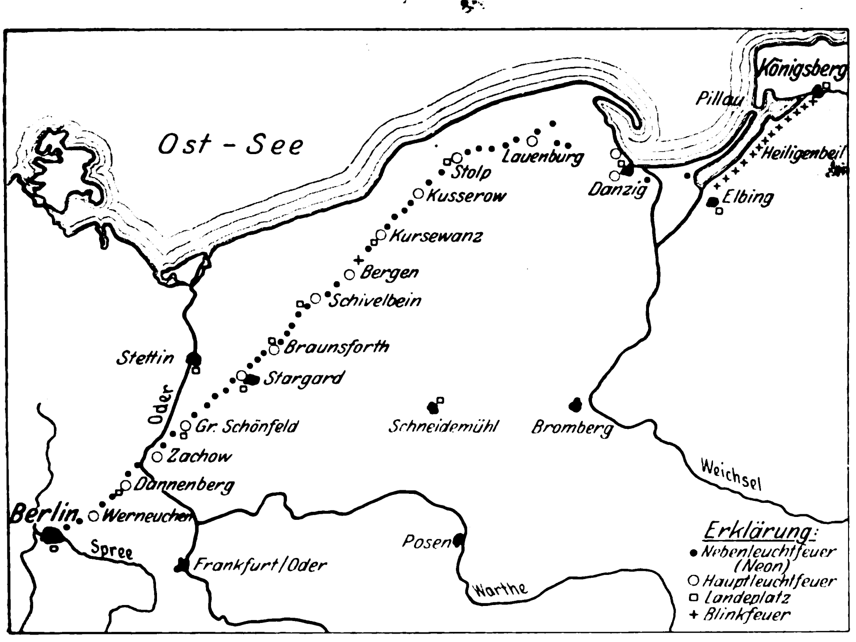


Abb. 1. Nachtflugstrecke Berlin—Königsberg.

Außerdem sind zwischen diesen Hauptleuchtfeuern noch in etwa 5 km Abstand durch schwache Nebenleuchtfeuer einzelne Ortschaften an der Strecke bezeichnet worden, die bei sehr schlechtem Wetter dem Flugzeugführer dauernd einen Anhalt für den richtigen Kurs geben sollen; denn bei der hohen Eigengeschwindigkeit des Flugzeuges kann schon ein geringes Abweichen vom Kurse zu weitem Verfehlen des Zieles führen. Entstanden sind diese Hilfszeichen aus den roten und grünen Eisenbahnsignalen, die auf den Versuchstrecken von den Flugzeugführern als Anhalt benutzt wurden, wenn die Hauptfeuer wegen schlechten Wetters nicht gesehen werden konnten. Sie unterschieden sich durch ihre Färbung so wesentlich von den zahllosen, meist weißen oder gelblichen Lichtpunkten, daß sie unschwer aufgefunden werden konnten, trotzdem sie nur eine sehr geringe Leuchtkraft besaßen. Man hat daher für die Nebenleuchtfeuer ebenfalls farbiges Licht gewählt, zumal in dem Neonlicht nach den zahlreichen planmäßigen Versuchen, z. B. auf dem Elbefeuerschiff, eine Farbe gefunden war, die Dunst und Nebel besser durchdringt als weißes Licht von der gleichen Stärke. Dieser Vorteil ist von unschätzbarer Bedeutung, da es ja gerade die Aufgabe der Nebenleuchtfeuer ist, auch bei schlechtestem Wetter dem Flugzeug den Weg zu weisen. Hierbei kommt die Auffälligkeit der aus der Reklame her bekannten satten roten Farbe des Neonlichtes sehr zustatten. Sie erleichtert das Auffinden der Feuer, so daß sie sich auch aus vielen helleren weißen Lichtern heraus dem Flugzeugführer geradezu aufdrängen.

Dazu kommt noch als weiterer Vorteil, daß die elektrische Energie beim Aufleuchten des Neongases in der Röhre sehr wirtschaftlich ausgenutzt wird. Bekanntlich werden bei jeder Glühfadenlampe alle Farben des Spektrums und eine recht beträchtliche Wärmemenge erzeugt. Soll nun dieses Licht durch bunte Abdeckgläser gefärbt werden, um es auffälliger zu machen, so gehen alle

übrigen Farben und die Wärme verloren. Je intensiver die Gläser gefärbt sind, desto größer sind die Verluste. Sie betragen abgesehen von den Wärmeverlusten etwa

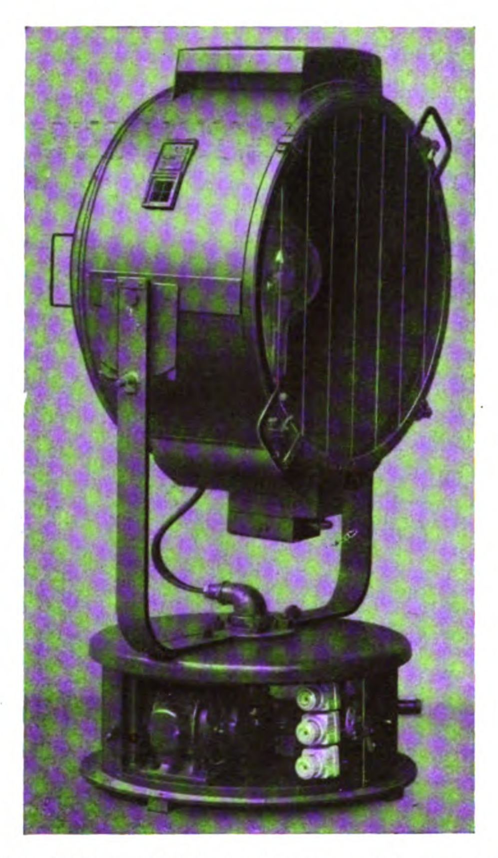


Abb. 2. Glühlampen-Drehfeuer der Siemens-Schuckertwerke.

60 ... 80 %. Dagegen ist der Stromverbrauch der Neonröhren sehr gering. Sie besitzen ein sogenanntes kaltes Licht, d. h. es wird sehr wenig Wärme erzeugt. Die gesamte Energie wird fast restlos in Licht von bestimmter

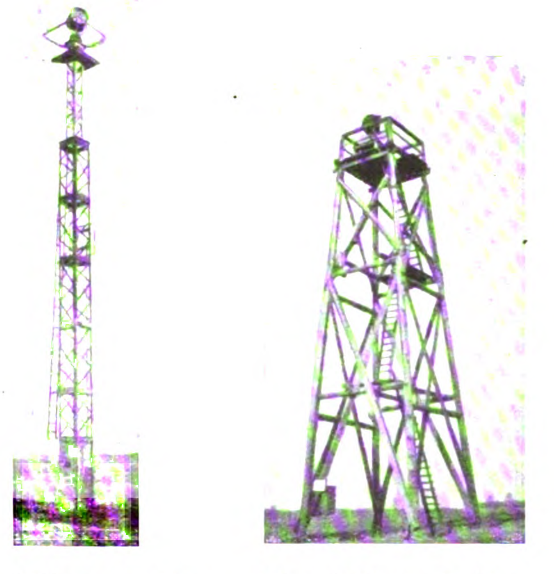


Abb. 3. Glühlampen-Drehfeuer der SSW auf einem Eisenmast.

Abb. 4. Glühlampen-Drehfeuer der SSW auf einem Holzmast.

Wellenlänge (das bekannte Neonrot) ohne Nebenfarben umgesetzt. Nur durch diese restlose Ausnutzung der Energie ist es möglich, daß diese Feuer nur für etwa 5 RM Strom im Monat verbrauchen. Dabei brennen sie noch Tag und Nacht ununterbrochen, denn man hat angesichts dieser geringen Betriebskosten von jeder Bedienung der Feuer abgesehen, um Unsicherheiten durch Versagen von Schaltuhren oder falsche und nachlässige Bedienung zu vermeiden.

Die Feuer sind von der Fa. Agelindus (Aktiengesellschaft für Elektrizitäts-Industrie), Berlin, eigens für den Luftverkehr konstruiert worden. Sie bestehen aus einer M- oder haarnadelförmig gebogenen Röhre und einem Gußeisenkasten mit Transformator, der für jede beliebige Spannung vorgesehen werden kann (Abb. 5). Das Gewicht des Feuers beträgt etwa 10 kg, es kann daher auf jedes beliebige Dach oder auf leichte Masten gesetzt werden (Abb. 6 und 7). Vergleiche mit anderen Nebenleuchtfeuern haben die große wirtschaftliche Überlegenheit der Neonröhren sowohl hinsichtlich der Anlage wie auch der Betriebskosten ergeben.

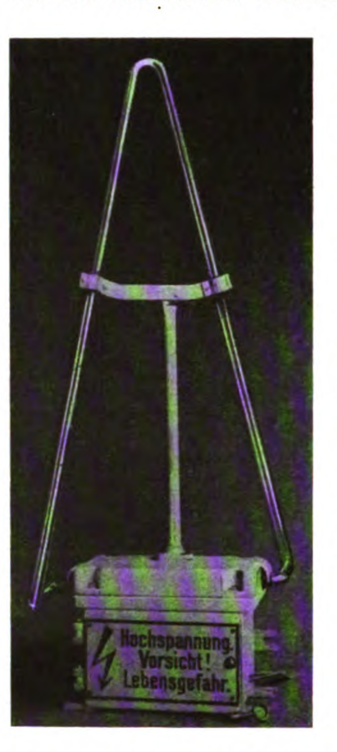


Abb. 5. Neon-Nachtflugstreckenfeuer der Aktiengesellschaft für Elektrizitäts-Industrie (Agelindus).

Außer diesen Befeuerungsanlagen muß auf den Nachtstrecken noch für vorbereitete Hilfslandeplätze in kurzen Abständen und für den Wetter- und Funkdienst vorgesorgt werden. Diese Maßnahmen unterscheiden sich jedoch nur unbedeutend von den auch für die Tagstrecken notwendigen gleichen Vorbereitungen. Dagegen ist mit den Befeuerungsanlagen für Flughäfen eine Reihe von technischen Problemen aufgetreten, die der Beleuchtungstechnik früher unbekannt waren.

Es mußte zunächst dafür gesorgt werden, daß der Flugzeugführer schon auf weite Entfernung den Platz ansteuern kann. Man verwendet dazu am besten die von der Streckenbefeuerung her bekannten und bewährten Glühlampendrehfeuer der Siemens-Schuckertwerke, jedoch dürfen sie nicht in unmittelbarer Nähe des Platzes

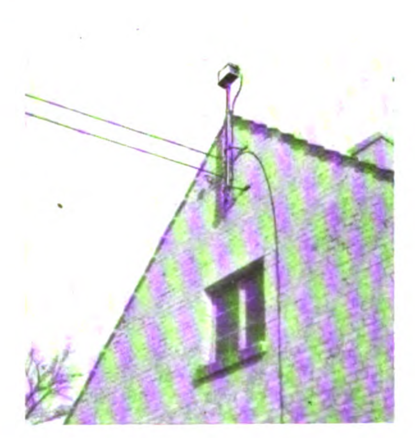


Abb. 6. Agelindus-Neon-Nachtflugstreckenfeuer auf einem Dachgiebel.



Abb. 7. Agelindus-Neon-Nachtflugstreckenfeuer auf einem Mast.

stehen, da ihr intensiver Lichtkegel sonst den Flugzeugführer bei der Landung blenden könnte. Unter Umständen kann ein Streckenhauptleuchtfeuer, wenn es nicht zu entfernt vom Platze liegt, gleichzeitig Ansteuerungslicht für den Platz sein. Hat der Flugzeugführer nun die ungefähre Lage des Platzes erkannt, so muß er mit



dessen genauer Lage und den Grenzen des einwandfrei benutzbaren Rollfeldes vertraut gemacht werden. Hierfür hat man sich die Erfahrungen mit den Nebenleuchtfeuern der Strecken zunutze gemacht und etwas stärkere Neonfeuer auf einem erhöhten Punkte der Flughafengebäude als Platzkennung angebracht.

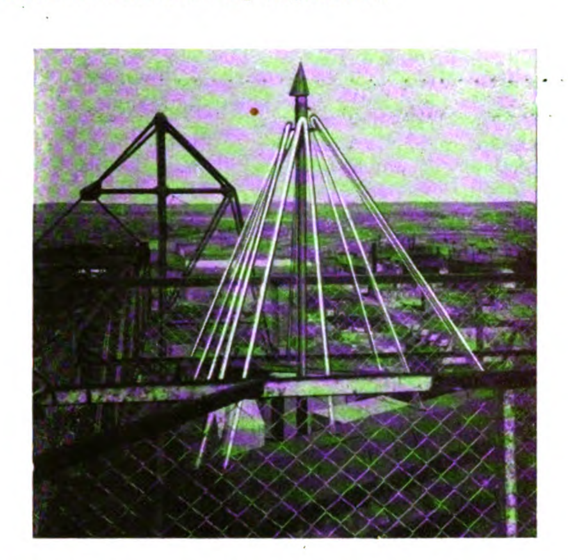


Abb. 8. Agelindus-Neon-Ansteuerungsfeuer auf der Luftschiffhalle Berlin-Staaken.

Für den Flughafen Staaken bei Berlin wurde das erste derartige Feuer in Form eines Tetraeders von der Fa. Agelindus konstruiert und fand seinen Platz auf der dortigen Luftschiffhalle (Abb. 8). Es ist seit 1924 ununterbrochen jede Nacht in Betrieb. Es blinkt vermittels eines kleinen Unterbrechers die Buchstaben „St". Dies

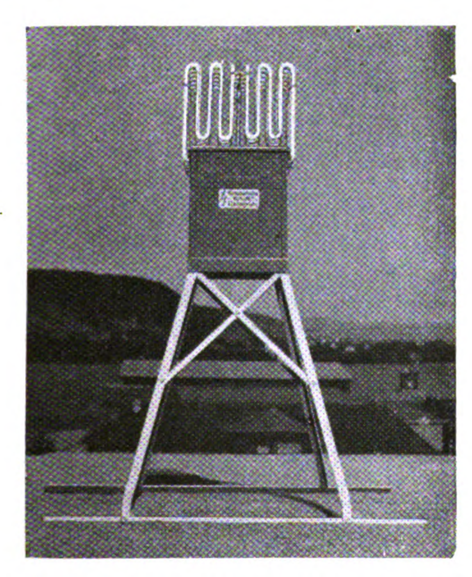


Abb. 9. Agelindus-Neon-Ansteuerungsfeuer auf dem Flugplatz Basel.

war gleichzeitig die erste Dauerprüfung für die Röhren, denn man hatte zunächst Bedenken gegen ihr Verhalten bei häufigen Stromunterbrechungen. Die Befürchtungen sind nicht eingetroffen, vielmehr brauchte, nachdem die richtige Röhrenart gefunden war, die erste Auswechselung erst nach 9400 h vorgenommen zu werden. Andere Röhren haben bisher über 20 000 Betriebstunden geleistet, ein Wert, der von hochkerzigen Glühlampen bei weitem nicht erreicht wird. Bei einem anderen Muster eines Flughafenkennungsfeuers der genannten Firma, welches z. B. in Basel, Köln und Essen-Mülheim verwendet worden ist, sind die Röhren auf einen kleineren Raum würfelförmig zusammengedrängt (Abb. 9). Es wird in der Hauptsache dort Verwendung finden, wo nur beschränkter Raum für die Anbringung zur Verfügung steht und wo eine größere Leuchtdichte erwünscht ist.

Ein außerordentlicher Fortschritt in der Befeuerungsfrage für Flughäfen wurde erzielt, als auf Grund der sehr günstigen Ergebnisse mit den Nebenleuchtfeuern auf dem Flughafen Berlin-Tempelhofer Feld die Grenzen des für Start und Landung zur Verfügung stehenden Geländes durch eine dichte Reihe von Neonröhren be-

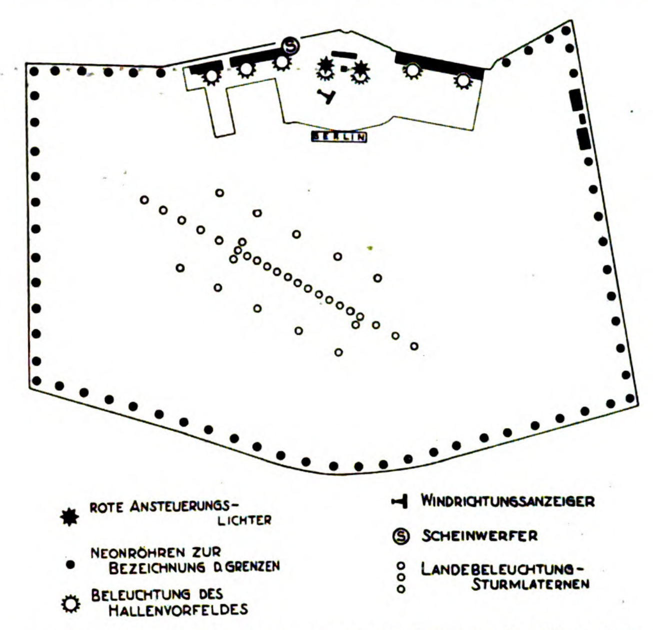


Abb. 10. Schematische Darstellung der Befeuerung des Flughafens Berlin-Tempelhof.
M: 1:17000.

zeichnet wurden (Abb. 10). Dadurch wird der Flughafen aus dem schwarz unter der Maschine liegenden, mit den unzähligen verwirrenden Lichtpunkten der Großstadt durchsetzten Gelände mit klaren, ruhigen, grellroten

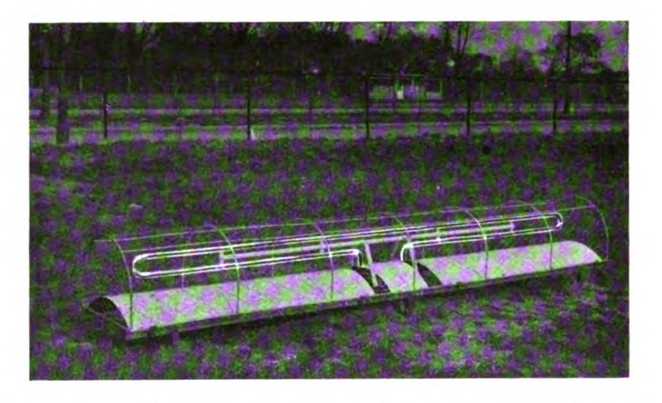


Abb. 11. Agelindus-Neon-Begrenzungsfeuer des Flugplatzes Berlin-Tempelhof.

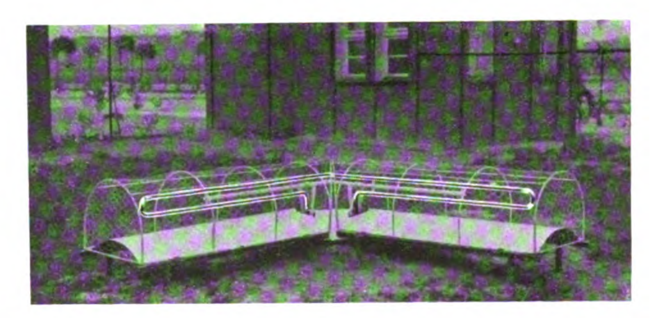


Abb. 12. Agelindus-Neon-Eckbegrenzungsfeuer des Flugplatzes Berlin-Tempelhof.

Linien herausgeschnitten. Der den Hafen ansteuernde Flugzeugführer ist dadurch in der Lage, mit einem Blick nicht nur den Platz zu finden, sondern ohne weiteres zur Landung anzusetzen, wenn er das markante unregel-



mäßige Viereck des Platzes sieht. Aus der perspektivischen Verzerrung dieses Vierecks hat er jederzeit beim Einschweben gefühlsmäßig einen Anhalt für seine Höhe

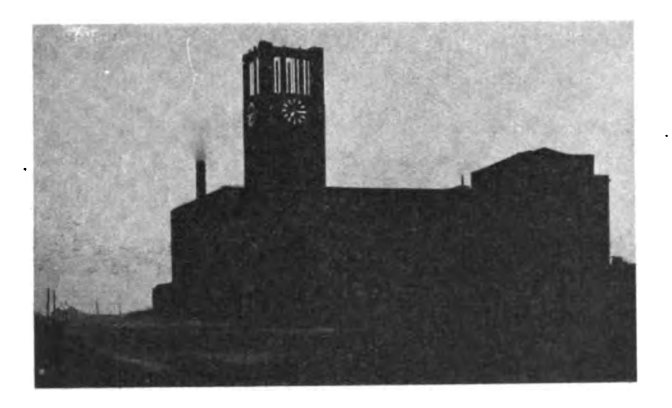


Abb. 13. Agelindus-Neon-Röhren als Hinderniskennzeichen (Hochhaus des Ullstein-Verlages, Berlin-Tempelhof).

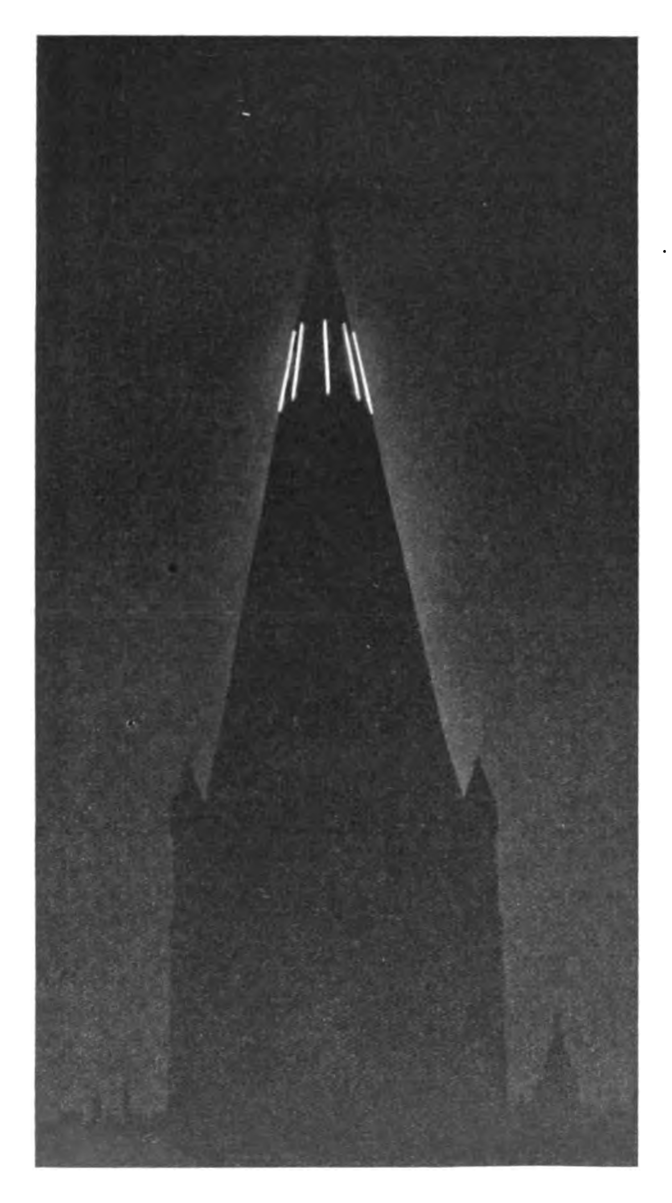


Abb. 14. Agelindus-Neon-Leuchtröhren als Hinderniskennfeuer (Genezareth-Kirche, Berlin-Tempelhof).

und Lage zum Erdboden, und er kann, da keinerlei Blendungsgefahr besteht, ganz niedrig über die Neonröhren hinweg einschweben. Die Leuchtdichte der Neonröhren ist so gering, daß man ohne weiteres auch aus kürzester Entfernung in sie hineinsehen kann, ohne nachher einen Blendungseindruck im Auge zu behalten.

Gerade bei dieser Verwendung von Neonröhren in größerer Anzahl kommt ihre überlegene Wirtschaftlichkeit voll zur Geltung. So benötigt die gesamte Umrandung des ausgedehnten Geländes des Berliner Flughafens nur 7 kW, ein Wert, der in gar keinem Verhältnis zu der erzielten Wirkung steht. In dem augenblicklichen Entwicklungstadium des Luftverkehrs, wo nur in sehr beschränktem Maße bei Nacht geflogen wird, braucht man dieser Tatsache vielleicht noch keine zu große Bedeutung beizumessen, aber die Zeit ist wahrscheinlich nicht mehr fern, wo auf allen Häfen von größerer Verkehrsbedeutung die Befeuerungsanlage dauernd während der ganzen Nacht in Betrieb sein muß. Dann spielt eine möglichst wirtschaftliche Ausnutzung der elektrischen Energie natürlich eine sehr bedeutende Rolle. Für die Umrandung in Berlin-Tempelhof sind in der Hauptsache

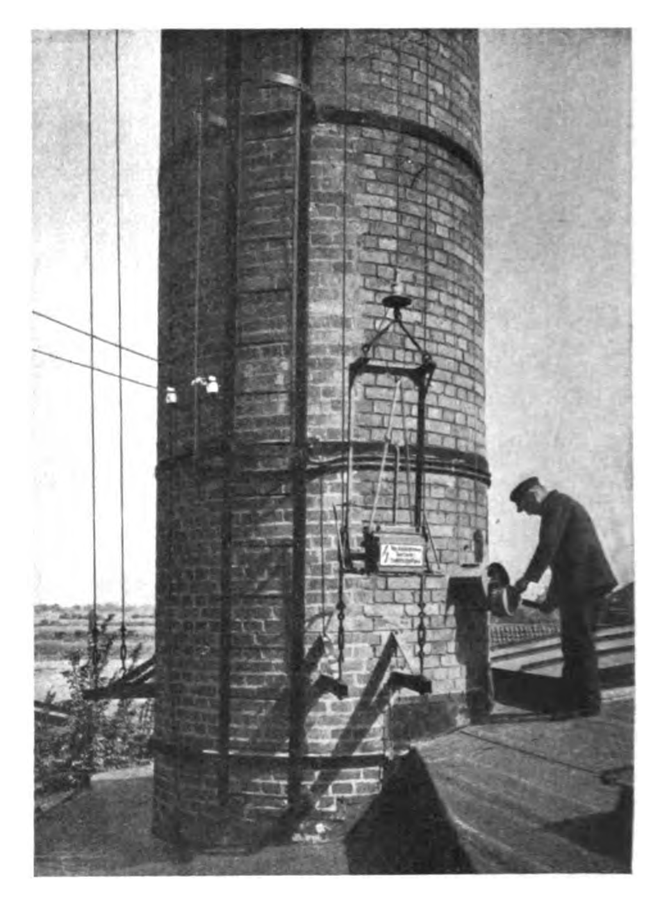


Abb. 15. Agelindus-Schornstein-Kennfeuer mit Aufzug-Vorrichtung (Hannover).

strichförmige Leuchtzeichen (Abb. 11) verwendet worden. Nur an den Ecken sind sie den Grenzen entsprechend winkelförmig gebogen (Abb. 12). Überhaupt können den Röhren entsprechend ihrer Verwendung ohne Schwierigkeiten die verschiedensten Formen gegeben werden. Stets wird man jedoch ein möglichst ausgedehntes Gebilde zu schaffen suchen, um die flächige Wirkung der leuchtenden Rohre auszunutzen. Bereits auf weite Entfernung wirkt das Zeichen dann nicht als leuchtender Punkt, sondern als Fläche, und ihre Größe bzw. ihr Größerwerden bei Annäherung gibt einen ausgezeichneten Anhalt für das Abschätzen der Entfernung. Punktförmige Lichtquellen geben erst auf ganz kurze Entfernungen einen räumlichen Eindruck.

Daher eignen sich Neonröhren auch besonders für Hindernisfeuer. Für ein landendes oder startendes Flugzeug ist es sehr wichtig, über die Lage u. U. vorhandener Hindernisse in der Nähe von Flughäfen orientiert zu sein, u. zw. muß die Befeuerung Lage, Ausdehnung und wenn möglich auch Höhe des Hindernisses erkennen lassen. In vielen Fällen hat man daher die Hindernisse, vor allem Schornsteine und Gebäude, von unten her angestrahlt und dadurch dem Flugzeugführer gezeigt. Aber ganz abgesehen von den erheblichen Energieverlusten wegen des flachen Auftreffwinkels des Lichtes spielt für

die Erkennbarkeit die Farbe des Gebäudes eine ausschlaggebende Rolle. So wird z. B. ein aus dunkelroten Ziegeln gebauter Schornstein, dessen oberer Teil außerdem noch verrußt ist, den größten Prozentsatz des auf ihn geworfenen Lichtes absorbieren und trotz hoher aufgewandter Lichtenergie gegen die Überstrahlung durch das Lichtermeer der Stadt nur schwer erkennbar sein. Außerdem muß man in der Blickrichtung schräg nach unten gegen die hellen Lichtquellen der Anstrahlungslampen sehen und wird dadurch das erleuchtete Hindernis noch weniger erkennen können. In großzügiger und technisch vorbildlicher Weise hat der Verlag Ullstein sein neues in der Nähe des Flughafens Tempelhof gelegenes Hochhaus nicht nur als Flughindernis markiert, sondern sogar ein gutes Ansteuerungslicht für von Süden kommende Flugzeuge geschaffen, indem er der Architektur des Turmes folgend die Fenster mit Neonröhren umgeben hat (Abb. 13). In kleinerem Maße ist das gleiche an der Spitze einer in Flugplatznähe liegenden Kirche in Tempelhof geschehen (Abb. 14). Trotzdem dieses Feuer verhältnismäßig schwach ist, wirkt es durch die große Leuchtfläche der an den Konturen des Turmes angebrachten Leuchtröhren stets räumlich, und es kann nicht vorkommen, daß es wie ein punktförmiges Hindernislicht irrtümlich in Blickrichtung auf den Erdboden projiziert und als Reklamelicht oder dergleichen angesprochen wird. Eine andere interessante Lösung ist bei den Hindernisfeuern aus Neonröhren, die einige Schornsteine bei den Flughäfen Hannover und Berlin bezeichnen (Abb. 15 u. 16), angewendet worden. Da es darauf ankommt, möglichst den höchsten Punkt der Schornsteine zu bezeichnen, hier aber die Beleuchtungskörper durch Rauch und Ruß sehr leicht verschmutzen, ohne daß es möglich ist, den Schornstein zwecks Reinigung der Lampen zu besteigen, sind sie an Seilen herunterlaßbar eingerichtet worden, so daß sie jederzeit leicht kontrolliert und gereinigt werden können.

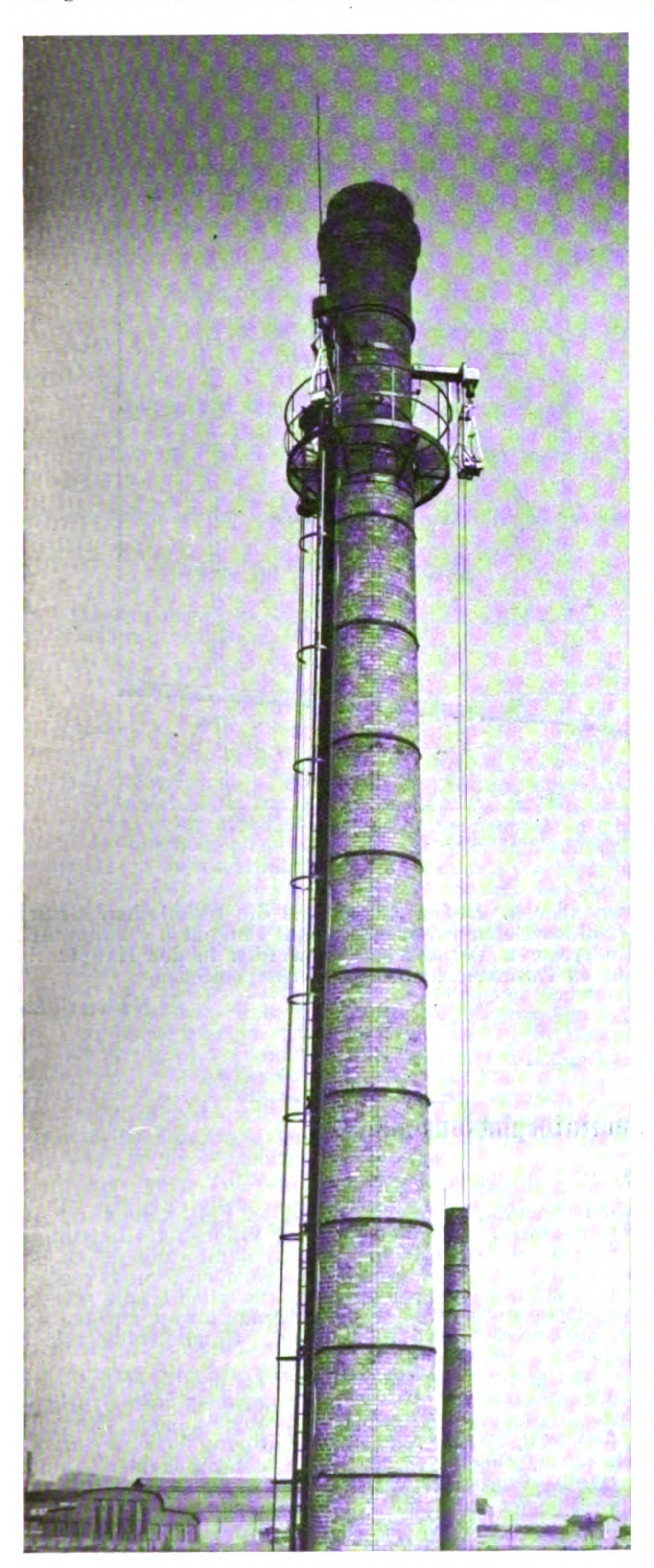


Abb. 16. Agelindus-Schornstein-Kennfeuer mit Aufzugvorrichtung in Betrieb.

Ein großer Vorteil und ein glückliches Zusammentreffen ist es, daß Rot die international festgesetzte Farbe für Warnungen und Hindernisse ist.

Hat der Flugzeugführer nun mit Hilfe dieser Befeuerungsanlagen den Flughafen gefunden, ist er über seine Ausdehnung und die Einschwebehindernisse orientiert, so braucht ihm nur noch seine Landestelle und Richtung gezeigt werden, was z. Zt. in einfachster Weise durch eine Reihe von farbigen Petroleum-Sturmlaternen geschieht. Die Reihe wird so gegen die Windrichtung aufgestellt, daß er von grün über weiß auf rot zu landen muß. Auch diese Farben sind in Übereinstimmung mit den internationalen Farbenregeln angewandt. Um aber auch unabhängig von der Landbeleuchtung über die augenblicklich herrschende Windrichtung orientiert zu sein, ist außerdem die Errichtung eines beleuchteten Windrichtungsanzeigers unerläßlich, der entweder aus einem erleuchteten Windsack oder einem **T**-förmigen Zeichen bestehen kann, das durch Anstrahlung von oben oder Neonkonturen auch bei Nacht sichtbar gemacht wird.

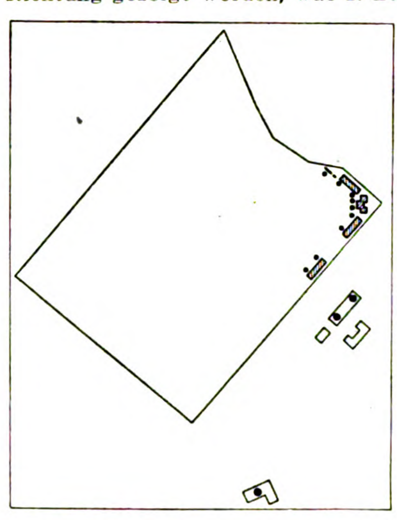


Abb. 17. Flughafen Königsberg (die Punkte bezeichnen die Hindernis-Kennfeuer). M: 1:20000.

Eine Nachtbefeuerung der geschilderten Art ist zur Zeit noch nicht auf allen Flughäfen notwendig, da nur wenige Nachtstrecken beflogen werden. Aber für Spätlandungen bei Dunkelheit muß jeder Hafen wenigstens über das notwendigste Leuchtgerät verfügen. Dazu gehören in erster Linie die Sturmlaternen für die Landbeleuchtung und ein nachts beleuchteter Windrichtungsanzeiger. U. U. kann es auch angebracht sein, in Gegenden mit starkem Dunst schon für die Dämmerung ein Kennungszeichen aus Neonröhren auf einem Flughafengebäude zu errichten. Ist jedoch nach der Lage der der Landezeiten öfter mit Dunkelheitslandungen zu rechnen, so hätte zu diesen Einrichtungen eine Befeuerung der Hindernisse zu treten, die u. U. gleich der erste Bauabschnitt für die später anzulegende Umrandung sein kann. So sind z. B. in Königsberg i. Pr. auf den Flughafengebäuden, die sich an der West- und einem Teil der Südgrenze des Platzes befinden (Abb. 17), Neon-Hindernisfeuer angebracht worden. Der dadurch entstandene rote Winkel gibt einen guten Anhalt für die Lage und Ausdehnung des Rollfeldes. Die weiteren Umrandungsfeuer auf den übrigen Seiten sollen später als zweiter Bauabschnitt zur Ausführung kommen. Anderseits ist es möglich, erst einen Teil der Umrandungsröhren etwa an den Bruchpunkten der Grenzen zur Aus-

führung zu bringen, wie es in Halle/Leipzig (Schkeuditz) gemacht worden ist (Abb. 18), und im nächsten Bauabschnitt weitere Neonröhren dazwischen zu setzen.

Jedenfalls ist es Pflicht jeder weit vorausschauenden Flughafenverwaltung, sich mit dem Problem der Nachtbefeuerung ihres Flughafens zu befassen, denn es kann nur noch eine Frage weniger Jahre sein, daß eine Nachtbefeuerung zu den selbstverständlichen Einrichtungen jedes Hafens oder Landeplatzes gehört. Anderseits sind die bisher gemachten Versuche im großen und ganzen abgeschlossen. Sie haben zu dem Ergebnis geführt, daß uns vor allem in dem Neonlicht ein allen Anforderungen entsprechendes Beleuchtungsmittel zur Verfügung steht. Es soll damit nicht gesagt sein, daß die Entwicklung bereits abgeschlossen wäre. Es ist sogar zu hoffen, daß noch weitere Fortschritte in kurzer Zeit gemacht werden, aber in großen Zügen sind die technischen Grundlagen für Befeuerungsanlagen auf Flughäfen erkannt, und die späteren Verbesserungen werden in der Hauptsache nur in Zusätzen zu diesem Gerüst bestehen.

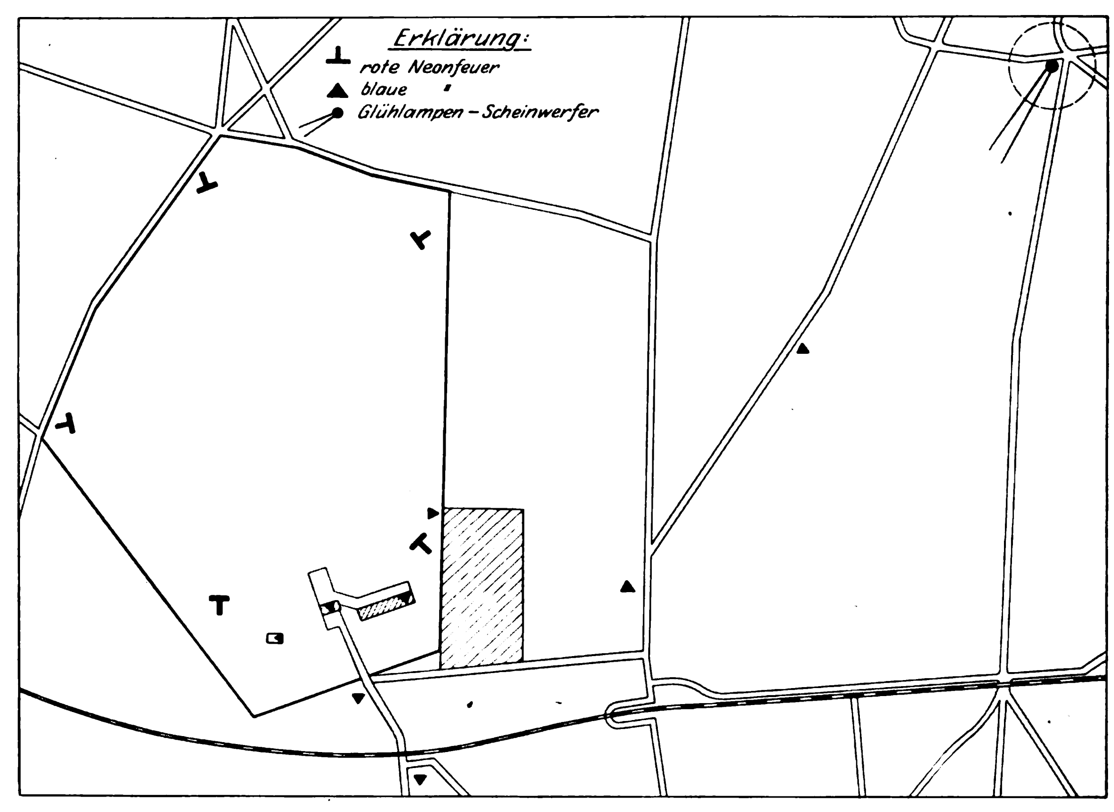


Abb. 18. Flughafen Halle/Leipzig (Schkeuditz).
M: 1:20000.

Neageli.

Die cos φ-Toleranz bei Kommutatorphasenschiebern.

Von F. Pinter, Wien.

Übersicht. Die R. E. M. enthalten keine besondere Bestimmung bezüglich der cos φ-Toleranz von kompensierten und von mit Phasenkompensatoren ausgerüsteten Asynchronmaschinen. Demzufolge beansprucht man die Toleranz nach eigenem Gutdünken und ohne einheitliche Bezugsbasis, wodurch sich namhafte, nicht jedem offensichtliche Wertunterschiede ergeben können. Im nachfolgenden wird auf die möglichen Auswirkungen solcher Toleranzen sowie auf noch andere Unsicherheiten und auf die deswegen angezeigte Kritik von Angeboten und Leistungsnachweisen aufmerksam gemacht.

Die Leistung des Kommutatorphasenschiebers wird in der Regel durch die Angabe der Verbesserung des Motorleistungsfaktors ausgedrückt, seltener in kompensierenden Blindkilowatt. Wird sie mit einer Toleranz garantiert, so wird letztere dann ebenfalls in Hundertsteln der Leistungsfaktoreinheit angegeben. Dagegen ist nichts einzuwenden, wenn es sich darum handelt, einen bestimmten, von einem Elektrizitätswerk preislich bevorzugten cos φ-Wert eines einzigen Motors oder mehrerer, aber ebenfalls mit eigenen Kompensationseinrichtungen zu versehender Motoren zu erreichen. Für den Durchschnittsinteressenten verborgen kann sich dagegen dieselbe Toleranz von, sagen wir, nur etwa 1 ... 2 Hundertsteln der cos φ-Einheit oder aber das Verschweigen des Toleranzanspruches in Angeboten erweisen, wenn es sozusagen auf jedes Blindkilowatt Mehr- oder Minderleistung ankommt. Das ist der Fall, wenn durch die Kompensierung weniger größerer Motoren die Leistungsfähigkeit einer Anschluß- oder Generatoranlage, an der noch viele kleinere, ohne eigene Kompensierung verbleibende Motoren hängen, so weit als möglich erhöht werden soll, oder wenn jedes ersparte Blindkilowatt zufolge der zusätzlichen Verrechnung nach Blindleistungszählerangaben einen Gewinn bedeutet.

Beispiel. — Ein Beispiel wird am deutlichsten dartun, welche Bedeutung u. U. Toleranzangaben, ausgedrückt in Hundertsteln der Leistungsfaktoreinheit, oder Toleranzansprüchen von gleicher Größenordnung beizumessen ist, die so anzusehen sind, als ob sie in der Angabe des angenäherten Wertes des erreichbaren cos φ enthalten wären. Angenommen, an eine Anschlußanlage von $J_a = 500$ A, $\cos \varphi_a = 0{,}75$ nacheilend, 500 V konstant, sind bei gleichbleibendem Gesamtstrom J_a noch Verbraucher, deren Durchschnitts-Leistungsfaktor $\cos \varphi_x = 0{,}65$ beträgt, anzuschließen. Um dies zu ermöglichen, soll ein in Betrieb befindlicher Asynchronmotor von $J_m = 200$ A, 500 V, $\cos \varphi_m = 0{,}83$ einen Phasenschieber erhalten. Der Phasenschieber wird für eine Erhöhung des Leistungsfaktors von $\cos \varphi_m = 0{,}83$ nacheilend $(+33^0 50')$ auf $\cos \varphi_m' = 0{,}995$ voreilend $(-5^0 43')$ mit Toleranz bis $\cos \varphi_m'' = 0{,}99$ nacheilend $(+8^0 7')$ angeboten. Je nachdem die Toleranz a) gar nicht oder b) ganz in Anspruch genommen wird, folgt (annähernd gleichbleibender Wir-



kungsgrad der Motoranlage vorausgesetzt): a) entsprechend dem Stromrückgange (zufolge der Kompensierung) von J_a auf

$$J_a' = \sqrt{(J_a \cos \varphi_a)^2 + \{J_a \sin \varphi_a - J_m (\sin \varphi_m - \cos \varphi_m \operatorname{tg} \varphi_m')\}^2} \approx 426 \text{ A}$$

und entsprechend der Leistungsfaktorerhöhung von $\cos \varphi_a$ auf

$$\cos \varphi_a' = \frac{J_a \cos \varphi_a}{J_a'} \approx 0{,}879$$

die Gesamtstromstärke J_x' der zusätzlich anschließbaren Stromverbraucher aus

$$J_a^2 = (J_a' \cos \varphi_a' + J_x' \cos \varphi_x)^2 + (J_a' \sin \varphi_a' + J_x' \sin \varphi_x)^2$$

zu

$$J_x' = -J_a' \cos(\varphi_a' - \varphi_x) + \sqrt{J_a'^2 \{-1 + \cos^2(\varphi_a' - \varphi_x)\} + J_a^2} \approx 78 \text{ A}.$$

Weiterhin folgt

b) entsprechend dem Stromrückgang von J_a auf

$$J_a'' = \sqrt{(J_a \cos \varphi_a)^2 + \{J_a \sin \varphi_a - J_m (\sin \varphi_m - \cos \varphi_m \operatorname{tg} \varphi_m'')\}^2} \approx 147 \text{ A}$$

und entsprechend der Leistungsfaktorerhöhung von $\cos \varphi_a$ auf

$$\cos \varphi_a'' = \frac{J_a \cos \varphi_a}{J_a''} \approx 0{,}839$$

die Gesamtstromstärke J_x'' der zusätzlich anschließbaren Stromverbraucher zu

$$J_x'' = -J_a'' \cos(\varphi_a'' - \varphi_x) + \sqrt{J_a''^2 \{-1 + \cos^2(\varphi_a'' - \varphi_x)\} + J_a^2} \approx 55{,}5 \text{ A}.$$

Wenn sich also die Toleranz von 0,015 der cos φ-Einheit voll auswirkt, so ist die zulässige Leistungsentnahme durch Neuanschlüsse um $100 (J_x' - J_x'') : J_x' \approx 29\,\%$ geringer, als wenn die Toleranz nicht beansprucht wird. Hinter der anscheinend so kleinen cos φ-Toleranz kann sich demnach ein beträchtlicher Leistungsausfall verbergen. Der Prozentsatz (t in nachfolgender Formel) des Ausfalles an ersparten Blindkilowatt ist naturgemäß noch etwas größer, nur ist die Steigerung der Anschlußmöglichkeit wegen der Phasenungleichheit der sich geometrisch zusammensetzenden Ströme nicht proportional sondern um weniger vermindert. Dieser Prozentsatz kommt indessen voll zum Ausdruck, wenn der Zweck der Kompensierung die Vergütung ersparter Blindkilowatt ist. Für Motorhalblast werden etwa doppelt soviel Hundertstel der cos φ-Einheit als Toleranz begehrt, was zwar meist nicht in erstgenanntem Falle (Kompensierung zwecks erhöhter Anschlußmöglichkeit), wohl aber im letztgenannten Falle (hinsichtlich Vergütung der ersparten Blindkilowatt) noch wesentlich in die Wagschale fallen kann.

Solche hohen Toleranzansprüche sind unbillig, wenn sie der Besteller nicht versteht oder wenn sie im angegebenen Näherungswerte des zu erreichenden cos φ verborgen sind, sie werden aber zuweilen verlangt und auch kenntnislos angenommen. In einem dem Verfasser bekannten Falle wurde auf Verlangen des Bestellers bzw. seiner Berater mit dem Lieferanten eines Phasenkompensators vereinbart, daß dieser zurückgenommen werden müsse, wenn der erreichte cos φ-Wert (nicht etwa die kompensierenden Blindkilowatt!) den Sollwert von etwa 1 um 5 % (!) unterschreitet. Geht man davon aus, daß eine wesentliche Toleranz notwendig ist, so kann sie anderseits ebenso beträchtlich zuungunsten des Phasenschieberlieferanten ausfallen, wenn sie nicht je nach dem Werte des Nenn-cos φ abgestuft sondern stets in gleichviel Hundertsteln der cos φ-Einheit begehrt wird. Zur Veranschaulichung, insbesondere aber, um den Interessenten eine einfachere Formel für die Einschätzung der cos φ-Toleranz zu bringen, diene als Beispiel, daß der Leistungsfaktor eines Motors von $\cos \varphi_m = 0{,}83$ nacheilend auf a) $\cos \varphi_m' = 0{,}8$ voreilend mit einer Toleranz bis $\cos \varphi_m'' = 0{,}815$ voreilend und auf b) $\cos \varphi_m' = 0{,}995$ voreilend mit der Toleranz bis $\cos \varphi_m'' = 0{,}99$ nacheilend gebracht werden soll. Es beträgt dann die Toleranz, umgerechnet von 0,015 der cos φ-Einheit in t % der Blindkilowatt-Solleistung (gleichbleibender Motorwirkungsgrad angenommen) nach der Formel

$$t\,\% = \frac{\operatorname{tg} \varphi_m'' - \operatorname{tg} \varphi_m'}{\operatorname{tg} \varphi_m - \operatorname{tg} \varphi_m'},$$

hergeleitet aus der Gleichung

$$J_m \cos \varphi_m \operatorname{tg} \varphi_m'' - J_m \cos \varphi_m \operatorname{tg} \varphi_m' = t\,(J_m \sin \varphi_m - J_m \cos \varphi_m \operatorname{tg} \varphi_m'),$$

im Falle a) $t \approx 0{,}028$ (2,8 %),
im Falle b) $t \approx 0{,}315$ (31,5 %).

Diese Unstimmigkeiten können ohne weiteres vermieden werden dadurch, daß man als Toleranz, wie es auch zuweilen geschieht, einen für gleichen Belastungsgrad gleichen Prozentsatz der Blindkilowatt-Solleistung und auch diese selbst angibt. Es ist übrigens nichts natürlicher als das, da ja der Phasenschieber nicht Hundertstel der Leistungsfaktoreinheit sondern eben Blindkilowatteinheiten leistet. Der Einwand, den der Verfasser hörte, daß dem Durchschnittsinteressenten der Begriff des Leistungsfaktors vertrauter ist und daß man daher mit dem Begriff der Blindkilowattleistung möglichst nicht kommen soll, ist nicht stichhaltig. Man kann die Toleranz schließlich nebenbei auch in Hundertsteln der cos φ-Einheit angeben, wird dann allerdings je nach dem Bezugswert des cos φ sehr verschiedene Beträge zu nennen haben. Das besagt aber nur wieder, daß sich der cos φ als Bezugsgröße des Toleranzanspruches nicht eignet. Wenn ein Motor mit $\cos \varphi_m = 0{,}8$ nacheilend in einem Falle a) auf $\cos \varphi_m' = 0{,}8$ voreilend und in einem Falle b) auf $\cos \varphi_m' = 0{,}995$ voreilend ohne und auf $\cos \varphi_m''$ bei Auswirkung der Toleranz von $t = 20\,\%$ der Nennblindkilowatt kompensiert wird, so beträgt die Toleranz, umgerechnet von t in $\Delta \cos \varphi$, das ist in Hundertsteln der cos φ-Einheit:

im Fall a): $\Delta \cos \varphi \approx 0{,}112$,
im Fall b): $\Delta \cos \varphi \approx 0{,}0075$,

und zwar gemäß der Formel

$$\Delta \cos \varphi = |(1 - \cos \varphi_m') \pm (1 - \cos \varphi_m'')|,$$

worin φ_m'' bestimmt ist durch die Beziehung

$$\operatorname{tg} \varphi_m'' = \operatorname{tg} \varphi_m' + t\,(\operatorname{tg} \varphi_m - \operatorname{tg} \varphi_m'),$$

hergeleitet aus der oben gebrachten Gleichung, aus der auch die Formel für t hervorging. Das —- bzw. +-Zeichen in der Formel für $\Delta \cos \varphi$ gilt, je nachdem sowohl der Winkel φ_m'' als auch der Winkel φ_m' induktiv oder kapazitiv bzw. ersterer induktiv, letzterer dagegen kapazitiv ist.

Erhebt man nun die Frage, ob und inwieweit eine cos φ-Toleranz gerechtfertigt ist, so ist zunächst zu sagen, daß sich die Frage auch auf die kompensierten und auf die synchronisierten Asynchronmaschinen erstreckt. Die synchronisierte Asynchronmaschine — sie steht vereinzelt auch als Generator in Betrieb — gleicht im Betriebe offenbar der Synchronmaschine, für die nach den R.E.M. keine cos φ-Toleranz zulässig ist, weil die kompensierenden Blindkilowatt als Leistung betrachtet werden. Der Zweck der Kompensierung ist aber auch beim kompensierten Motor und bei dem mit einem Kommutatorphasenschieber ausgerüsteten Asynchronmotor derselbe, und dafür werden auch höhere Preise bezahlt, eventuell auch ein verminderter Wirkungsgrad in Kauf genommen. Wenn die Toleranz im Angebot beansprucht wird, so ist es allerdings Sache des Käufers, sie zu beachten, man sollte aber durch einheitliche Nennung des Sollwertes der kompensierenden Blindkilowatt und der Toleranz in Prozenten desselben jedes Mißverstehen ausschließen und dementsprechend dem Interessenten auch die ihm meist nicht geläufige Umrechnung der Angebote auf gleiche Toleranzbasis ersparen. Wenn dagegen der Toleranzanspruch nicht genannt wird, aber in der Angabe des Näherungswertes des zu erreichenden Leistungsfaktors enthalten ist, so fragt es sich, was für die Prüfung auf Erfüllung der vertraglichen Leistung maßgebend ist. Es kann ja schon — wie aus dem zuletzt gebrachten Beispiel ersichtlich — die cos φ-Abweichung um nur 0,0075 eine 20prozentige Leistungsminderung bedeuten, es kann jedoch derselbe Leistungsausfall auch erst bei einer vielfach (im Beispiel 15fach) höheren cos φ-Abweichung eintreten.

Wenn der Phasenkompensator mit dem Motor von derselben Firma ist, so darf vorausgesetzt werden, daß die Toleranzforderung alle Unsicherheiten umfaßt, sofern auch die Belastungsverhältnisse des Motors hinreichend bekannt sind. Ist dagegen der Kompensator von einem anderen Erzeuger, dann ist außerdem mit der Unsicherheit in den Angaben der Motordaten zu rechnen. Meist bezahlt der Interessent die Reise zur Erhebung der Daten im Betriebe nicht, und der Kompensatorlieferant beschränkt sich auf die Angaben des Motorlieferanten. Selten wird man gemessene Daten, meist nur gerechnete Werte angegeben erhalten, die von den wirklichen (für die in Rede stehenden

Zwecke) schon erheblich abweichen können. Der Schlupf und damit auch die Schlupfspannung des Asynchronmotors dürfen beispielsweise nach den R.E.M. um 20 %, der Leistungsfaktor bis 0,06 vom Sollwert verschieden sein, abgesehen davon, daß der Motorlieferant für nachträgliche Angaben zu anderem Zwecke nicht verantwortlich gemacht werden kann. Wenn der Käufer also sicher gehen will, so muß er auch noch darauf achten und die Motordaten am besten durch den Kompensatorlieferanten verantwortlich messen lassen. Besondere Vorsicht ist geboten, wenn durch die Kompensierung von Motoren der Ausbau einer Stromerzeuger- oder Anschlußanlage vermieden werden soll. In solchem Falle ist die Leistung des angebotenen Kommutatorphasenschiebers jedenfalls um das vermindert zu betrachten, was an Toleranz beansprucht wird und was an weiterer Unsicherheit noch möglich ist.

Aus der Großen Deutschen Funkausstellung 1928.

Von **W. Burstyn**, Berlin.

Ein Jubiläum wurde die 5. Funkausstellung bei ihrer Eröffnung von mehreren Rednern genannt mit der Begründung, daß fünf Jahre bei der stürmischen Entwicklung der Funktechnik schon eine lange Zeit bedeuteten. Das ist in vollem Maße richtig, soweit es die Verbreitung des Rundfunks und die Anpassung der Geräte an den Bedarf der Verbraucher betrifft. Umwälzende Erfindungen sind aber gerade in den letzten Jahren nicht aufgetaucht. Für die Industrie ist das ein Glück; sie hat mehr als genug damit zu tun, das Gegebene zu verarbeiten und für die Vervollkommnung der Geräte auszuwerten.

An Ausdehnung übertraf die Ausstellung selbst die des Vorjahres[1]. Die alte Funkhalle war durch einen Anbau gleichen Querschnittes verlängert und durch eine Brücke über die Straße hinweg mit der Neuen Autohalle verbunden worden. Auch von dieser wurde noch ein Viertel von einzelnen kleineren Firmen eingenommen. Der übrige Raum war von einer Sonderausstellung belegt, die hauptsächlich von den Behörden veranstaltet war. Hier zeigten u. a. die Reichspost ein Museum für die Geschichte der Funktechnik, die Polizei den Betrieb ihrer Funkeinrichtungen, die Reichs-Rundfunk-Ges. m. b. H. statistische Darstellungen, hier wurden die Fernseher von Prof. Carolus und von Mihaly, der Fultograph, das Fernkino von Telefunken und der Triergon-Tonfilm vorgeführt. Eine kleine Ehrenhalle war dem Andenken von Heinrich Hertz gewidmet.

Von überwältigender Reichhaltigkeit war die Ausstellung der Industrie. Um auch nur das Wichtigste besichtigen zu können, bedurfte es mehrerer Besuche. Man hatte geradezu das Gefühl eines Mißverhältnisses zwischen der kurzen Dauer und dem großen Aufwande. Daran ist leider nichts zu ändern. Um so mehr wäre zu wünschen, daß die Aussteller den Besuchern einen leichteren Überblick ermöglichen. Ein Beispiel, wie es gemacht werden kann, bildete der Vorführungsraum von Ehrich & Graetz. In eine freistehende Wand war je ein Lautsprecher der von der Firma hergestellten Typen eingebaut, mit Preisangabe und Bezeichnung. Sie konnten wahlweise an einen Verstärker angeschaltet werden; der spielende Lautsprecher war an seiner durchscheinenden Beleuchtung erkennbar. Diese Anordnung gestattet einen bequemen Vergleich. Meist aber werden die ausgestellten Gegenstände ohne sachlichen Leitgedanken gruppiert und zwecklos angehäuft; beigefügte Tafeln, wenn überhaupt vorhanden, preisen an, statt aufzuklären, die Stände sehen wie Kaufläden aus. Das ist freilich anderswo auch nicht besser, und im ganzen ist festzustellen, daß die Ausstellung einen sehr erfreulichen Eindruck machte und daß sich die Güte der Erzeugnisse weiter merkbar gehoben hat; Minderwertiges trat als Ausnahme auf.

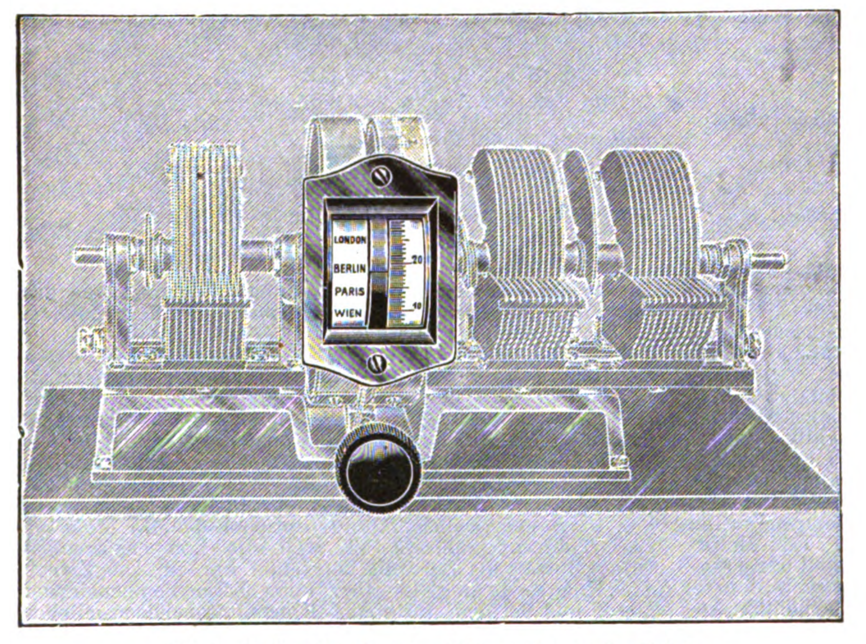


Abb. 1. Drehkondensatorsatz mit Trommelskala der N. S. F.



Abb. 2. Skalenscheibe mit Grob- und Feinstellung.

Von den Einzelteilen ist nicht viel Neues zu berichten. So gab es an veränderlichen Kondensatoren keine neuen Formen, vielmehr sind einige extravagante des Vorjahres von der Bildfläche verschwunden. Vorherrschend ist der Drehplatten-Luftkondensator mit frequenzgerader oder logarithmischer Kapazitätskurve. Bei eleganteren Empfängern wird er oft, namentlich wenn mehrere Kondensatoren miteinander gekoppelt sind, mit zur Frontplatte paralleler Achse montiert und trägt nach Art eines Profilinstrumentes eine Trommelskala. Abb. 1 zeigt einen solchen Satz der Nürnberger Schraubenfabrik. Die Einstellung erfolgt durch den vorn befindlichen Drehknopf mittels verlangsamenden Saitentriebes. Ähnliche Bauarten, meist mit Reibradgetriebe, werden von vielen Firmen hergestellt. Sind die Kondensatoren mit parallelen Achsen nebeneinander montiert, so werden sie durch Drahtseile oder Gelenkstangen (Förg u. a.) miteinander gekuppelt und mit einer flachen Skalenscheibe versehen. Häufig beleuchtet ein kleines Lämpchen die Skala, das zugleich anzeigt, ob der Empfänger unter Strom steht. — Als „Kurzwellenkondensatoren" werden solche von größerem Plattenabstande und kleinerer Kapazität bezeichnet, bei denen Übergangswiderstände und ähnliche Fehler sorgfältig vermieden sind. — Für die Feinstellung der Kondensatoren sind zahlreiche Mittel in Anwendung, am häufigsten die flache Skalenscheibe mit Getriebe. Eine solche der Iso-Preßwerke G. m. b. H. (Abb. 2) hat Grobstellung und

[1] ETZ 1927, S. 1525.

ausrückbare Feinstellung mit einem Übersetzungsverhältnis von 1 : 160. Die Kondensatorachse wird nicht durch die unzuverlässige Madenschraube, sondern durch ein zentrisches Zangenfutter angeklemmt.

Vielleicht die bedeutendste Neuerung sind die Trockengleichrichter. Ihr wirksames Element[2] besteht aus mit Kupferoxyd oder -jodür überzogenen Kupferplatten, die in der Regel gegen eine Bleiplatte gepreßt sind. Die Ausführung von S. & H. (Abb. 3) ergibt z. B. 0,5 A bei 2,5 ... 6,5 V. Ursprünglich nur zum Laden von Akkumulatoren bestimmt, scheinen die Trockengleichrichter jetzt, ein Jahr nach ihrem ersten Auftreten, zuverlässig genug zu sein, um unmittelbar die Empfangsröhren heizen zu dürfen. Das kombinierte Netzanschlußgerät von Dr. Seibt enthält z. B. einen solchen Cuprox-Gleichrichter.

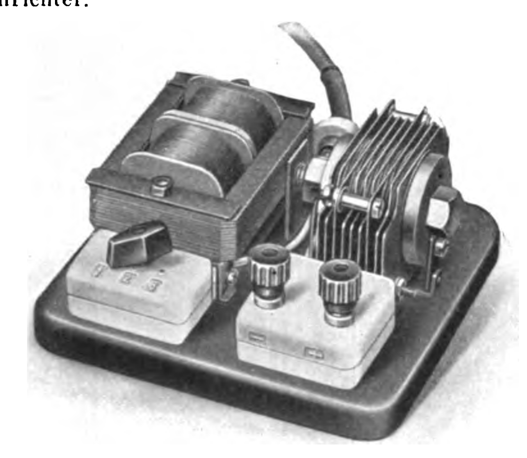


Abb. 3. „Protos"-Trockengleichrichter von S. & H.

Bekanntlich macht es viel mehr Schwierigkeiten, die Heizung als die Anodenspannung aus einem Wechselstromnetz zu entnehmen. Die unmittelbare Heizung mit Wechselstrom ist nur für die Hochfrequenzstufen und für die Endstufen — hier wird sie allgemein angewendet — zulässig, nicht aber für die ersten Niederfrequenzstufen, weil der Wechselstromton zu sehr verstärkt würde. Kurze Heizfäden helfen etwas, aber nicht ausreichend. Auch das Gleichrichten wirkt nicht; man hätte bei der niedrigen Spannung und großen Stärke des Heizstromes zu seiner völligen Beruhigung Siebketten mit so großen Kapazitäten nötig, daß sie als Papierkondensatoren mehrere Kubikdezimeter erfüllen würden. Was hier gefehlt hat, bringen die Hydra-Werke und die Firma Wandel u. Schmidt, nämlich einen Niederstspannungskondensator, der in einem Volumen von etwa 300 cm³ einige tausend Mikrofarad enthält. Sein Isolationswiderstand ist niedrig, und er darf nur mit 10 V belastet werden, das genügt aber für den vorliegenden Zweck. Über die Bauart war nichts Näheres zu erfahren. Vermutlich ist es ein aus Aluminiumfolie gewickelter Kondensator, dessen wirksame Schicht die Aluminiumoberfläche darstellt, ähnlich wie bei den elektrolytischen Kondensatoren.

Ein anderer Weg, vom Netz zu heizen, wurde m. W. nur von der Ideal Werke A. G., Berlin, beschritten. Die Fäden der Röhren sind in Reihe geschaltet, so daß auch der Heizstrom geringe Stärke besitzt und parallel zum Anodenstrom über eine mäßig große Siebkette dem Gleichstromnetz, gegebenenfalls über einen verhältnismäßig kleinen Gleichrichter dem Wechselstromnetz, entnommen werden kann. Sollte das nicht die einfachste und beste Lösung sein? — Dasjenige Mittel aber, welches am meisten benutzt wird, ist die Röhre mit indirekter Heizung. Ihrer im letzten Jahre gelungenen Ausbildung ist der große Aufschwung zu verdanken, den die Netzanschlußempfänger seither genommen haben. Noch haben sie nicht auf der ganzen Linie gesiegt. Die Akkumulatoren- und die Batteriefabriken führen den Kampf gegen sie mit Verbesserungen ihrer Erzeugnisse und haben den billigeren Anschaffungspreis für sich. Schließlich gibt es auch nicht überall Steckdosen. Aber das allgemeine Bestreben geht dahin, den Rundfunkempfänger immer mehr vom Laboratoriumsgerät zum Gebrauchsgegenstande werden zu lassen, der keinerlei Wartung bedarf und mit dem jeder Laie umgehen kann. Mit anderen Worten: Netzanschluß und Einknopfbedienung! Hingegen ist der Wunsch nach unendlicher Reichweite vernünftigerweise in den Hintergrund getreten. Gesteigerter Wert wird auf gute akustische Wiedergabe und Lautstärke gelegt.

Zwischen den Orts- und den Fernempfänger hat sich — ohne scharfe Grenze nach beiden Seiten — der Bezirksempfänger eingeschoben, der an jeder Stelle Deutschlands mindestens den nächsten Sender zu empfangen gestattet. Vom Ortsempfänger unterscheidet er sich durch bessere Abstimmittel und Rückkoppelung, begnügt sich aber, wie dieser, neuerdings oft mit zwei Stufen, dank der Güte der neuzeitlichen Endröhren. Beinahe verschwunden ist die Reflexschaltung, und mit Recht. Der Überlagerungsempfänger hat, weil er für Rahmenempfang geeignet ist, dort Fuß gefaßt, wo man es ihm am wenigsten zugetraut hätte, nämlich bei den Koffergeräten. Im übrigen hat er merklich zugunsten des Neutrodynempfängers an Boden verloren. Fast durchgehend wird der Wellenbereich von 200 ... 2000 m in zwei Stufen unterteilt, wobei die rundfunkfreie Zone von 600 ... 1000 m mitunter ausgelassen ist. Sperrkreise werden in zunehmendem Maße benutzt; sie sind, da sie nicht nachgestellt zu werden brauchen, ein bequemeres Mittel zur Erhöhung der Selektivität als die eigentlichen Abstimmkreise. — Außer vollständigen Kurzwellenempfängern sind auch Vorsatzgeräte mit einer Audionröhre erhältlich, hinter die ein gewöhnlicher Empfänger oder Verstärker geschaltet wird. Einige Beispiele typischer oder interessanter Geräte mögen folgen.



Abb. 4. Empfänger „Überland und mehr" von N. u. K.

Der Orts- und Bezirksempfänger von Neufeldt u. Kuhnke, Kiel (Abb. 4), für Anschluß an Wechselstrom bestimmt, enthält in einem Blechkasten eine Gleichrichter-, eine indirekt geheizte Audion- und eine Niederfrequenzröhre. Auf der Vorderseite sind die Skalenscheibe des Abstimmkondensators und der Umschalter für die zwei Wellenbereiche zu sehen. Die Antennenkuppelungen für die beiden Bereiche sind getrennt und von der linken Seite durch einen Schlüssel ein für allemal nach Maßgabe der verwendeten Antenne einzustellen. Ähnliche Netzanschlußempfänger mit zwei oder drei Röhren bauen die meisten Firmen, zum kleineren Teil auch für Gleichstrom. Loewe hat seinen bekannten Ortsempfänger durch Ausbau einer Rückkoppelung zum Bezirksempfänger umgestaltet.

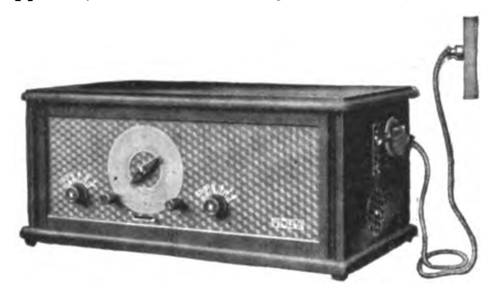


Abb. 5. Vierröhren-Neutrodyn mit Netzanschluß.

Geräte mit vier Röhren sind schon als richtige Fernempfänger anzusehen. Von den unzähligen Ausführungsformen sei ein für Gleich- und Wechselstromanschluß lieferbares Neutrodyn der Nora-Radio G. m. b. H. (Abb. 5) aufgeführt. Sehr gut durchgearbeitete Fünf-

[2] Vgl. ETZ 1927, S. 1738.

Röhren-Neutrodyne mit getrennt abgeschirmten Kreisen haben S. & H. und Telefunken (Abb. 6) herausgebracht.

Die für Einknopfbedienung erforderliche sorgfältige Abgleichung der einzelnen Kreise verteuert die Herstellung mehrstufiger Neutrodynempfänger wesentlich. Man sucht sie daher zu umgehen. Ein Mittel ist die Schirmgitterröhre, die in einer Stufe etwa hundertfache Verstärkung ergeben soll. Der „Geadem"-Fernempfänger der A E G enthält eine solche vor dem Audion. Einen anderen Weg ist Loewe gegangen. Er schaltet in seinem neuen Fernempfänger drei seiner neuen zweistufigen Hochfrequenzröhren hintereinander, hat also sechs aperiodische Hochfrequenzstufen, worauf eine Dreifachröhre für Niederfrequenz folgt. Abgestimmt wird nur der Rahmen und ein Kreis hinter der Hochfrequenz.



Abb. 6. Fünf-Röhren-Neutrodyn.

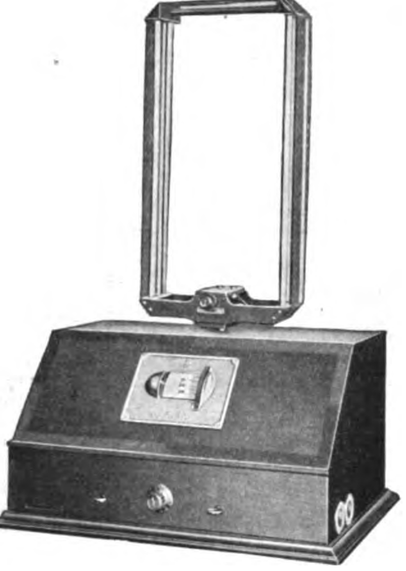


Abb. 7. Überlagerungsempfänger „Neutrohet" mit Rahmenantenne.

Unter den Überlagerungsempfängern ist wegen seiner Schaltung der der Kramolin G. m. b. H. bemerkenswert. Die Hochfrequenz wird zunächst durch eine viergliedrige Filterkette geführt, welche nur die Wellen von 200 ... 600 m bzw. nach Umschaltung von 700 ... 2500 m



Abb. 10. „Tefaphon" der Telefonfabrik Berliner A. G.

durchläßt. Der Abstimmknopf ändert die Überlagerungswelle, wobei die Zwischenfrequenz immer 650 m beträgt. Das hat folgenden Sinn: Jede Überlagerungswelle ergibt bekanntlich die vorgegebene Zwischenfrequenz nicht nur mit der einen gewünschten, sondern auch mit einer zweiten Welle. Diese unangenehme Eigenschaft des Überlagerungsempfängers ist hier dadurch beseitigt, daß die zweite Welle von der Filterkette nicht mehr durchgelassen wird. — Der „Neutrohet" der Deutschen Telephonwerke u. Kabelindustrie A. G. (Abb. 7) ist gegenüber dem des Vorjahres vervollkommnet worden, indem er Einradbedienung, also gekuppelte Kondensatoren, erhalten hat. Einen Zentralempfänger fast in der Größe eines Kleiderschrankes für Siedlungen und Krankenhäuser, der 500 Lautsprecher zu speisen vermag und selbstverständlich für Netzanschluß eingerichtet ist, haben die Radio-Werke Schneider-Opel gebaut.

Unter den Lautsprechern ist der elektromagnetische weitaus am häufigsten. Für größere Leistungen



Abb. 8. Elektrodynamischer Lautsprecher „Geakord"

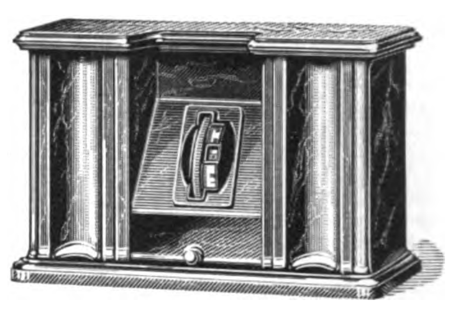


Abb. 9. Netzanschlußempfänger der Ideal Werke A. G.

wird er mit magnetisch-neutralem Anker versehen, nach Art eines polarisierten Relais. Der elektrostatische Lautsprecher hat sich auf der Höhe des Vorjahres gehalten. Elektrodynamischer Antrieb wird insbesondere in Verbindung mit Kraftverstärkern verwendet, weil er allein auch für große Amplituden Proportionalität zwischen Strom und Ausschlag, also verzerrungsfreie Wiedergabe,

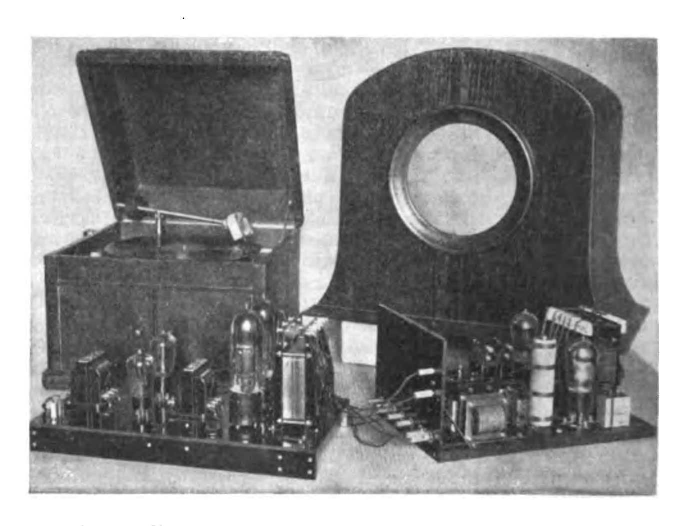


Abb. 11. Kraftverstärker mit Grammophon und Lautsprecher.

sichert. Abb. 8 zeigt den elektrodynamischen Geakord-Lautsprecher der A E G, dessen Fußgestell einen Wechselstromgleichrichter für das Magnetfeld und einen Ausgangstransformator 25 : 1 enthält. Vogt, Ideal Werke und S. & H. bringen im Fuße ihrer Lautsprecher einen Bezirksempfänger mit Netzanschluß unter.

Unter den Empfängern mit eingebautem Lautsprecher sind die Koffergeräte der Lorenz A.-G. (6 Röhren) und der Ideal Werke A. G. (5 Röhren) zu erwähnen, beide als Überlagerungsempfänger ausgeführt. Durch

Formschönheit und Zweckmäßigkeit zeichnet sich ein Dreiröhren-Netzanschlußempfänger (Abb. 9) der Ideal Werke A.-G. aus, der im einen Seitenteile einen Lautsprecher, im anderen die Netzanschlußeinrichtung enthält; letztere ist für Gleich- oder Wechselstrom auswechselbar.

Viele der größeren Empfänger sind mit einer Steckdose zum Anschluß eines Tonabnehmers für Grammophonplatten versehen. Mehrfach gab es auch Truhen, die einen Empfänger, ein Grammophon mit elektrischem Tonabnehmer und einen Lautsprecher enthielten (Abb. 10). Ein Umschalter gestattet, den Lautsprecher nach Belieben vom Rundfunk oder von der Platte spielen zu lassen. Für besonders große Lautstärken sind die Kraftverstärker bestimmt, deren Ausgang stets in Gegentakt geschaltet ist und bis zu einigen Watt Tonstrom ergibt. Abb. 11 zeigt offen eine solche Anlage von Dr. Dietz u. Ritter, Leipzig. Man erkennt rechts vorn das Netzanschlußgerät für Wechselstrom mit zwei Gleichrichtröhren, links vorn den Verstärker mit zwei Vor- und zwei Endröhren, links hinten ein Grammophon mit elektrischem Tonabnehmer, rechts einen elektrodynamischen Lautsprecher. Die Kraftverstärker können sowohl in Verbindung mit einfachen Rundfunkempfängern als auch mit einem Grammophon arbeiten. Bei einem Modell der Ideal Werke besitzt die Endstufe vier Röhren, und diese sowie die Vorröhren sind alle in Reihe geheizt, wobei die Emissionströme zur Heizung beitragen. Daraus ergibt sich ein überraschend hoher Nutzeffekt: Bei einer Stromaufnahme von etwa 0,25 A aus dem Netz beträgt der Ausgangstrom 70 mA.

Bildrundfunkempfänger stellen schon mehrere Firmen her. Wohl der billigste ist der von Lootze, der vollkommenste der von Telefunken, bei welchem die Synchronisierung durch den antreibenden Wechselstrommotor erfolgt.

Das geschäftliche Ergebnis der Ausstellung soll für die Industrie sehr befriedigend gewesen sein. Die Zahl der Besucher überstieg 200 000 und damit um gut ein Drittel die des vergangenen Jahres.

Der Kohlenstaubmotor.

Die Erzeugung von Maschinenkraft aus Kohle erfolgt zur Zeit dadurch, daß man die Kohlenhitze durch eiserne Kesselwände in Wasser schickt und dieses in Dampfform umwandelt. Der Dampf entspannt sich dann von seinem Überdruck in einer Kolbenmaschine oder einer Dampfturbine und entweicht nach Arbeitsleistung aus derselben. Es steckt dann in dem Dampf noch eine Energiemenge von etwa 94 ... 88 %, z. B. in einer Lokomotive. In Kraftwerken schlägt man den Dampf nach seiner Arbeitsleistung als Wasser durch Abkühlung an wassergekühlten Flächen nieder und schickt dieses Wasser im Kreislauf von neuem in die Kessel. Mit den besten Einrichtungen dieser Art werden etwa 20 ... 25 % der gesamten Kohlenwärme in Maschinenleistung umgesetzt.

Aus bestimmten Kohlensorten, wie hochwertigem Anthrazit, Koks oder Braunkohlenbriketts kann man auch in Sauggasgeneratoranlagen Maschinenkraft erzeugen; aber die Anlage ist umständlich und kommt erfahrungsgemäß in der Gaserzeugung den Kraftschwankungen der Maschinenbetriebe nicht schnell genug nach. Man kann für diese Sonderfälle aus besonderer Kohle etwa 30 % der Brennstoffwärme in Maschinenkraft umsetzen; weil das erzeugte Gas in der Explosionsgasmaschine kalt angesaugt werden muß, hat durch Abkühlung des erzeugten Gases der Generator nur etwa 70 % Wirkungsgrad.

Den Umweg über den Dampf vermeidet auch der Dieselmotor. Seine Eigenart besteht darin, daß wie im Sauggasmotor der Brennstoff innerhalb gekühlter eiserner Maschinenzylinderwände als Flamme auf stark verdichtete Luft erhitzend einwirkt und die Luft sich dann Arbeit verrichtend ausdehnt und abkühlt. Die Brennstoffwärme läßt sich dabei zu etwa 35 % ihres Heizvermögens in Maschinenkraft umsetzen. Der Dieselmotor wird in dieser hohen Wärmeausnutzung von keiner andern Kraftmaschine der Gegenwart erreicht oder gar übertroffen. Er läßt sich aber nur mit flüssigem Brennstoff, also Öl, betreiben. Auf gleichen Wärmeheizwert bezogen, ist aber Öl in Deutschland und den meisten Kohlenländern, wie England, Frankreich, Italien, 5 ... 8mal so teuer als Kohle. Selbst in den ölreichen V. S. Amerika ist Öl 3 ... 4mal so teuer als Kohle.

Viele Erfinder und Ingenieure der ganzen Welt haben seit mehr als 100 Jahren vergeblich versucht, aus Kohle in Brennkraftmaschinen unmittelbar Arbeit zu erzeugen, also dieselmotorähnliche Maschinen mit billigem Kohlenstaub an Stelle des teuren Öles zu betreiben. Daß in solchen Kohlenstaub-Luft-Gemischen großes Arbeitsvermögen stecken muß, zeigen die oft verheerenden Entzündungen solcher Gemische in Kohlenbergwerken, wenn ein Sprengschuß den Kohlenstaub eines Abbauortes aufwirbelte und zur Entzündung brachte. Auch Rudolf Diesel suchte seine Maschine im Anfang für den billigen Kohlenstaub einzurichten, ohne das Ziel zu erreichen. Es war dies vor nunmehr 30 Jahren bei der Ausarbeitung des Dieselmotors in der Maschinenfabrik Augsburg von 1894 bis 1897 noch nicht zeitgemäß, weil damals so viel Abfallölsorten ohne große Verwendbarkeit auf den Markt drückten, daß 1 kg für nur etwa 4 Pf zu haben war. Die Nachfrage nach Öl durch den Dieselmotor hat aber den Ölpreis zur Zeit auf 12 ... 16 Pf/kg heraufgetrieben, so daß der Dieselmotor nur dort die Dampfmaschine verdrängen konnte, wo seine besonderen Vorzüge — sofortige Betriebsbereitschaft, kein äußeres Feuer, keine Konzession, wenig Wasserbedarf, wenig Grundfläche, wenig Bedienung — ausschlaggebend ins Gewicht fielen. Dem Dieselmotor blieben aber trotz seiner unerreicht hohen Wärmeausnutzung diejenigen Anwendungsgebiete verschlossen, bei denen es auf die geringsten Krafterzeugungskosten, wie bei Elektrizitätswerken, ankam, oder wo, wie bei Lokomotivbetrieb, die hohen Treibölpreise die sonstigen erstrebten und erreichbaren Vorteile des Dieselmotors aufzehren.

In der Mehrzahl der Kesselanlagen mit Kohlenfeuerung liegt die brennende Kohle auf Roststäben, durch deren Zwischenraum die Verbrennungsluft zur Kohle strömen muß. Die Rostspalten verlangen also, daß die Kohlenstückchen darüber größere Durchmesser, also eine gewisse Korngröße von etwa 8 mm aufwärts haben müssen. In den Kohlenbergwerken entsteht aber durch das Absprengen der Kohle und durch ihren Verarbeitungsgang eine große Menge klare Steinkohle von etwa 5 mm Korngröße abwärts bis zum feinsten Staub. Für diese Sorten fanden sich keine Abnehmer; sie mußten zu sehr niedrigem Preise von etwa 1 ... 0,1 Pf/kg abgegeben werden, um überhaupt verkäuflich zu sein, während die gleichheizwertige großstückige Steinkohle 2 ... 2½ Pf/kg Verkaufspreis erzielt. Da es nun bei der Krafterzeugung nur auf den Heizwert der Kohle ankommt und derselbe durch die Zerkleinerung sich nicht ändert, kostet gleiche Kalorienheizkraft in der Fein- oder Staubkohle die Hälfte bis ein Zwanzigstel des Preises für normale, klassierte, großstückige Kohle. Dieser Preisunterschied war die Hauptveranlassung, daß vor allem große Elektrizitätswerke sich auf die Verfeuerung von solcher Staubkohle umstellten und dadurch ihre Krafterzeugungskosten wesentlich herabsetzen konnten. Es wurden umfangreiche Mahlanlagen eingerichtet, um die billig erhältliche Staubkohle auf gleichmäßig feines Kohlepulver zu vermahlen. Man studierte in immer umfangreicher werdenden Großanlagen das beste Vermahlen, Aufspeichern, Verteilen sowie Verbrennen von Kohlenstaub in Kesselfeuerungen. Sogar auf Schiffen und auf Lokomotiven führt sich zur Zeit die Verwendung von Kohlenstaub für die Kesselfeuerung ein.

Der Dampfbetrieb sucht aber auch durch Erhöhung des Dampfdruckes von etwa 12 ... 16 at auf 40, 60, 100 und 200 at und durch allerhöchste Überhitzung des Dampfes auf 430 ... 450 ° seinen Kalorienverbrauch für die Kilowattstunde zu verbessern und über die jetzt höchst erreichbare Stufe von etwa 25 % Wärmeausnutzung zu steigern.

Auf der Hauptversammlung des VDI in Essen an der Ruhr am 9. VI. 1928 wurde nun erstmalig durch einen Vortrag von Ingenieur Rudolf Pawlikowski, Görlitz, bekanntgemacht, daß es der Maschinenfabrik Kosmos in Görlitz gelungen ist, eine neue Kraftmaschinenart betriebsicher auszuarbeiten, um aus Kohle durch direkte Verbrennung ihres Staubes mit Luft Maschinenkraft zu erzeugen. Pawlikowski war 1896 und 1897 als Oberingenieur von Diesel schon mit der Ausarbeitung des Dieselmotors beschäftigt gewesen. Die Maschinenfabrik Kosmos

hat diese Forschungen 1911 begonnen, erhielt aber erst 1916 gute Kohlenstaubzündungen, und zwar an einem stehenden Einzylinder-Viertakt-MAN-Dieselmotor von 420 mm Bohrung, 630 mm Hub und 160 U/min, welcher für 80 PS Normalleistung im Jahre 1906 in Augsburg erbaut worden war. Bis 1916 hatte der Motor in einem chemischen Betrieb als Dieselmotor gearbeitet und wurde dann von Kosmos für Kohlenstaubbetrieb umgebaut, um in der eigenen Fabrik als Antriebsmotor zu dienen; er kann auch heute noch, also nach 12 Jahren, diesen Dienst im Dauerbetrieb verrichten.

Dieser erste Kohlenstaubmotor wurde in Görlitz in der ersten Ausführung von 1916 an genau durchforscht und durchgebildet. Der Betriebstoff bestand aus pulverisierter Steinkohle von Oberschlesien, Niederschlesien und Rheinland bzw. aus Braunkohlenstaub von Mitteldeutschland, Schlesien und Böhmen, ferner aus Torf von Oberbayern, Holzmehl, Holzkohle, Reishülsenstaub, Getreidemehl und gemahlenem Hüttenkoks. Der Kohlenstaub muß dabei so fein sein wie bei Kohlenstaubfeuerungen von Kesseln und Lokomotiven, u. zw. um so feiner, je feuchter, gasärmer und aschereicher die Kohle ist. Die Forschungen von Kosmos ergaben, daß sich auch solche schwer anbrennenden Sorten verwenden lassen, wenn man sie durch Zündöl oder billiger durch Zündkohle oder aktivierte Kohle in der kurzen verfügbaren Maschinentaktzeit durchzündet. Auch 16prozentige aschehaltige magere Steinkohle ließ sich gut verwenden, wenn man 80 % davon mit 20 % Braunkohlenpulver mischte. Diese Ergebnisse konnten bereits im März 1926 Herrn Prof. Dr. Bosch vom Leunawerk in der Fabrik Kosmos zu Görlitz vorgeführt werden, nachdem schon im November 1923 drei Führer des Leunawerkes die Braunkohlenmaschine in Görlitz studiert hatten. Der erste Kohlenstaubmotor wurde dann im Laufe der Zeit von etwa 300 Fachleuten besichtigt, worunter als einer der ersten im Jahre 1922 Prof. Dr. Klingenberg sich befand.

Die Verbrennung des aschehaltigen Kohlenstaubes innerhalb der wassergekühlten Eisenwände des Arbeitszylinders wurde so zu beherrschen gelernt, daß die mineralischen Rückstände der Kohle nicht auf den Wänden des Zylinders und Arbeitskolbens anbacken. Es ist auch erreicht und im Dauerbetrieb erwiesen, daß die schleifende Ausnutzung der Abdichtungsflächen zwischen Zylinder und Arbeitskolben viel kleiner ausfällt, als die zahllosen vergeblichen Versuche der letzten hundert Jahre zur Schaffung eines Kohlenstaubmotores befürchten ließen. Die erste Forschungsmaschine bei der Kosmos, Görlitz, hat bisher etwa 9000 h mit Kohlenpulver der verschiedensten Arten im Dauerbetriebe gearbeitet und läuft trotzdem noch heute mit dem ersten Zylinder und ersten Arbeitskolben, ohne daß der Zylinder ausgebohrt oder ein neuer Kolben eingesetzt zu werden brauchte. Es sind nur die Kolbenringe bisher mehrfach zu erneuern gewesen. Der Zylinder ist an der Feuerseite etwa 4 bis 5 mm ausgenutzt, erreicht aber noch heute rd. 30 at Kompression und 45 at höchsten Verbrennungsdruck. Die Maschine leistete mit Kohle maximal 120 PSe und konnte noch vor kurzem trotz der regulären Ausnutzung mit 110 PS abgebremst werden. Das entspricht 7,7 at wirksamem Mitteldruck und bei 80 ... 84 % mechanischem Wirkungsgrad etwa 9,5 at indiziertem Mitteldruck. Als Höchstwerte zeigten sich bei den verschiedensten Kohlenarten und den verschiedensten der 500 durchforschten Düseneinrichtungen Indikatordiagramme mit 11 ... 11,3 at indiziertem Mitteldruck und nur 3,6 at am Ende der Expansion. Die Kohlenwärme wird also ebensogut wie im Dieselmotor die Ölwärme in Arbeit umgesetzt. Die festen Kohlenstaubteilchen durchdringen anscheinend die zähe auf 30 at komprimierte Arbeitszylinderluft mit größerer Wurfenergie, also tiefer als die Ölnebeltropfen, die dabei verdampfen und zerfasern. Die Forschungen haben ergeben, daß man durch geeignete Bauart sicher erreichen kann, daß die Ascheteilchen getrennt in der Arbeitsluft schweben bleiben, ohne zusammenzubacken oder am Kolben und Zylinder, an den Ventilen oder in dem Schleusenraum zu größeren Stücken zusammenzufritten. Sie fliegen mit dem Auspuff ins Freie. Dieser Auspuff enthält keine brennbare Substanz mehr und zeigt sich als leichter brauner Hauch. Er hat eine wenig von der Auspufföffnung abstehende und 10 m hohe Fabrikwand innerhalb der Jahre von 1917 bis heute noch nicht im geringsten gerußt oder geschwärzt. Im Auspuff befindet sich also auch keinerlei Teer oder Aböl der Kolbenschmierung.

Über die Bauart dieser vom Erfinder „Rupa-Motor" genannten Maschine ist im allgemeinen folgendes zu sagen. Die Aufgabe lautet: Die kleine für den nächsten Hub nötige Kohlenstaubmenge ist sicher vom Regler abzuteilen und in die Arbeitszylinderluft von 30 atü hineinzuschleudern. Zu dem Zweck wird vor dem Arbeitszylinder ein Schleusenraum gebaut; er wird entlüftet, bei Niederdruck mit Kohle gefüllt, nach außen abgeschlossen, mit innerem Luftdruck gespannt und nach dem Arbeitszylinder zu ausgeblasen. Der Überdruck des Schleusenraumes, der die Kohle herauswirft, kann mit Einblasepreßluft oder durch Teilvorzündung im Schleusenraum erreicht werden. Der Schleusenraum läßt sich als geschlossene oder als offene Schleuse ausbilden, also mit oder ohne Ausblaseventil nach dem Arbeitszylinder zu. Beide Arten sind in Görlitz ausgiebig erprobt worden und haben sich bewährt. Die offene Schleuse ist einfacher und

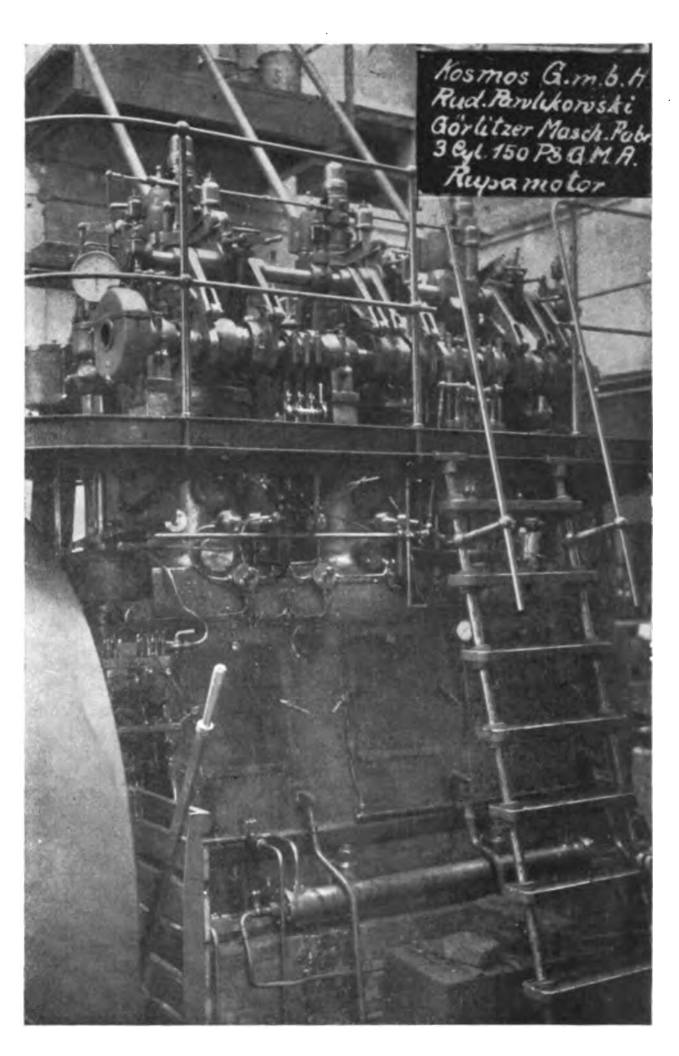


Abb. 1. 150 PS-Dreizylinder-Kohlenstaubmotor.

macht sich den günstigen Umstand zunutze, daß in dem zu beschickenden Arbeitszylinder selbst schon der Wechseldruck auftritt, so daß der Unterdruck während der Ansaugperiode den Schleusenraum mit der abgeteilten Kohlenpulver-Emulsionsmenge beschickt. Die offene Schleuse läßt die Zylinderluft schon während der Kompression zur Schleusenkohle treten. Es wird dadurch eine beträchtlich längere Zeitspanne für die Vorbereitung der Kohle zur Zündung gewonnen. Der neue Kohlenstaubmotor empfiehlt sich daher auch besonders für schnellaufende Typen. Er komprimiert im Gegensatz zum Dieselmotor Luft und Brennstoff gleichzeitig und gemeinsam, hält jedoch beide bis zur Zündung getrennt. Er verbessert also das Dieselverfahren in seinem prinzipiellen Fehler, welches das Öl sofort beim Eintritt in Bruchteilen eines Maschinentaktes erhitzen und auch zünden soll. Für die gleichen Vorgänge gewährt der neue Kohlenstaubmotor mindestens einen vollen Maschinentakt, also 10 ... 15mal soviel Zeit. Da er sich auch mit Öl betreiben läßt und bei geeigneter Bauart ohne Einblaseluftpumpe arbeitet, können diese Forschungsergebnisse auch für schnellaufende Ölmotoren bedeutungsvoll werden.

Bezüglich der Schmierung sagte man sich: Zwischen Zylinder und Kolben kann bei 40 at Zünddruck keine Asche treten, wenn man reine Preßluft mit etwa 60 at zwischen die Kolbenringe treten läßt und deren Hohlräume damit ausfüllt, kurz bevor die Zündung einsetzt und Asche in den Zylinder kommt. Mit dieser Kolbendichtung arbeitete die 80 PS-Maschine jahrelang gut und sicher. Man konnte sogar von 1916 bis 1924 noch mit den ersten Kolbenringen dauernd fahren, welche die MAN 1906 in die Maschine eingebaut hatte. Bis dahin nutzte sich die Zylinderseele nur um etwa 2 mm aus. Später wurden ohne solche Dichtluft die verschiedensten Kolbenschmierungen ausgebildet und auch einfachere Lösungen gefunden. Die Maschine verbraucht naturgemäß mehr Schmieröl als ein Dieselmotor, weil es vorteilhaft ist, durch vermehrte Ölung vom Kolben im Betrieb die eingedrungene Asche gleichsam abzuwaschen. Das gebrauchte Schmieröl kommt schwarz aus der Maschine, läßt sich aber abschleudern und wieder verwenden. Als Sachverständige einer unserer ersten Maschinenfabriken die Maschine mehrere Tage untersuchten und abbremsten, fanden sie etwa 6 g Schmierölverbrauch und 2000 WE = 0,414 kg Braunkohlenstaubverbrauch PS_eh bei Normalleistung.

Die neue Maschine übertrifft mit etwa 30 % Wärmeausnutzung selbst die besten und größten Dampfanlagen der großen Elektrizitätswerke. Dabei bleiben alle bisherigen Vorzüge des Dieselmotors auch im Rupa-Motor erhalten. Auch er ist sofort betriebsbereit, also als Spitzenkraftmaschine geeignet, braucht kein äußeres Feuer, kein Anheizen, keine Konzession, wenig und kein reines kondensiertes Wasser, wenig Grundfläche und Bedienung. Er läßt sich entweder mit Kohle oder wie ein Dieselmotor mit Öl oder mit einer beliebigen Mischung beider betreiben. Eine Reihe weiterer Maschinen sind bei der Maschinenfabrik Kosmos in Görlitz mit Kohlenstaub inzwischen gelaufen bzw. in Arbeit, darunter auch eine Zweitaktmaschine mit 500 U/min.

Einen dreizylindrigen Rupa-Motor von 150 PS zeigt Abb. 1. Durch die drei oben sichtbaren Röhren fließt der Kohlenstaub den drei Zylindern zu.

Der asynchrone Mehrphasenmotor und sein Diagramm.

Von **A. Heyland**, Brüssel.

Übersicht. Zur Ableitung des Kreisdiagrammes bestehen bekanntlich einerseits das geometrische Vorgehen, nach welchem dieses Diagramm s. Zt. in seiner ersten Veröffentlichung im Jahre 1894 zunächst von mir gefunden wurde, und anderseits verschiedene algebraische Methoden, die an sich einfach wurden, jedoch zu relativ komplizierten graphischen Festlegungen führten und dann erst durch verschiedene weitere Umformungen der erhaltenen Gleichungen schließlich zu der gleichen, auf zwei orthogonalen Kreisen beruhenden, Konstruktion des Diagrammes wie nach der ursprünglichen geometrischen Methode sich zurückführen ließen. In der Rev. Gén. de l'El.[1] erschien in letzter Zeit eine interessante Besprechung, in der unter anderem eine äußerst elegante algebraische Ableitung des Kreisdiagrammes und graphische Festlegung des Kreises von M. Liénard beschrieben wurde, welche bereits ohne Umformung unmittelbar zu der genannten ursprünglichen Konstruktion des Diagrammes führt. Verfasser knüpft hieran einige Betrachtungen über die Vorteile des geometrischen oder des algebraischen Vorgehens, insbesondere bei einem noch neuen Problem, wo eine andere Lösung noch nicht bekannt ist und, um das Problem untersuchen zu können, zunächst eine kombinierte Wirkungsweise verschiedener Faktoren anschaulich und möglichst übersichtlich klarzulegen ist.

I. Das Diagramm nach geometrischer und algebraischer Ableitung.

Die letztgenannte algebraische Ableitung läßt sich zunächst wie folgt zusammenfassen. Seien bei Übersetzungsverhältnis 1

L_1 der primäre Koeffizient der Selbstinduktion,
L_2 der sekundäre Koeffizient der Selbstinduktion,
M der Koeffizient der gegenseitigen Induktion,
$\sigma = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 L_2}$,
U_1 die primäre äußere Spannung,
I_1 der primäre Strom,
R_1 der primäre Widerstand,
I_2 der sekundäre Strom,
R_2 der sekundäre Widerstand,
g die Schlüpfung,
f die primäre Frequenz,
$\omega = 2\pi f$,
$j = \sqrt{-1}$,

so lassen sich die Grundgleichungen des allgemeinen Transformators wie folgt schreiben:

$$\left.\begin{aligned} U_1 &= I_1 R_1 + j I_1 L_1 \omega + j I_2 M \omega \\ 0 &= I_2 \frac{R_2}{g} + j I_2 L_2 \omega + j I_1 M \omega \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (1)$$

Für den Transformator ist $g = 1$ und R_2 veränderlich, für den Motor ist R_2 konstant und g veränderlich.

Die Entwicklung der beiden Gleichungen (1) ergibt dann, bei Eliminierung von I_2, als geometrischen Ort für den Endpunkt des primären Stromvektors, z. B. für den Motor, bei Schlüpfung g als Veränderlicher:

$$I_1 = \frac{U_1 \left(1 + j \frac{L_2 \omega}{R_2} g\right)}{(R_1 + j L_1 \omega) + (R_1 + j \sigma L_1 \omega) j \frac{L_2 \omega}{R_2} g} \quad . \; . \quad (2)$$

Dieses ist für den Endpunkt des Vektors I_1 als Funktion von g eine Gleichung von der Form $\frac{a + b g}{c + d g}$, also eines Kreises. — Die Gleichung des Kreises wurde, kurz nach Erscheinen des Kreisdiagrammes, zuerst von Steinmotz entwickelt.

Um diesen Kreis dann auch graphisch leichter festlegen zu können, erhält man weiter aus Gl. (2):

für Schlüpfung $g = 0$:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1 + j L_1 \omega}, \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3)$$

für Schlüpfung $g = \infty$:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1 + j \sigma L_1 \omega} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

Diese beiden Punkte (3) und (4) gehören dann offenbar noch zu einer Kurve von der Form:

$$y = \frac{U_1}{R_1 + j x} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (5)$$

Dieses ist ein Kreis mit dem Durchmesser $= \frac{U_1}{R_1}$, welcher zunächst leicht zu konstruieren ist, und welcher damit die Punkte (3) und (4) liefert.

Entwickelt man dann weiter für die Schnittpunkte (3) und (4) beider Kreise die Differentiale, das heißt für Kreis (2) den Wert $\mathrm{d} I_1/\mathrm{d} g$ und für den Kreis (5) den Wert $\mathrm{d} y/\mathrm{d} x$, so zeigt sich, daß das Verhältnis beider Differentiale, $\mathrm{d} I_1/\mathrm{d} g : \mathrm{d} y/\mathrm{d} x$, in diesen beiden Punkten zu rein imaginären Werten führt. Dies bedeutet, daß die beiden Kreise nach den Gleichungen (2) und (5) in ihren Schnittpunkten (3) und (4) orthogonal zueinander liegen, d. h. sich unter 90° schneiden. Der Mittelpunkt des Kreises (2), geometrischer Ort für den Endpunkt des primären Stromvektors I_1, liegt somit im Schnittpunkte der Tangenten zum Kreise (5) in den Punkten (3) und (4).

Diese graphische Festlegung des Kreises auf algebraischem Wege führt somit unmittelbar zu der Konstruktion in der ersten Veröffentlichung des Kreisdiagrammes, wie sie von mir im Jahre 1894 auf direkt geo-

[1] E. Boulardet, Rev. Gén. de l'El. Bd. 23, S. 313; V. Genkin, A. Liénard, A. Rauth, Rev. Gén. de l'El. Bd. 23, S. 725 A. Heyland, Rev. Gén. de l'El. Bd. 24, S. 214.

metrischem Wege entwickelt und dargelegt wurde[2], und welche hier in Abb. 1 wiedergegeben ist:

Der geometrische Ort des Endpunktes C' des Vektors AC', den Primärstrom I_1 darstellend, ist ein Kreis.

Die Punkte C (Schlüpfung 0) und C^{IV} (Schlüpfung ∞) gehören zu einem Kreise, dessen Durchmesser der horizontal liegende Vektor $\frac{U_1}{R_1}$ ist (Vektor AB der Abbildung). Der Kreis, geometrischer Ort des Punktes C', und der Kreis mit dem Durchmesser AB sind orthogonal zueinander in ihren Schnittpunkten C und C^{IV} und schneiden sich unter 90°. Der Mittelpunkt O_C des gesuchten Kreises, geometrischer Ort des Punktes C', liegt im Schnittpunkte der zwei Tangenten CO_C und $C^{IV}O_C$ zum Kreise mit dem Durchmesser AB in den Punkten C und C^{IV}.

II. Vergleich der geometrischen und der algebraischen Methode.

Die Herleitung des Kreises in meiner ersten Veröffentlichung geschah auf rein geometrischem Wege und war, wie die der hier wiedergegebenen Abbildung vorausgehenden Entwicklungen in jener Arbeit zeigen, ganz unvergleichbar umständlicher als die obige algebraische unmittelbare Ableitung der Gl. (2) für den gesuchten Kreis und auch die weitere graphische Festlegung dieses Kreises.

Bei Untersuchung eines noch neuen Problems bietet jedoch allgemein die geometrische Behandlung den Vorteil gegenüber dem algebraischen Verfahren, daß sie einen klareren Einblick zunächst in die tatsächliche Wirkungsweise der verschiedenen Faktoren zuläßt, d. h. die Art und Weise ihrer Einflüsse, in welcher Richtung ein Resultat zu suchen ist, und wie ein dann schließlich erhaltenes Resultat zustande kommt. So zeigen z. B. die Gleichungen, deren sich M. Liénard bedient, daß die rein algebraische Ableitung sich auch allein auf Grund der alten klassischen Auffassung nach Fleming, mit den alleinigen Koeffizienten L_1, L_2, M, durchführen ließe. Die geometrische Herleitung hingegen wurde überhaupt erst ausführbar nach Einführung der anschaulicheren Koeffizienten der Streuung τ_1, τ_2, derselben, welche ich in meiner ersten Veröffentlichung zunächst λ_1, λ_2 genannt hatte.

Die Zerlegung der Koeffizienten L_1, L_2, M bietet in der algebraischen Behandlung eine gewisse Vereinfachung in der Form der Gleichungen. In der geometrischen Entwicklung des Diagrammes dagegen war diese getrennte Zerlegung erforderlich, denn nur sie erlaubt, den Einfluß der in die Untersuchung eingeführten Einzelheiten getrennt behandeln, übersehen und bis zum Endergebnisse verfolgen zu können. Interessant ist, daß hierbei schließlich der kombinierte Koeffizient σ zu den einfacheren Beziehungen führt, wie auch die obigen Gleichungen zeigen.

Von M. Krondl wurden kürzlich die verschiedenen Koeffizienten in der Rev. Gén. de l'El.[3] wie folgt zusammengestellt:

Koeffizienten von Heyland

$$\tau_1 = \frac{L_1 - M}{M}, \quad \tau_2 = \frac{L_2 - M}{M},$$

Koeffizient von Blondel

$$\tau = \frac{L_1 L_2 - M^2}{M^2} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_1 \tau_2,$$

Koeffizient von Behn-Eschenburg

$$\sigma = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 L_2} = 1 - \frac{1}{(1+\tau_1)(1+\tau_2)}.$$

Das ursprüngliche, in Abb. 1 wiedergegebene Kreisdiagramm wurde in den folgenden Jahren zunächst vereinfacht[4] (z. B. in meinen Arbeiten in verschiedenen Zeitschriften, The Electrician, L'Eclairage électrique, Sammlung elektrotechnischer Vorträge Voit, und in Briefen von mir in der ETZ) durch Zulassung einer kleinen Ungenauigkeit (Vernachlässigung des Ohmschen Spannungsabfalles des Leerstromes), welche damals jedoch den Vorteil hatte, das Diagramm für jene Zeit zunächst leichter verständlich zu machen und so seine Einführung in die Praxis zu erleichtern.

Mit dem später auftretenden Bedürfnisse nach größter Genauigkeit in der Vorausberechnung der Motoren wurde dann von verschiedenen Verfassern, ohne sich meiner ursprünglichen Veröffentlichung noch zu erinnern und deshalb unabhängig von mir, die genau richtige Lage des Kreises wieder neu durch Rechnung und verschiedene algebraische Methoden gefunden. Diese führten auf verschiedenen Wegen zur Festlegung, aber naturgemäß, soweit sie auf richtigen Voraussetzungen beruhten, immer wieder zu der gleichen genau richtigen Lage des Kreises zurück. Der einzige äußere Unterschied der Diagramme ist, daß meistens die vertikale Achse für den Vektor der äußeren primären Spannung und der umgekehrte Drehsinn gewählt wurden.

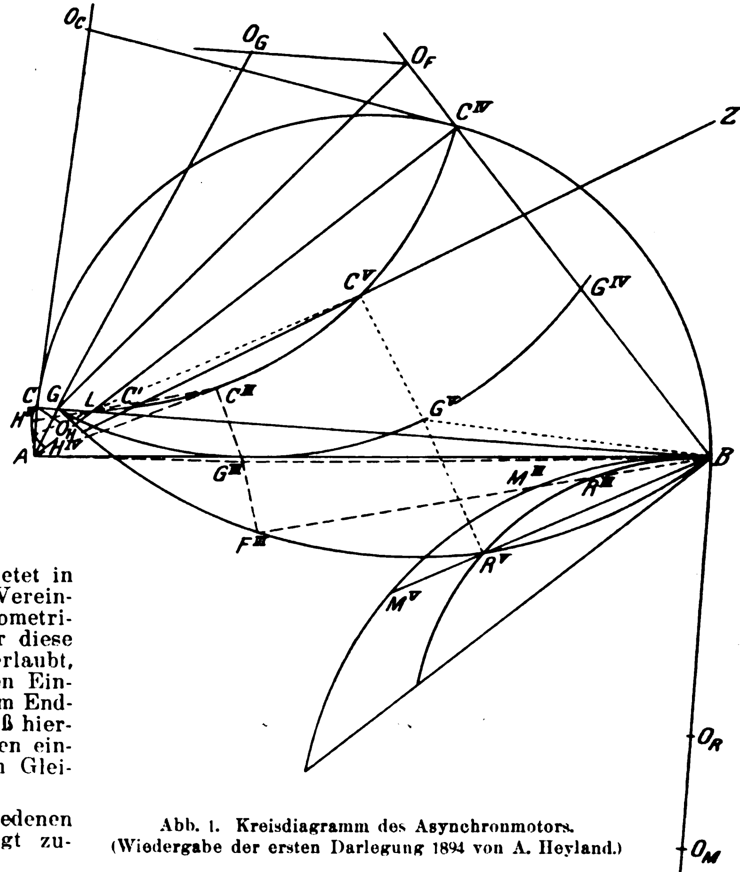


Abb. 1. Kreisdiagramm des Asynchronmotors. (Wiedergabe der ersten Darlegung 1894 von A. Heyland.)

Ein Irrtum, der in der Literatur allgemeine Verbreitung gefunden hat, ist, daß dort fast überall mein vereinfachtes Diagramm als das ursprüngliche bezeichnet wurde. An einer Stelle ist die Rede von meinem ursprünglichen Diagramm, jedoch unter irrtümlicher Wiedergabe, statt Tangenten sind dort andere Linien gezeichnet.

Ich glaube nicht zu irren, daß meine erste Veröffentlichung aus dem Jahre 1894 vielen Verfassern unbekannt geblieben ist. Die genaue Lage des Kreises, dem Schnittpunkte der beiden genannten Tangenten entsprechend, ist immer die gleiche wie in meiner ersten Veröffentlichung des Kreisdiagrammes vor 34 Jahren.

[2] A. Heyland, ETZ 1894, S. 563.
[3] Milan Krondl, Rev. Gén. de l'El. Bd. 23, S. 433 u. 479.
[4] A. Heyland, The Electrician Bd. 36, S. 505, 578, 651, 719, 753. L'Eclairage électrique, Bd. 24, S. 17 u. 49. Samml. el. Vortr. Voit 1900, 1904. ETZ 1895, S. 649 usw.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Eine beachtenswerte Betriebstörung an einem Dampfkessel. — Im Überwachungsgebiet des Bayerischen Revisionsvereins ereignete sich an einem Kammer-Wasserrohrkessel (18 atü, 350 m² Heizfläche, 135 m² Überhitzer-Heizfläche, 10,7 m² Rostfläche) eine bemerkenswerte Betriebstörung. Der Heizer machte eines Tages die Beobachtung, daß sich der Kessel schlechter speisen ließ als die übrigen, da das Wasser im Wasserstandsglas immer um einige Zentimeter hinter dem Stand in den anderen Kesseln zurückblieb. Man vermutete eine Störung im Speiseregler, konnte aber nach dem Auseinanderbau des letzteren keinerlei Mängel feststellen. Ebenso waren Speiseleitungsventile und Speisestutzen in Ordnung. Nachdem der Kessel wieder einige Zeit in Betrieb genommen war, bemerkte der Mann, daß der Druck sich höher einstellte, und zwar bis um 1 at höher als in den übrigen Kesseln. Auch war am Dampfmesser eine wenn auch nicht sehr große Abnahme der Leistung festzustellen; der Dampf mußte also auf dem Wege vom Oberkessel bis zur Dampfsammelleitung eine Drosselung erfahren haben. Der Kessel wurde geöffnet und daraufhin untersucht, ob in dem durchlochten Dampfentnahmerohr und in den Absperrventilen keine Verstopfungen eingetreten waren. Da man nichts ermitteln konnte, nahm man sich den Überhitzer vor. Dieser besteht (Abb. 1) aus zwei wagerecht liegenden hintereinander ge-

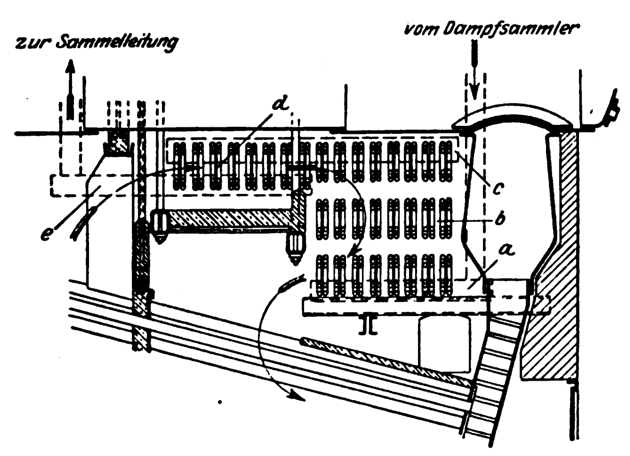


Abb. 1. Anordnung des Überhitzers.

schalteten Rohrbündeln, wobei der Dampf zunächst in das untere Überhitzer-Sammelrohr *a* und dann durch das hintere Rohrbündel *b* in das obengelegene Sammelrohr *c* strömt. In diesem fließt er zunächst nach vorn und fällt dann durch das Rohrbündel *d* in das Sammelstück *e*, von wo aus er in die Sammelleitung entweicht. Zur Regelung der Überhitzungstemperatur ist ein Schieber vorgesehen.

Bei der Öffnung des unteren Überhitzersammelrohrs zeigte sich das letztere vollständig sauber, dagegen sah man nach dem Öffnen des oberen Sammelrohrs *c* zum großen Erstaunen, daß der vordere, den heißen Gasen zugewandte Teil um die nach abwärts führenden Überhitzerrohre herum fast vollständig mit einer weißen Kruste zugewachsen war. Diese Kruste war vorn am stärksten und nahm nach hinten ab. Die Masse hatte sich zunächst um die über das Sammelstück etwas vorstehenden Enden der Überhitzerrohre und dann ein Stück in das Innere der Rohre hinein trichterförmig angesammelt. An den am stärksten verlegten Rohren war die Öffnung nur einige Millimeter weit, so daß man sich wunderte, wie bei diesen engen Öffnungen der Kessel immer noch eine Leistung von etwa 23 kg/m² in der Stunde hergeben konnte. Die Untersuchung der Kruste ergab, daß es sich um reine Soda handelte. Die Vermutung lag also nahe, daß durch die Wasserreinigungsanlage zuviel Soda in den Kessel gelangt war. Man hatte auch in der letzten Zeit am Reiniger beobachtet, daß das Wasser stark schäumte. Die Ursache führte man auf Verwendung von harzreicher Holzwolle im Filter zurück. Nachdem dieser Übelstand behoben war, wurde das Überhitzersammelrohr gründlich gereinigt und der Kessel wieder in Betrieb genommen.

Nach 14 Tagen hatte sich der Wasserstand schon wieder niedriger und der Druck höher eingestellt als in den übrigen Kesseln, und wie die Besichtigung ergab, war das Überhitzer-Sammelstück w i e d e r zugewachsen. Mit Rücksicht auf den Betrieb konnte man den Kessel erst nach weiteren acht Tagen stillsetzen, nachdem man vorher die Verunreinigung beseitigt hatte. Schon nach dieser kurzen Zeit war die beginnende Verkrustung des Sammelstücks um die Überhitzerrohre herum wieder festzustellen.

Auf die Wasserreinigung, die man besonders scharf überwacht hatte, konnte die auffallende Erscheinung nicht zurückzuführen sein. Es war nun bekannt, daß vor Beginn der Störung von den 32 Überhitzerrohren des hinteren Bündels 5 Stück wegen Durchrostens abgestopft worden waren. Durch diesen Umstand ist die Überhitzung in diesem Bündel, die ohnehin infolge dessen ungünstiger Lage von Anfang an nicht besonders hoch gewesen sein wird, noch schlechter geworden. Die vom Dampf mitgerissenen Sodateilchen sind also im hinteren Rohrbündel weniger ausgetrocknet und die noch etwas feuchten Teilchen beim Richtungswechsel des Dampfes abgeschleudert worden. Die letzteren besaßen noch die Eigenschaft festzukleben und die Kruste um die Rohre herum zu bilden. Solange die sämtlichen Überhitzerrohre in Betrieb waren, wurden die Sodateilchen wahrscheinlich in trockenes Pulver verwandelt, das vom Dampfstrom mitgerissen wurde und auch beim Eintritt in das vordere Bündel nicht hängen blieb. Erst durch das Abstopfen scheint sich der kritische Zustand eingestellt zu haben, da die Überhitzer-Sammelrohre an dem gleichgebauten und in gleicher Weise betriebenen Nachbarkessel, der aber sämtliche Überhitzerrohre unbeschädigt enthielt, vollständig sauber waren. Auf jeden Fall ist es auffällig, welche großen Mengen Soda mitgerissen wurden, und daß der sodahaltige Dampf an den Schaufeln der Turbinen keinerlei Zerstörungen angerichtet hatte. (K a i s e r, Z. Bayer. Rev.-V. Bd. 36, S. 163.) *Ka.*

Leitungen.

50 kV-Kabel des Elektrizitätswerkes Zürich. — In der ETZ 1928, S. 797, wird mein Aufsatz über die 50 kV-Kabel des Elektrizitätswerkes Zürich kurz besprochen, wozu ich hier einige ergänzende Bemerkungen machen möchte. Die erwähnte Leitung (vgl. Abb. 2 a) ist bekanntlich im Jahre 1926 erbaut worden, hat seither ununterbrochen im Betriebe gestanden und zu voller Zufriedenheit der Betriebsleitung gearbeitet. Nachdem derart das Vertrauen der Betriebsorgane in die Sicherheit der 50 kV-Einleiterkabel gefestigt ist, und da für die Energieversorgung einer Stadt die größte Vorsicht im Kabelleitungsbau am Platze ist, werden neue 50 kV-Verbindungen im Stadtinnern in der Weise projektiert, daß eine Doppelleitung aus einem Dreileiter- und drei Einleiterkabeln zusammengesetzt wird (vgl. Abb. 2 b). Für Leitungen, welche in ihrer baulichen Anlage von vornherein für die Aufnahme eines dritten Stranges hergerichtet werden, ist ebenfalls eine besondere Kanalsorte entworfen worden (vgl. Abb. 2 c). Durch den Zusammenbau eines aus Einleiterkabeln gebildeten Stranges mit ein bis zwei Dreileiterkabeln sollen einerseits die erprobte Betriebsicherheit der Einleiterkabel dieser Spannung ausgenutzt und anderseits der Verwendung der neuzeitlichen und billigeren Dreileiterkabel der Weg geebnet werden. In städtischen Verhältnissen, wo wenig Raum für Leitungsgräben verfügbar ist und die Kabelleitungen durch häufige Grabungen der Gefahr mechanischer Beschädigungen ausgesetzt sind, ist deren räumlicher Anordnung und dem Schutz besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Im patentierten Herstellungsverfahren des auf

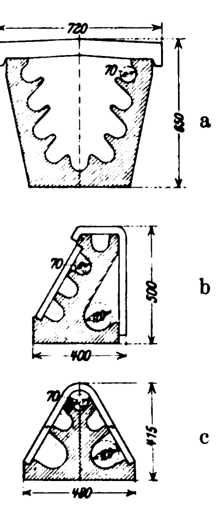


Abb. 2. Querschnitte durch Mehrleiterkanäle.

S. 797 der ETZ 1928 abgebildeten armierten Betonkanals werden auch die neu entworfenen Kanalformen geschaffen; sie sind aber im übrigen derart durchgebildet, daß sie sowohl in baulicher als auch in betrieblicher Beziehung möglichst wirtschaftlich sind. Als leitende Gesichtspunkte werden berücksichtigt: kleiner Graben, kleine Menge durch den Kanal verdrängten Erdreichs (Abfuhr), geringe Erdüberdeckung, günstige Verlegung der Kanäle und Kabel, kleine elektrische Verluste in den Mänteln der Einleiterkabel, kleine Achsabstände bei genügendem Schutz vor Brandwirkung nächstliegender Kabel, günstige Wärmeabfuhr, leichte Revisionsmöglichkeit bei notwendigem Weiterbetrieb benachbarter Leitungen, niedrige Gewichte und Preise von Kanälen und Deckeln.

Zahlentafel I.

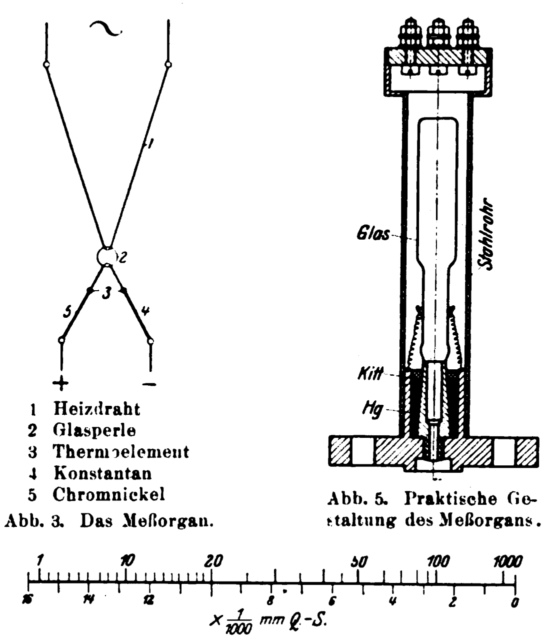
Angabe	Maß	Kanaltype (vgl. Abb. 2)		
		a	b	c
Größte Breite des Kanals (Deckels)	m	0,72	0,40	0,48
Größte Höhe des Kanals (einschl. Deckel)	m	0,65	0,50	0,41
Kanalquerschnitt (bestimmt Erdabfuhr) .	m²	0,371	0,156	0,134
Grabenquerschnitt (bestimmt Grabenkost.)	m²	0,835	0,60	0,60
Wiedereinzufüllendes Erdreich, Querschnitt	m²	0,464	0,444	0,466
Gewicht von Kanal und Deckel	kg/m	460	300	385
Kanäle, aufnahmefähig für 150 mm²-Adern	1	9	6	9
Gesamter *Cu*-Querschnitt aller Leitungen einer Phase	mm²	450	300	450
Gesamter Dauerstrom aller Leitungen einer Phase	A	900	525	750
Übertragungsleistung aller Leitungen dauernd	kVA	78000	45500	65000
Preise der Kanäle mit Deckeln, frei Baustelle Zürich geliefert	%	100	62,4	61,3

Zahlentafel 1 ermöglicht einen Vergleich der wichtigsten Angaben über Mehrleiterkanäle, welche diesen Wünschen in möglichst weitgehendem Maße entsprechen (vgl. Abb. 2 a). Die Kanaltypen b und c stellen Entwürfe des vergangenen Jahres dar; sie erlauben das Einsanden der Leitungen, was bei der Form a nicht zutrifft. Bei den Formen b und c sind die Leitungen einzeln abdeckbar, eine Forderung, der die Form a nicht entspricht. Ferner lassen sich im Falle der Beschädigung eines Kabels Muffen ohne Durchbrechen der Kanalwand einsetzen. Immerhin werden auch bei den Typen b und c Anpassungsarbeiten nicht zu umgehen sein, wenn Verbindungsmuffen eingefügt werden müssen. Die Kanalart b ist zur Aufnahme eines Fernsprech- bzw. Meßkabels mit einer besonderen Rille im Kopf versehen. Die Achsabstände der Einleiterkabel betragen bei der Kanalform b 116 mm, bei der Form c 110 bzw. 116 mm. Die Anordnung c der Einleiterkabel als Ecken eines gleichschenkligen Dreiecks ist bezüglich der Verminderung der Bleimantelverluste besonders günstig. Die Zahlentafel 1 stützt sich auf folgende Annahmen: Die Grabenbreite ist an der Sohle nach jeder Seite 15 cm größer als die Kanalbreite. Die Erdüberdeckung der höchstliegenden Stelle des Deckels beträgt bei allen drei Typen 35 cm. Die Außendurchmesser der Einleiterkabel können bis zu 70 mm, diejenigen der Dreiphasenkabel bis zu 120 mm betragen. Es ist Dreiphasenübertragung durch drei Leiter von 150 mm² *Cu*-Querschnitt eines Systems vorausgesetzt. Die für gleichzeitigen Dauerbetrieb aller Kabel einer Kanalsorte höchstzulässige Stromdichte ist für Einleiterkabel zu 2 A/mm², diejenige für Dreiphasenkabel zu 1,5 A/mm² eingesetzt. In der Berechnung der größten Dauerbelastung ist die verkettete Spannung mit 50 kV angenommen.

Die Preise für das Aufwerfen und Zuschütten der Gräben wie auch für die Abfuhr des überschüssigen Aushubs sind nach den örtlichen Verhältnissen sehr verschieden. Ihr fester Kostenanteil ist abhängig von den in Zahlentafel 1 genannten Kanal- und Grabenmaßen. Die Zahlentafel gestattet, die beim Bau projektierter Leitungen umzuwälzenden Erdmassen überschlagsweise zu bestimmen. Aus dem Vergleich zwischen Übertragungsleistung und Kanalpreis geht die Form c als die günstigste hervor. H. Leuch.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Hochvakuum-Meßeinrichtung für Großgleichrichter. — Ein Haupterfordernis für den einwandfreien Betrieb einer Großgleichrichteranlage ist bekanntlich die Aufrechterhaltung des Hochvakuums. Bei Verschlechterung des Vakuums treten die so gefürchteten Rückzündungen auf, die bei der Nichtverwendung eines Rückstromrelais mit Schnellschalter meist einen Kurzschluß der ganzen Anlage zur Folge haben. Ist aber das Vakuum nicht bis zu dieser gefährlichen Grenze gesunken, so geht Hand in Hand mit einer Verschlechterung des Vakuums ein Sinken des Wirkungsgrades und eine Vergrößerung der Verschmutzung. Die Überwachung des Vakuums ist somit die wichtigste Aufgabe des Betriebspersonals. Eine besonders für diesen Zweck entwickelte Meßeinrichtung soll in der Folge beschrieben werden.



1 Heizdraht
2 Glasperle
3 Thermoelement
4 Konstantan
5 Chromnickel

Abb. 3. Das Meßorgan.

Abb. 5. Praktische Gestaltung des Meßorgans.

Abb. 4. Skala des Instruments.

Das Grundprinzip der Anordnung beruht auf einem im Vakuum befindlichen Draht, der durch einen konstanten Strom dauernd beheizt wird. Die Erwärmung des Drahtes ist um so größer, je höher das Vakuum bzw. je geringer der Druck ist, weil die Wärmeableitung durch das Gas mit abnehmendem Drucke fällt. Die Temperatur des Drahtes wird mittels isoliert befestigter Thermoelemente gemessen. Bei konstantem Heizstrom wird also die EMK der Thermoelemente um so größer sein, je geringer der Druck ist. Die isolierte Befestigung der Thermoelemente nach Abb. 3 gestattet es, mehrere Thermoelemente hintereinanderzuschalten und somit die Empfindlichkeit der Anordnung zu erhöhen. Durch geeignete Bemessung des Heizstromes ist es möglich geworden, die Abhängigkeit des Galvanometerausschlags vom Druck (in mm Quecksilbersäule gemessen) so zu erhalten, daß die Eichung des Galvanometers nach Abb. 4 erfolgen konnte. Die so erhaltene Teilung hat den Vorteil, daß der Druckbereich, in dem der Gleichrichter im betriebsmäßigen Zustand arbeitet (1 ... 50 tausendstel mm *Hg*), fast den ganzen Skalenbereich bedeckt, während der andere Teil nur zur Überwachung des Vakuums während des Einbrennens des Gleichrichters dient.

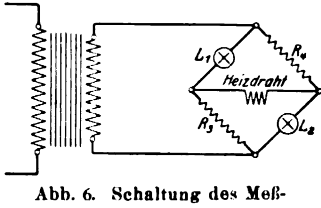


Abb. 6. Schaltung des Meßgerätes.

Abb. 3 zeigt das Gefäß, das an den Gleichrichter angeflanscht wird und den druckempfindlichen Heizdraht mit den Thermoelementen enthält. Das innere Glasgefäß ist durch ein Stahlrohr gegen mechanische Beschädigungen geschützt; von den 4 Anschlußklemmen führen 2 zum Heizdraht und 2 zu den hintereinandergeschalteten Thermoelementen. Der Kreis der Thermoelemente ist vom Heizkreis vollkommen isoliert, so daß der Heizstrom ohne Schwierigkeit nach Belieben aus dem Gleich- oder Wechselstromnetz entnommen werden kann. Um die Anordnung gegen die Schwankungen der Netzspannung unempfindlich zu machen, erfolgt der Anschluß des Heizfadens nach Abb. 6 über 2 Glühlampen L_1 und L_2 und 2 Widerstände R_3 und R_4 in Brückenschaltung. Durch geeignete Wahl von Lampen und Widerständen erreicht man durch die steigende Widerstandscharakteristik der Lampen, daß selbst Spannungsschwankungen von ± 15 % ausgeglichen werden. Die Kontrolle des Heizstromes, die nur sehr selten nötig ist, geschieht mittels einer Umschaltvorrichtung, wodurch das in tausendstel mm Druck geeichte Galvanometer an ein hochvakuiertes Thermoelement gelegt wird. Das Thermoelement enthält einen Heizdraht, der vom gleichen Heiz-

strom wie das Vakuummeter durchflossen wird. Die Einstellung des Heizstromes erfolgt dann durch Änderung eines Schiebewiderstandes, bis das Galvanometer auf der roten Marke steht. Damit eine Verschlechterung des Vakuums, auch bei Nichtbeobachtung des Galvanometers, sofort bemerkt wird, ist das Galvanometer mit einer verstellbaren Kontakteinrichtung versehen, die bei Steigen des Druckes über ein Relais eine Signaleinrichtung in Betrieb setzt. Das Galvanometer kann auch mit einem Maximal- und Minimalkontakt versehen werden, die über ein Relais die Pumpe in bzw. außer Betrieb setzen. Die Abb. 7 zeigt

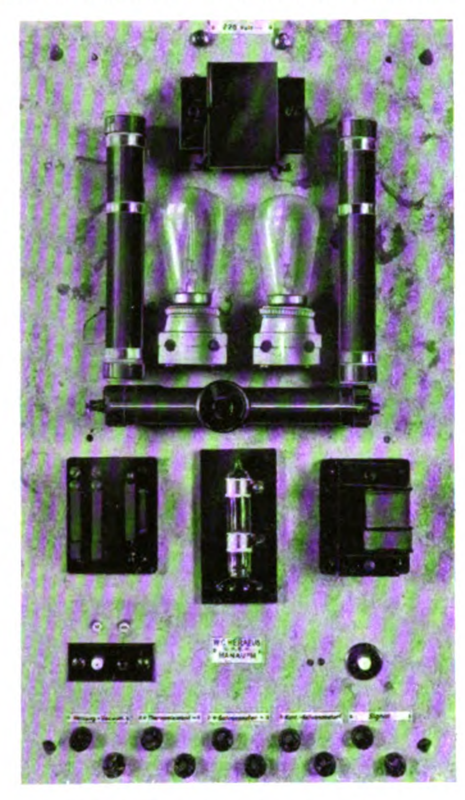


Abb. 7. Vollständige Meßeinrichtung.

eine Ausführung einer solchen Anlage ohne Schutzhaube mit Apparat für konstante Spannung, Heizstromprüfeinrichtung und Minimalrelais zum direkten Anschluß an die Netzspannung von 220 V Wechselstrom. Das Profilgalvanometer mit verstellbarem Kontakt wird meist auf die Hauptüberwachungstafel gesetzt.

Die Vorzüge einer solchen Meßeinrichtung sind gegenüber dem MacLeod die rasche und kontinuierliche Beobachtung des Vakuums und die Möglichkeit, außer dem Gasdruck auch die Gegenwart von Wasserdämpfen festzustellen, die ja das MacLeod nicht anzeigt. Gegenüber Quecksilberdämpfen ist das Vakuummeter unempfindlich. Die beschriebene Meßeinrichtung wird von der Firma W. C. Heraeus G. m. b. H., Hanau, hergestellt.

Dipl.-Ing. W. Menger.

Messung von magnetischen Feldern und Feldänderungen mit dem Magnetron. — Das Hullsche Magnetron[1] ist bekanntlich eine Elektronenröhre mit einem Glühdraht als Elektronenquelle und einem koaxialen Anodenzylinder. Durch ein Magnetfeld parallel zum Glühdraht wird der Anodenstrom bei einem bestimmten kritischen Betrag dieses Magnetfeldes auf den Wert Null abgedrosselt. Innerhalb des geradlinigen Abfalls der Charakteristik stellt das Magnetron ein sehr empfindliches Meßinstrument für magnetische Felder dar, da die Steilheit der Kurve bis zu 10 mA/Gauß getrieben werden kann, so daß eine Meßempfindlichkeit von 10^{-5} Gauß erreichbar erscheint. M. Rössiger untersucht die Eignung des Apparats zur Messung der Erdfeldschwankungen. Durch ein Hilfsfeld kann man die Messung immer in den geradlinigen Teil der Charakteristik verlegen. Der Verfasser untersucht dann den Einfluß von Richtungsänderungen des Feldes auf den Anodenstrom und findet, daß von einem gegen die Glühdrahtachse geneigten Magnetfeld nur die Komponente in Richtung der Achse zur Wirkung kommt. Das Magnetron kann daher sowohl zur Messung der Variation der Komponenten wie auch der Totalintensität verwendet werden. Die erwähnten Werte der Steilheit erfordern eine hohe Emission, also ein entsprechend großes Rohr. Um mit kleinen Röhren eine ausreichende Empfindlichkeit zu erzielen, verwendet der Verfasser eine Rückkoppelung derart, daß der Anodenstrom die Röhre in einer Spule umfließt, deren magnetisches Feld dem Hilfsfeld entgegengesetzt ist. Eine Feldvergrößerung, die den Anodenstrom schwächt, verkleinert auch das Gegenfeld der Rückkoppelungsspule, so daß zu der primären Feldänderung eine in demselben Sinn gerichtete sekundäre Änderung hinzukommt. (M. Rössiger, Z. Phys. Bd. 43, S. 480.) *Br.*

[1] ETZ 1924, S. 1446.

Fernmeldetechnik.

Die europäischen Rundfunksender[1]. — In Europa sind gegenwärtig nahezu 300 Rundfunksender in Betrieb. Nachdem hinsichtlich der von den Sendern benutzten Wellenlängen jetzt eine gewisse Stetigkeit eingetreten ist und die früher so häufig vorgekommenen Änderungen jetzt nur noch in geringerem Umfange eintreten, bringen wir nachstehend eine Übersicht über die hauptsächlichsten Sender, in der diese nach den Wellenlängen geordnet sind.

Frequenz kHz	Wellenlänge m	Sendestelle (Rufzeichen)	Leistung kW	Frequenz kHz	Wellenlänge m	Sendestelle (Rufzeichen)	Leistung kW
12500	24	Chelmsford	20	760	394,7	Hamburg	4
		(5 SW)		750	400	Aachen	1,5
9620	31,4	Hilversum	15	735	408	Reval (Tallinn)	2,2
		(PCJJ)		730	411	Bern	1,5
1270	236,2	Stettin	0,5	720	416,5	Gotenburg	
1260	238,1	Bordeaux, Radio				(SASB)	1
		Südwest	2	710	422,6	Kattowitz	10
1240	241,9	Nürnberg	4	700	428,6	Frankfurt (Main)	4
1220	245,9	Toulouse	1,5	680	441,2	Brünn (OKB)	3
1200	250	Münster	1,5	669	447,8	Rom (1 RO)	3
1190	252,1	Kassel	0,7	660	454,4	Stockholm	
1180	254,2	Kiel	0,7			(SASA)	1,5
1150	260,9	Malmö (SASC)	1	650	461,5	Oslo	1,5
1080	277,8	Bremen	0,7	640	468,8	Langenberg	20
1100	272,7	Danzig	1,5	625	476,2	Lyon	10
1100	272,7	Bordeaux	2	620	483,9	Berlin	4
1090	275,2	Dresden	0,7	610	491,8	Daventry, Ver-	
1080	277,8	Kaiserslautern	1,1			suchsender	
1060	283	Köln	4			(5 GB)	24
1045	287	Lille	1,5	589	508,5	Brüssel (SBR)	1,5
1040	288,5	Edinburg (2 EH)	1	580	517,2	Wien (vgl. auch	
1030	291,3	Radio Lyon	1,5			Welle 577 m)	10
1010	297	Hannover	0,7	570	526,3	Riga	4
990	303	Königsberg	4	560	535,7	München	4
980	306,1	Belfast (2 BE)	1,5	546,4	549	Mailand (1 MI)	7
940	319,1	Dublin (2 RN)	1,5	540	555,6	Budapest	20
930	322,6	Breslau	4	530	566	Augsburg	1
920	326,1	Bournemouth	1,5	520	577	Freiburg	0,7
		(6 BM)		520	577	Wien (vgl. auch	
910	329,7	Gleiwitz	0,7			Welle 517,2 m)	1,2
900	333,3	Neapel (1 NA)	1,5	510	588,2	Zürich	1
890	337	Kopenhagen	4	297	1010	Basel	0,5
870	344,8	Posen	1,5	283	1060	Hilversum	5,2
870	344,8	Barcelona, Union		270	1111	Warschau	10
		Radio (EAJ 1)	3,5	260	1153	Kallundborg	7,5
860	348,9	Prag	5	240	1250	Königs Wuster-	
841	356,7	Graz	4,5			hausen	25
840	357,1	Falun (SMZK)	1,5	217	1380	Motala	30
830	361,4	London (2 LO)	3	207	1450	Moskau (RA 1)	40
820	365,8	Leipzig	4	197	1522,8	Lahti	35
800	375	Madrid, Union		187	1604,3	Daventry (5 XX)	25
		Radio (EAJ 7)	1,5	178	1680	Charkow (RA 24)	15
800	375	Helsingfors		171	1750	Radio-Paris	
		(Helsinki)	1			(CFR)	8,2
790	379,7	Stuttgart	4	165	1818	Angora	6
765	391,5	Radio Toulouse	5	113	2650	Eiffelturm	15

Im Verhältnis zur Einwohnerzahl und Größe des Landes besitzen Schweden und Frankreich die meisten Rundfunk-Sender (rd. 30). Dann folgen als wichtigste: Deutschland mit 24 Sendern, Großbritannien mit 20 Sendern, Spanien mit etwa 15 Sendern. Über die Zahl der Hörer in den hauptsächlichsten europäischen Ländern liegen uns folgende Zahlen vor:

Die Zahl der Rundfunkteilnehmer (in runden Zahlen) betrug in	Anfang 1927	Anfang 1928	Auf 1000 Einwohner entfielen Rundfunkhörer 1927	1928
Dänemark	121 300	188 300	36,7	57
Deutschland	1 377 000	2 010 000	22,2	32,5
Finnland	10 000	37 000	3	11
Großbritannien	2 180 000	2 395 000	51,7	57
Irland	10 000	26 000	3,2	8,2
Lettland	11 000	16 000	5,2	8
Litauen	300	5 700	0,16	2,8
Norwegen	48 400	60 000	18	23
Österreich	246 000	291 500	40,2	47,8
Polen	52 000	117 000	2	4,3
Schweden	242 600	328 000	40,4	54,7
Schweiz	51 200	61 000	12,8	14,8
Tschechoslowakei	175 000	220 000	12,8	16,1
Ungarn	60 000	83 000	7,4	10,4

[1] Vgl. ETZ 1926, S. 1399.



In Deutschland und Schweden hat die Zahl der Hörer im letzten Halbjahr um rd. 13 %, in England um rd. 5 % zugenommen. *Kbg.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Die Abhängigkeit der Gesamtintensität der Röntgenstrahlung von der Stromstärke. — Nasledow u. Scharawsky haben bei Untersuchung der Gesamtintensität der Röntgenstrahlung mit einem Dosimeter von S. & H. gefunden, daß die Intensität nur bis zu einer gewissen Grenze proportional der Stromstärke zunimmt. Jenseits dieses kritischen Punkts besteht noch lineare Abhängigkeit. Die Lage des Wendepunktes ist von der Spannung unabhängig, dagegen nimmt der Winkel zwischen den beiden Abschnitten der Intensitätskurve mit steigender Spannung ab. Der kritische Punkt liegt für Kupfer bei ungefähr 4 mA, für Molybdän und Silber bei 6 mA, für Wolfram bei 8 mA. (D. Nasledow u. P. Scharawsky, Phys. Z. Bd. 28, S. 549, 625.) *Br.*

Wechselstrommessungen an Selenzellen nach der Kompensationsmethode. — Bei Untersuchungen an Selenzellen kann es in manchen Fällen zweckmäßig sein, die Zelle anstatt mit Gleichstrom mit Wechselstrom zu beschicken und den Widerstand der Zelle bzw. den dieselbe durchfließenden Strom unter verschiedenen Versuchsbedingungen zu messen. Während der jeweilige Zellenwiderstand in der Wechselstrombrücke unter Verwendung eines Vibrationsgalvanometers oder Telephons als Nullinstrument ebenso bequem wie bei Gleichstrom gemessen werden kann, ist eine direkte Messung des Zellenstromes, wie sie bei Gleichstrom mittels eines empfindlichen Drehspulinstruments leicht auszuführen ist, bei Wechselstrom nicht ohne weiteres möglich. Da der die Selenzelle durchfließende Strom sehr klein ist (Größenordnung: $10^{-3} \ldots 10^{-5}$ A), so kommt für die Strommessung außer der unbequemen Anwendung eines Elektrodynamometers mit einer fremderregten Spule oder eines Elektrometers, bei dem die Nadel fremderregt ist, wobei im letzteren Falle die Spannung an einem mit der Zelle in Reihe geschalteten Hilfswiderstand gemessen wird, nur ein Kompensationsverfahren unter Benutzung eines Vibrationsgalvanometers oder Telephons als Nullinstrument in Betracht.

W. Geyger[1] beschreibt zwei einfache Kompensationsmeßanordnungen, welche für Selenzellen-Untersuchungen mit Wechselstrom besonders geeignet sind. Die erste Anordnung dient zur Messung des in der Selenzelle fließenden Stromes, wenn die Zelle an eine Wechselspannung angelegt ist, wobei die Belichtung der Zelle beispielsweise durch eine Lichtquelle von zeitlich konstanter Lichtstärke erfolgt. Die zweite Anordnung ermöglicht die Messung der Wechselstromkomponente des Zellenstromes für den Fall, daß die Zelle an eine Gleichspannung angelegt ist, wobei die Zelle durch eine Lichtquelle von periodisch veränderlicher Lichtstärke (z. B. wechselstromdurchflossene Glühlampe) belichtet wird. Die zur Kompensation dienende Vergleichspannung liefert der in früheren Arbeiten[1] ausführlich beschriebene „Schleifdraht-Wechselstromkompensator"[2], der über Strommesser und Regelwiderstand unmittelbar (erste Anordnung) oder unter Zwischenschaltung eines Frequenztransformators mit dem Frequenzübersetzungsverhältnis 1 : 2 (zweite Anordnung) an die die Selenzelle bzw. Lichtquelle speisende Wechselstromquelle angeschlossen wird. Als Nullinstrument dient ein auf die Frequenz bzw. zweifache Frequenz des Wechselstromes abgestimmtes Vibrationsgalvanometer. Die beschriebenen Meßanordnungen sind auch für Demonstrationsversuche geeignet, wenn man die optische Einrichtung des Vibrationsgalvanometers derart wählt, daß das Bild des schwingenden Lichtzeigers (Lichtband) auf einem großen durchscheinenden Projektionschirm sichtbar ist. (W. Geyger, Arch. El. Bd. 20, H. 3, S. 224.)

[1] W. Geyger, ETZ 1924, S. 1348. Arch. El. Bd. 17, S. 213.
[2] Konstruktion von Hartmann & Braun, Frankfurt a. M.

Allgemeiner Maschinenbau.

Entaschungsanlagen System Schichau. — Hydraulische Entaschungsanlagen können nach dem Prinzip der Spül- oder Druckwasserentaschung arbeiten.

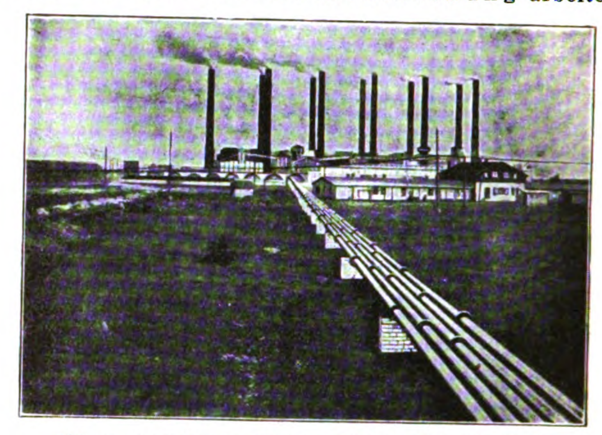


Abb. 8. Ascheförderleitungen; Blick in Richtung Werk.

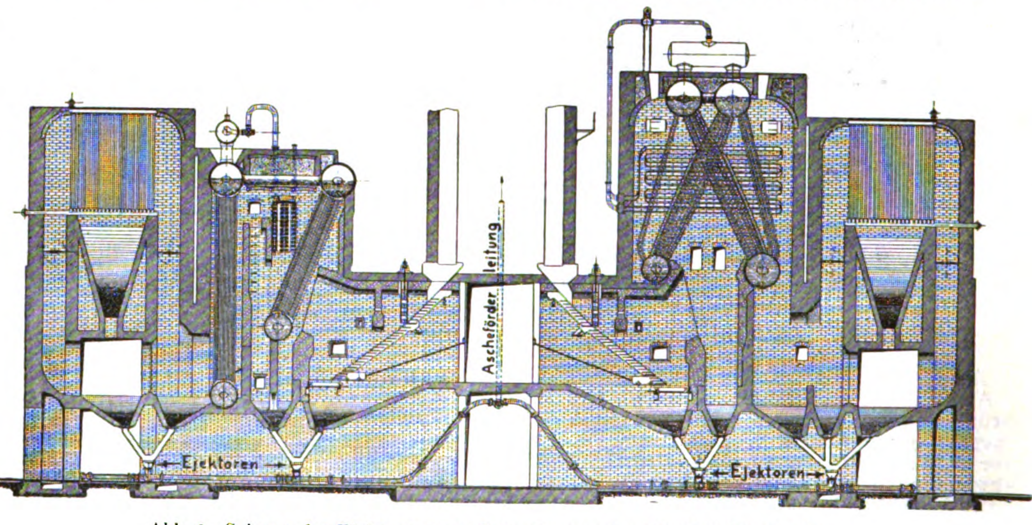


Abb. 9. Schema des Einbaues einer Entaschungsanlage in eine Kesselanlage.

Der wesentliche Unterschied dieser beiden Systeme besteht darin, daß die Asche bei ersterem durch offene oder abgedeckte Rinnen in eine tiefer liegende Grube gespült wird, während bei den Druckwasseranlagen die Asche zwangsläufig durch eine geschlossene Rohrleitung gedrückt wird. Daraus ergibt sich ein Wasserverbrauch von ungefähr $^1/_3$ des Bedarfs der Spülentaschung. Ein weiterer Vorteil der Druckwasserentaschung besteht darin, daß die Asche unmittelbar von den Ascheanfallstellen bis an den Ablagerungsplatz gedrückt werden kann. Spülentaschung ist deshalb nur wirtschaftlich bei kleinen Kesselanlagen mit günstigen Wasser- und Asche-verhältnissen, Druckwasserentaschung dagegen besonders bei Großanlagen und ungünstigen Wasserverhältnissen. Bei beiden Systemen kann das Wasser- und Aschegemisch, wenn es die örtlichen Verhältnisse bedingen, durch Aschepumpen auch auf weitere Entfernungen gefördert werden.

Bei dem Entaschungsystem mittels Druckwassers, wie es die Firma F. Schichau, Elbing, u. a. in Golpa-Zschornewitz ausgeführt hat und z. Zt. auch in Trattendorf einrichtet, sind zwei Hauptleitungen erforderlich, eine Druckwasserleitung und eine Ascheförderleitung (Abb. 8 u. 10). An diese Leitungen werden besonders ausgebildete Ejektoren (Abb. 9 u. 11), durch welche die Ascheförderung erfolgt, angeschlossen. Je nach Größe der Aschesammeltrichter unter den Kesseln wird die Anlage in regelmäßigen Zeitabschnitten in Tätigkeit gesetzt. Bei Beginn jeder Entaschungsperiode wird zunächst die

Druckwasserpumpe angestellt, dann werden der Reihe nach die einzelnen Ejektoren in Betrieb genommen. Die Rost- und Flugasche wird durch Schurren von den Aschetrichtern in die Ejektoren geleitet. Die Schurren werden in der Regel geschlossen ausgeführt. Durch leicht zu schließende Klappen wird die Aschezufuhr geregelt. Größere anfallende Schlackenstücke können auf einem am Einlauftrichter angeordneten Stahlgußrost vom Bedienungspersonal ohne Schwierigkeiten zerkleinert werden. Die Schlacke wird bis zu einer Stückgröße von 60 mm befördert.

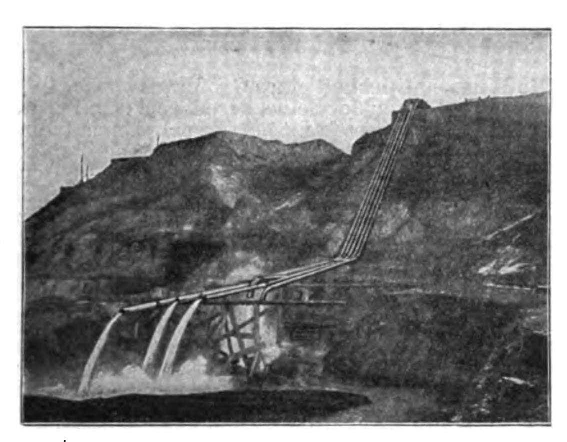


Abb. 10. Ascheförderleitungen; Blick in Richtung Aschegrube.

Die Ejektoren lassen sich durch einen Spezial-Hebelverschluß System Schichau (Abb. 11) leicht bedienen. Der Verschluß ist gegen Verschmutzung und Beschädigung geschützt und ermöglicht es, eine beliebige Zahl von Ejektoren an eine gemeinsame Ascheförderleitung anzuschließen, ohne daß irgendwelche weiteren Absperrorgane in dieser Leitung vorzusehen sind. Hierin liegt ein wesentlicher Vorteil gegenüber anderen Druckwasserentaschungen, deren Absperrorgane in der Ascheförderleitung in kurzer Zeit unbrauchbar werden. Bei richtiger Bemessung der Rohrleitung ist die Abnutzung in dieser gering. Abb. 9 zeigt den Einbau der Entaschungseinrichtung in eine Kesselanlage.

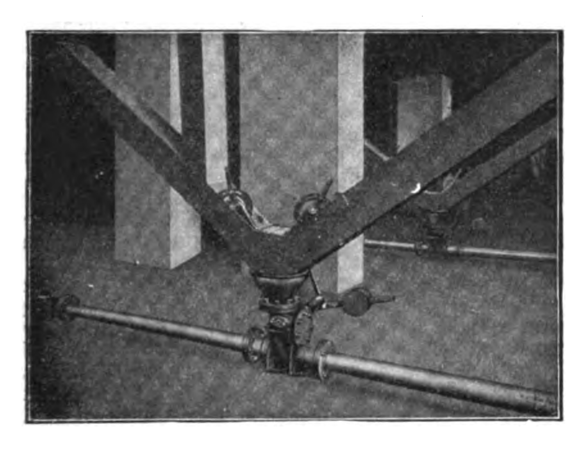


Abb. 11. Anordnung der Ejektoren im Aschekeller.

Der Kraftbedarf für den Betrieb der Anlage hängt von der Förderhöhe und der Entfernung der Aschenablagerungsstelle ab; genaue Angaben hierüber können nur von Fall zu Fall gemacht werden.

Das Spülwasser kann bei gegebenen Verhältnissen auch im Kreislauf verwendet werden. Bei Asche mit stark schwefel- oder kalkhaltigen Beimischungen muß jedoch soviel Frischwasser zugesetzt werden, daß in Pumpe und Rohrleitungen keine Anfressungen oder Niederschläge erfolgen können.

Über die zweckmäßigste Art der Ascheablagerung und die Wahl der Ablagerungstellen lassen sich bestimmte Richtlinien nicht aufstellen, vielmehr richten sich diese ausschließlich nach den jeweiligen örtlichen Verhältnissen. Die Praxis hat jedoch gezeigt, daß eine einwandfreie Lösung dieser Frage in den meisten Fällen möglich ist. *ft*

Verschiedenes.

Zur Einweihung des Ampère-Hauses in Poleymieux. — Am 2. VI. d. J. fand in Poleymieux bei Lyon die feierliche Besitzergreifung des früher Ampère gehörigen Hauses durch die Société Française des Electriciens statt; der Ankauf des Hauses war der Gesellschaft durch eine Spende der Brüder Behn ermöglicht worden[1]. Das Gebäude wurde zu einem Museum ausgestaltet und soll sämtliche noch erhaltenen Apparate und Schriften Ampères aufnehmen, die z. T. schon bei der Eröffnungsfeier an Ort und Stelle gezeigt werden konnten. Es erscheint angebracht, bei dieser Gelegenheit einen kurzen geschichtlichen Rückblick[2] auf das Leben dieses Gelehrten zu werfen, in dankbarer Erinnerung seines Wirkens für die Entwicklung der Elektrizitätslehre. —

André-Marie Ampère wurde in Lyon am 2. I. 1775 als Sohn eines Kaufmanns geboren. Seine Kindheit verbrachte er in Poleymieux in dem seiner Mutter gehörigen Hause, das der Familie nach Aufgabe des Geschäftes als Ruhesitz diente. Der Knabe besuchte keinerlei Schule, sondern wurde ausschließlich von seinem Vater unterrichtet; nebenbei las er alle ihm unter die Hände kommenden Bücher und arbeitete sich z. B. gewissenhaft von A bis Z durch die zwanzig großen Bände der alphabetisch



Abb. 12. André-Marie Ampère.

geordneten Enzyklopädie von Diderot und d'Alembert hindurch. Seine offensichtliche mathematische Begabung veranlaßte den Vater, den anfänglich begonnenen Lateinunterricht bald zugunsten der Mathematik aufzugeben. Das eifrige Studium klassischer und zeitgenössischer Dichtungen ergänzte diesen eigentümlichen Bildungsgang. Mit 12 Jahren studierte der Junge Euler und Bernoulli, wozu ihm der Abbé Daburon einige Anleitung gab, mit 18 Jahren vertiefte er sich in die Analytische Mechanik von Lagrange. Im Jahre 1793 wurde die Familie Ampère von einem schweren Schicksalschlag getroffen: Der Vater, während der Revolutionswirren zum Friedensrichter in Lyon ernannt, wurde nach der Belagerung und Einnahme der Stadt auf dem Schaffott hingerichtet. Dieses Ereignis warf einen tiefen Schatten auf das Leben des achtzehnjährigen Ampère und trieb ihn nach einer Zeit völliger Verstörtheit zur fast ausschließlichen Beschäftigung mit der schönen Literatur und zu zahlreichen eigenen Dichtungen. Drei Jahre später, 1796, lernte er Julie Carron kennen, die er im August 1799 heiratete. Um sich und seiner Frau den Lebensunterhalt zu verschaffen, übernahm er Privatunterricht in Lyon, bildete sich jedoch auch selbst fleißig weiter, und zwar neben der Mathematik auch in der Physik. Die Geburt eines Sohnes im Jahre 1800 zwang ihn, sich nach einem höheren Verdienst umzusehen; er fand an der Departementschule in Bourg Anstellung als Lehrer der Mathematik, mußte jedoch seine Frau, die nach der Geburt des Kindes kränkelte, in Poleymieux zurücklassen. In Bourg entstand Ampères erste bedeutendere Arbeit: „Mathematische Betrachtungen über die Theorie des Spiels", der bald ein Aufsatz über die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Mechanik folgte. Beide Arbeiten

[1] Rev. Gén. de l'El. Bd. 23, S. 978 u. 1058.
[2] Als Quelle diente u. a.: C. A. Valson, La Vie et les Travaux d'André-Marie Ampère. Lyon 1886.



wurden der Akademie der Wissenschaften eingesandt, fanden Beifall und veranlaßten, daß Ampère 1803 als Professor an das Lyzeum in Lyon berufen wurde. Dort traf den endlich wieder mit seiner Gattin vereinigten Gelehrten ein neuer Schicksalschlag: Seine geliebte Frau starb acht Tage nach dem Wiedersehen. Die Trauer über diesen Todesfall hat das ganze übrige Leben Ampères überschattet; in der ersten Verzweiflung wollte er seine wissenschaftliche Laufbahn völlig aufgeben.

Da erfolgte 1804 noch zur rechten Zeit seine Berufung als Lehrer der Mathematik, bald darauf Titularprofessor, an die Ecole Polytechnique in Paris. Wie schon nach dem Tode seines Vaters fand er geistige Ablenkung in anderen Gebieten des Wissens; in Paris fesselte ihn vornehmlich die Philosophie, die er mit Cabanis, de Tracy und de Biran pflegte. Eine Reihe mathematischer Arbeiten, die er in den ersten Pariser Jahren veröffentlichte, veranlaßte im Jahre 1808 seine Ernennung zum Generalinspektor des Unterrichts durch Napoleon, welches Amt ihn zu häufigen Inspektionsreisen durch Frankreich nötigte. Um der schwer empfundenen Einsamkeit zu entgehen, hatte Ampère 1807 eine zweite Ehe geschlossen, die von Anfang an unglücklich verlief, bald zur Trennung der Gatten führte und 1809 geschieden wurde. Ampère wohnte dann mit seiner Mutter, seiner Schwester und seinen beiden Kindern, dem Sohn aus erster und einer Tochter aus zweiter Ehe, zusammen.

Das Jahr 1814 brachte ihm als Folge weiterer mathematischer Arbeiten die Ernennung zum Mitglied der Akademie der Wissenschaften. Alle seine bedeutenden Arbeiten lagen bis jetzt auf mathematischem Gebiet; von 1811 an etwa beschäftigte er sich zwar auch häufig mit physikalischen Fragen, der entscheidende Anlaß, der ihn endgültig zur Physik trieb, war jedoch erst die 1819 bekannt werdende Entdeckung Oersteds von der Beeinflussung des Magneten durch einen elektrischen Strom. Ampère begab sich mit großem Eifer an die Wiederholung und den Ausbau der Versuche. 1820 veröffentlichte er die sog. Schwimmerregel und beschrieb die verstärkte magnetisierende Wirkung des „Solenoids", das etwas später unabhängig auch von Seebeck angegeben wurde. Noch im gleichen Jahre konnte Ampère die Kraftwirkung zweier stromdurchflossener Leiter aufeinander darstellen, mit etwa dem gleichen Apparat aus gebogenen Drähten, den wir auch heute noch für diese Demonstration verwenden. Gleichzeitig gab er eine neue Theorie der Erscheinungen, die nach ihm benannte Molekulartheorie des Magnetismus. Er erklärte den Magnetismus als elektrische Erscheinung, beim permanenten Magneten als Folge kleinster Kreisströme, deren Ebenen durch Einwirkung äußerer Ströme gerichtet werden können. Auch der Erdmagnetismus mußte danach als die Wirkung von äquatorial verlaufenden Strömen betrachtet werden. Diese Anschauungen standen im Gegensatz zu den Theorien anderer Gelehrter, vor allem Seebecks, die umgekehrt den elektrischen Strom als magnetische Erscheinung aufgefaßt wissen wollten. Demzufolge begegnete auch die Veröffentlichung Ampères starkem Widerstand seitens der Akademie, der ihn jedoch keineswegs entmutigte, zumal er 1822 eine klare mathematische Grundlage zu seinen Versuchen liefern konnte. Diese Arbeit enthielt das seinen Namen tragende elektrodynamische Grundgesetz, nach dem die Wirkung zweier Stromelemente aufeinander dem Quadrat ihres Abstandes umgekehrt proportional ist und je nach ihrer gegenseitigen Lage in einer Anziehung oder Abstoßung besteht; sie bedeutete die Begründung einer Elektrodynamik überhaupt. Im gleichen Jahre (1822) konnte Ampère über einen Versuch berichten, bei dem ein durch „Influenz" in einem geschlossenen zweiten Leiter entstandener Strom nachweisbar war. Er hatte also die Entdeckung der Induktion damals in Händen, jedoch hat weder er noch einer der anderen Gelehrten dieser Erscheinung besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Erst 1831 wurde sie von Faraday erneut gefunden und völlig aufgeklärt. Seine Forschungen auf dem neugeschaffenen Gebiete der Elektrizitätslehre faßte Ampère 1826 zusammen in seinem Hauptwerk „Theorie der elektrodynamischen Erscheinungen, abgeleitet aus dem Experiment", und mit diesem Buche schließt die Reihe seiner bedeutenden Arbeiten. Lange Jahre hindurch hat er ferner an der Durchführung einer Lieblingsidee gearbeitet: einer Einteilung sämtlicher menschlicher Wissenschaften und Auffindung ihrer gemeinsamen Beziehungen. Diese Arbeit wurde nicht vollendet; die veröffentlichte „Abhandlung über die Philosophie der Wissenschaften" blieb nur ein Anfang.

Die höchste Sprosse der akademischen Stufenleiter erreichte Ampère 1824, als er zum Professor der Experimentalphysik am Collège de France ernannt wurde. Doch vermochten die zahlreichen äußeren Ehrungen, mit denen er bedacht wurde, niemals das Gefühl innerer Vereinsamung und der Trauer um den Tod seiner ersten Gattin zu übertäuben. Eine gewisse Entschädigung fand er in der Laufbahn seines Sohnes Jean-Jacques, der sich der Literatur widmete und noch gemeinsam mit seinem Vater Mitglied der Akademie war. Am 10. VI. 1836 starb Ampère an einer Lungenentzündung auf einer Inspektionsreise in Marseille und wurde dort beerdigt; 1869 wurden seine sterblichen Reste von Marseille nach Paris überführt und in Montmartre beigesetzt. Winkler.

Energiewirtschaft.

Die Wirtschaftlichkeit eines Großkraftwerkes in Nordfrankreich. — Im von der Seine, der Marne, dem Pas de Calais und der belgischen Grenze eingeschlossenen industriereichen Nordfrankreich, woselbst auch die größten Kohlengruben des Landes liegen, mangelt es bis jetzt an einer einheitlichen Elektrizitätsversorgung. Die Kohlengruben verfügen über eigene Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von etwa 375 000 kW, aus welchen sie ihren Eigenbedarf decken und überdies auch Überschußkraft an von ihnen gegründete Tochtergesellschaften für Zwecke der Allgemeinversorgung abgeben; außerdem besteht noch eine Reihe unabhängiger Stromerzeugungs- und Verteilungsgesellschaften, die in der Hauptsache die Industriestädte beliefern. Die Grubenzentralen weisen Einzelleistungen von 40 000 ... 60 000 kW auf mit Maschineneinheiten von 10 000 ... 15 000 kW und verfeuern in erster Linie Abfallkohle. Sie arbeiten nicht besonders wirtschaftlich, teils weil die Maschineneinheiten zu klein sind, teils weil sie mangels ausreichender Menge von Frischwasser für Kondensation auf Rückkühlbetrieb angewiesen sind. Die Werke der unabhängigen Elektrizitätsgesellschaften sind zwar moderner ausgerüstet und weisen demgemäß auch einen geringeren Wärmeverbrauch auf, doch leiden sie ebenfalls unter den ungünstigen Wasserbeschaffungsverhältnissen. Die große Nachfrage nach Elektrizität und der außerordentlich rasch ansteigende Verbrauch lassen es unter diesen Umständen notwendig erscheinen, eine großzügige Lösung der Deckungfrage in Erwägung zu ziehen.

Blum-Picard untersucht die Errichtungsmöglichkeiten eines Großkraftwerkes im Kohlengebiet vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit. Ein solches Kraftwerk hätte den Bedarfszuwachs in Nordfrankreich selbst zu decken, der bis 1930 mit 400 Mill. kWh angenommen werden kann, und könnte überdies auch Strom nach Paris abgeben, um den dortigen, jährlich 100 Mill. kWh betragenden Mehrbedarf zu befriedigen. Die Wettbewerbsfähigkeit mit den vorhandenen Kraftwerken für die Deckung des örtlichen Bedarfs dürfte dadurch gegeben sein, daß ein zeitgemäß ausgestattetes, mit möglichst großen Maschinen- und Kesseleinheiten ausgerüstetes Werk mit geringerem Wärmeaufwand zu arbeiten in der Lage ist und überdies auch einen günstigen, in der Nähe von 1 liegenden Betriebsfaktor aufweisen wird, da eine Maschinenreserve nicht vorgesehen werden müßte, weil die bereits vorhandenen Werke über ausreichende Reserven verfügen, die im Bedarfsfall herangezogen werden können. Die Versorgung von Paris erscheint möglich, wenn die Transportkosten der elektrischen Energie sich niedriger stellen als für die Kohle selbst, wobei aber auch noch berücksichtigt werden muß, daß der Kohlenverbrauch mit Rücksicht auf den notwendigen Rückkühlbetrieb um etwa 10 % höher anzusetzen ist als in Paris, wo genügend Frischwasser vorhanden ist. In Hinblick auf letztere Frage nimmt der Verfasser den Transport von 200 Mill. kWh nach Paris an, wofür bei 3000 Benutzungsstunden im Jahr etwa 65 000 kW an Leistung aufzuwenden sind. Die Kosten der Kraftübertragungsanlage, bestehend aus den Umspannwerken an beiden Enden und einer 150 kV-Doppelleitung, werden mit 8,3 Mill. RM angegeben, woraus sich die reinen Transportkosten bei 12 % für Verzinsung, Abschreibung, Erhaltung und Betriebspesen und 10 % Zuschlag für die Übertragungsverluste zu 0,55 Pf/kWh errechnen. Das Paris versorgende Großkraftwerk Gennevilliers arbeitet mit einem Wärmeverbrauch von 6100 kcal/kWh, die Transportkosten der Kohle betragen rd. 6 RM/t; bei Verfeuerung von Kohle mit 6850 kcal stellt sich sonach der Kohlenverbrauch in diesem Werk auf 0,9 kg/kWh, wofür die Transportkosten 0,55 Pf ausmachen. Beide Werte halten sich sonach das Gleichgewicht, so daß mangels anderer Vorteile diese Übertragung keinen Anreiz bieten würde. (Dieses Ergebnis erscheint um so weniger befriedigend, als der vorgenannte Wärmeverbrauch in einem Großkraftwerk als außerordentlich hoch bezeichnet werden muß. Selbst bei den durch die ganz außergewöhnlich hohe Licht-

spitze von Paris bedingten ungünstigen Verhältnissen sind bei richtiger Wärmewirtschaft noch namhafte Ersparnisse zweifellos möglich, was aber zuungunsten der Fernübertragung sprechen würde. Der Grund liegt offenbar in der schlechten Ausnutzung der Kraftübertragungsanlage, welche bei der Rechnung angenommen wurde. Bei zweckmäßiger Lastverteilung in der Weise, daß der Fernübertragung in erster Linie die Grundlast zugewiesen wird, wie dies z. B. in Berlin der Fall ist, läßt sich ein wesentlich besseres Ergebnis erzielen. Der Ber.)

Eine Ermäßigung des Strompreises ab Kraftwerk wäre durch Angliederung einer anpassungsfähigen chemischen Industrie möglich. Als Beispiel nimmt der Verfasser die Fabrikation von Methylalkohol an, wofür 2 kWh/kg Fertigprodukt notwendig sind. Bei einer Tagesproduktion von 100 t können 60 Mill. kWh im Jahr mit 10 000 kW zusätzlicher Maschinenleistung abgesetzt werden. Ferner schlägt er noch Wasserelektrolyse zwecks Wasserstoffgewinnung für weitere synthetische Verarbeitung vor, welcher Prozeß in der Nachtzeit ausgeführt werden könnte und derart eine erhöhte Ausnutzung der eingebauten Maschinenleistung ermöglichen würde. Die für beide Fälle angestellten Berechnungen ergeben folgendes:

Sieht man zunächst von der Wasserstoffgewinnung ab, so stellt sich der Leistungsbedarf und die Erzeugung wie folgt:

für Nordfrankreich	400	Mill. kWh bei	130 000	kW Höchstleistung
„ Paris . .	200	„	65 000	„ „
„ chemische Zwecke	60	„ „ „	10 000	„ „
zusammen	600	„ „ „	205 000	„ „

Die Anlagekosten hierfür betragen:

Kraftwerk	30	Mill. RM
Kraftübertragung nach Paris	8,3	„ „
sonstige Leitungen	1,7	„ „
zusammen	40	Mill. RM.

Die festen Kosten mit 15 % der Anlagekosten angenommen, entfällt auf die erzeugte Kilowattstunde ein Anteil von 0,91 Pf: der Kohlenverbrauch kann mit 0,55 kg/kWh an Kohle von 7000 kcal angenommen werden, wofür 0,85 Pf aufzuwenden sind, so daß sich der Durchschnittspreis der Kilowattstunde auf 1,76 Pf stellen würde. Dieser Preis ist natürlich ein Mischpreis für die ganze Erzeugung, wogegen der Verkaufspreis den besonderen Verhältnissen der einzelnen Abnehmergruppen in bekannter Weise anzupassen wäre.

Werden die Maschinen in der Nachtzeit zur Wasserstofferzeugung herangezogen und hierfür 180 Mill. kWh aufgewendet, was bei 3500 h jährlicher Benutzungsdauer der Inanspruchnahme von 50 000 kW Maschinenleistung entspricht, welche in der Nachtzeit zweifellos zur Verfügung steht, so ermäßigen sich die anteiligen festen Kosten im Gesamtdurchschnitt auf 0,71 Pf, die Kosten je Kilowattstunde auf 1,56 Pf. Andererseits wäre es auch denkbar, die gesamte, auf diese Weise erzielte Verbilligung der letztgenannten Stromabgabe gutzubringen, in welchem Fall der Preis der für diese Zwecke abgegebenen Kilowattstunde sich auf 0,9 Pf stellen würde. Bei einem Aufwand von 5 kWh je 1 m³ Wasserstoff betragen sonach die Stromkosten der Elektrolyse 4,5 Pf. Auf Grund eines Vergleichs mit den bei der bisher üblichen Erzeugungsart auflaufenden Kosten kann entschieden werden, ob eine derartige Kombination wirtschaftlich möglich erscheint. (Génie civil Bd. 91, 1927, S. 638.) *Bp.*

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Zwecks Regelung der elektrizitätswirtschaftlichen Verhältnisse im Saargebiet hat Generaldirektor Ahlen, Köln, vor kurzem ein Gutachten erstattet, in dem er, wie die Frankf. Zg. mitteilt, zunächst darauf hinweist, daß das Saargebiet die günstigsten Vorbedingungen für eine befriedigende Elektrizitätswirtschaft biete. In erster Linie bedürfe es aber einer rationellen Gestaltung der Stromerzeugung durch Verschmelzung der vorhandenen öffentlichen Kraftzentralen, Zusammenarbeiten letzterer mit den Gruben- und Hüttenwerken und durch den Bau einer 100 kV-Station in Verbindung mit einer Höchstspannungsleitung von dieser nach Osten bis Homburg und nach Nordwesten bis Mettlach. Sodann müsse die ganze Stromverteilung durch Zusammenfassung sämtlicher Verteilungsanlagen in eine Hand, planmäßigen Ausbau des Netzes, Schaffung einer zentralen Verwaltung und Betriebsführung, durch Anschluß möglichst aller gewerblichen und industriellen Betriebe an das Verteilungsunternehmen sowie durch Einführung günstiger, einheitlicher Tarife rationalisiert werden. Ahlen empfiehlt zunächst die Aufnahme des Elektrizitätswerks Saarlouis (18 000 kW) in das Kraftwerk Wehrden (42 500 kW), die den vom RWE geforderten Export von 50 Mill. kWh im Jahr ermögliche und somit eine Senkung der Selbstkosten für die im Saargebiet abgesetzte Kilowattstunde um wenigstens 0,7 Pf herbeiführe. Komme dazu noch die auf langfristige Verträge begründete Zusammenarbeit mit den Gruben und Hüttenwerken, dann sei die jetzt außerordentlich zersplitterte Stromerzeugung des Saargebiets als einheitliches Energiezentrum in die deutsche Elektrizitätswirtschaft eingeschaltet. Der Gutachter empfiehlt, für Produktion und Verteilung besondere Gesellschaften zu bilden und das neue Stromverteilungsunternehmen auf die Saarland-Lothringer Elektrizitäts-A. G. aufzubauen, in die die übrigen sehr zahlreichen Verteilungsanlagen einzubringen seien.

Nach längeren Verhandlungen ist nunmehr zwischen dem RWE und der Stadt Trier ein Abkommen zustande gekommen und von den Stadtverordneten genehmigt worden, demzufolge letztere dem RWE ihr Dampfkraftwerk und die beiden Wasserwerke an der Kyll und an der Dhron verkauft und mit dem RWE einen auf 30 Jahre bemessenen Stromlieferungsvertrag abschließt. Die Stadt wird weiter dem RWE ihre Elektrizitätsanlagen in den Kreisen Saarburg, Wittlich, Zell, Cochem, Bernkastel, Bitburg und im Landkreise Trier, mit Ausnahme des Gebiets zwischen Conz und Schweich, verkaufen und ihm auch die Rechte an den mit den Kreisen, Gemeinden und Abnehmern innerhalb des zu übertragenden Versorgungsgebiets bestehenden Konzessionen und Stromlieferungsverträgen abtreten. Das RWE verpflichtet sich, das Dampfkraftwerk der Stadt Trier weiter zu betreiben. Letztere erhält 3 Mill. RM Aktien des RWE zum Kurse von 150 %, ferner 7 Mill. RM, die sie aber dem RWE als mindestens mit 6 % verzinsliches Darlehen auf zehn Jahre überläßt, und einen Barbetrag von etwa 5,5 Mill. RM. Infolge dieses Abkommens hat der Landkreis Saarbrücken den Anteil der Stadt Trier an dem Kraftwerk Wehrden für 2,4 Mill. RM übernommen.

Eine a. o. Generalversammlung der Elektricitätswerk Westfalen A. G., Bochum, hat die Übertragung von Aktien der Gesellschaft auf die VEW gegen Hergabe von Anteilen letzterer genehmigt, wodurch die bisher bestehende Interessengemeinschaft zwischen beiden Unternehmungen sich einer völligen Verschmelzung nähert. Der Beschluß war möglich, weil eine Majorität der kommunalen Aktionäre von Westfalen die Übertragung ihrer Aktien auf die VEW beantragt hatte. Die der Verschmelzung noch widerstrebenden Städte Bochum, Gelsenkirchen, Buer, Witten, Herne usw. dürften demnächst ebenfalls der Fusion zustimmen. In diesem Zusammenhang hat eine a. o. Generalversammlung der VEW die Erhöhung des Gesellschaftskapitals von 42 auf 60 Mill. RM gutgeheißen. Diese neuen Anteile werden, abgesehen von dem Umtausch der Westfalen-Aktien, auch dem Erwerb des Gas- und Elektrizitätswerks Recklinghausen sowie der Elektrizitätswerke in Meschede, Finnentrop und Bestwig dienen, während die schon früher erwähnte Übernahme des Elektrizitätsverbandes Büren-Brilon voraussichtlich eine weitere Kapitalserhöhung erfordern dürfte.

Vom badischen Landtag ist nunmehr die Gründung der Schluchsee-Werk A. G. und damit der stark umstrittene Bau dieser Anlage (100 000 kW) zugestimmt worden. Es handelt sich zunächst um die Oberstufe, die das Gefälle der Schwarza zwischen dem Schluchsee und Häusern ausnutzt, während eine später auszubauende Mittelstufe das Gefälle des genannten Wasserlaufs bis zur Einmündung in die Schlucht bei Witznau und die Unterstufe das Gefälle zwischen dem Schlüchtbecken und dem Rhein bei Waldshut verwerten soll. Die Baukosten für die Oberstufe sind auf 43,3 Mill. RM geschätzt worden. Das Gründungskapital der in Freiburg zu errichtenden neuen Gesellschaft wird 14 Mill. RM betragen. Auf die Einzelheiten des Unternehmens und die vom badischen Finanzministerium dem Landtag vorgelegte Denkschrift kommen wir noch zurück.

Der Ruhrverband beabsichtigt, auf den Ruhrwiesen bei Wetter einen der Anlage bei Hengstey ähnlichen Stausee zu schaffen. Von der damit verbundenen Kraftanlage werden etwa 28 Mill. kWh jährlich erwartet.

Nach langen Verkaufsverhandlungen ist das Elektrizitätswerk der Stadt Erbach einschließlich des Leitungsnetzes für 0,3 Mill. RM in den Besitz der Hessischen Eisenbahn-A. G., Darmstadt, übergegangen.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1415.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV
Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Dienstag, dem 16. Oktober 1928, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B., Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Ludwig Roehmann über: „Messung der Fernsprechstörwirkung von Starkstromanlagen".

Inhaltsangabe:

Kurvenformbewertung nach den Forderungen der Fernmeldetechnik — Störempfindlichkeit des Ohrs, nach Art der Energieübertragung von Starkstromleitungen auf Fernsprechsysteme — Geräuschspannung — Störstrom und Stromgüte bei induktiv störenden Starkstromanlagen; subjektive und objektive Meßverfahren — Störspannung und Spannungsgüte bei induktiv und kapazitiv störenden Anlagen — Beispiele von ausgeführten Messungen: Wirkung von Maßnahmen zur Verminderung der Fernsprechstörwirkung von Gleichrichterbahnen.

Gäste willkommen!

Der Vorsitzende
des Fachausschusses für elektrisches Nachrichtenwesen:
Arendt.

Die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde hat dem Elektrotechnischen Verein folgende Einladung gesandt:

Einladung

zum

Vortragsabend am Freitag, dem 12. Oktober 1928, abends 7½ Uhr im Ingenieurhaus, großer Sitzungssaal, Berlin, Friedrich-Ebert-Str. 27.

Herr Direktor Dipl.-Ing. M. Tama, Eberswalde, spricht über

Elektrisch geheizte Blankglühöfen.

Bericht über die bei den Hirsch, Kupfer- und Messingwerken aufgestellten elektrischen Glühöfen für Kupfer und Kupferlegierungen, insbesondere über Widerstandsöfen für Rohre, für ruhende Metallbänder in gewickelter Form, für bewegte Metallbänder (Durchziehöfen), für Rohrbolzen und zum Blankglühen von Stanzteilen.

Im Meinungsaustausch sollen die übrigen, elektrische Blankglühöfen herstellenden Firmen zum Wort kommen und Erfahrungen über die bisherige Anwendung der Öfen ausgetauscht werden. Die betreffenden Stellen sind hierzu aufgefordert worden. Weitere Anmeldungen zum Meinungsaustausch werden von der Geschäftsstelle der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde (Ingenieurhaus) gern entgegengenommen.

Eintritt unentgeltlich.

Vorläufige Anzeige.

Der Elektrotechnische Verein wird in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule zu Berlin demnächst eine Vortragsreihe (7 Doppelstunden) veranstalten über

„Selbstanschluß-Fernsprechtechnik",

und zwar:

1. Einleitung. Die grundsätzlichen Verbindungsmöglichkeiten im Fernsprechverkehr. Grundschaltungen und Schaltorgane. Der Handbetrieb als Vorstufe des S.A.-Betriebes. Die verschiedenen Aufgaben und ihre Lösungsmöglichkeiten. Die besonderen Schaltorgane des S.A.-Betriebes. Nummernschalter, Wähler usw.

Vortragender: Herr Prof. Dr. Rud. Franke.

2. Die Entwicklung des Fernsprechers in großen Städten. New York, London, Paris, Berlin. Die Systemwahl, Überleitungsfragen.

Vortragender: Herr Postrat Günther (Reichspostzentralamt).

3. Der Landverkehr. Die besonderen wirtschaftlichen Schwierigkeiten, die Forderungen der Landbevölkerung. Die Technik. Schnellverkehr und Netzgruppen.

Vortragender: Herr Ministerialrat Dr. Steidle (Reichspostministerium, Abtlg. München).

4. a) Die Beschaltung und Bekabelung von Fernsprechämtern. Leitungsmaterial, Entstehung von Schrankkabeln, Beschaltung von Apparatgestellen, Verbindung von Gestell- und Schrankgruppen, Kabelroste, Verbindungsorgane.

Vortragender: Herr Direktor Neuhold (Deutsche Telefonwerke u. Kabelindustrie A. G.).

b) Der Privatverkehr. Die Systeme der deutschen Industrie für kleine und große Privatanlagen. Die Besonderheiten des Behörden-, Banken-, Fabrik-, Privatverwaltungsverkehrs, ihre technische Befriedigung.

Vortragender: Herr Direktor Hoffmann (Firma Mix & Genest A. G.).

5. Die grundsätzlichen Forderungen an das Netz und die Schaltungen.

Vortragender: Herr Direktor Langer (Siemens & Halske A. G.).

6. Die Bemessung und Größenordnung der Bauteile, der Nummernschalter-Relais und -Wähler.

Vortragender: Herr Arthur Flad (Siemens & Halske A. G.).

7. Die wissenschaftlichen Arbeiten im S.A.-Gebiet. Das Herausschälen der Ideen, die Aufstellung der allgemeinen Grundsätze. Grundlagen für allgemeine Systemkritik. Die besonderen Aufgaben für die elektrische und akustische Physik, Chemie, Mechanik. Das Eindringen der Mathematik in die Verkehrsfragen.

Vortragender: Herr Prof. Dr. Lubberger (Siemens & Halske A. G)..

Zeit: Montags abends pünktlich 6½ ... 8 Uhr.

Ort: Technische Hochschule in Charlottenburg, physikalischer Hörsaal.

Das ausführliche Programm der einzelnen Vorträge, die Vortragstage und der Preis für die Teilnehmerkarten werden rechtzeitig bekanntgegeben werden.

Ordentliche Sitzung

am 25. September 1928 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Oberingenieur Schüler.

Nach Eröffnung der Sitzung teilt der Vorsitzende folgendes mit: Der Bericht über die Sitzung am 22. Mai gilt als angenommen, da Einwendungen nicht erhoben worden sind. Gegen die damaligen Neuanmeldungen sind Bedenken nicht laut geworden; die Betreffenden sind daher als Mitglieder aufgenommen und werden als solche, soweit anwesend, vom Vorsitzenden willkommen geheißen. Inzwischen sind erfreulicherweise 109 unten aufgeführte Neuanmeldungen eingegangen.

Nach mehreren geschäftlichen Mitteilungen trägt Herr Dr. Rosenborg (Weiz) vor über:

„Geschweißte Stahlkonstruktionen im Elektromaschinenbau."

Seine fesselnden Ausführungen mit zahlreichen Lichtbildern finden regen Beifall. An den Vortrag knüpft sich eine interessante Aussprache. Mit Worten des Dankes an



den Vortragenden und die Diskussionsredner schließt der Vorsitzende die Sitzung.

Der Vortrag und die Besprechung werden demnächst in der ETZ erscheinen.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein E. V.

Albrecht, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Appel, Hermann. Dipl.-Ing., Berlin-Cöpenick.
Assmuth, Otto, Dipl.-Ing., Berlin.
Bachmann, Werner, Dipl.-Ing., Berlin.
Bauer, Ernst. Dipl.-Ing., Charlottenburg.
Baumgartner, Franz, Spezialfabrik f. Heizkissen usw., Falkenstein (Vogtl.).
Beckmann, Johannes, Reg.-Baumeister. Charlottenburg.
Binder, Hans, Dipl.-Ing., Berlin-Neukölln.
Blume, Gustav Adolf, Student, Berlin.
Brandt, Herbert, Dipl.-Ing., Berlin.
Bürklin, Adolf, Obering., Charlottenburg.
Clemente, Clemens, Patentanwalt, Berlin.
Doebler, Fritz, Ingenieur, Braunschweig.
Dworeck, Otto, Student, Berlin-Lichtenrade.
Ebersbach, Walther, Ingenieur, Berlin.
Ernst, Alois, Dipl.-Ing., Bln.-Karlshorst.
Ett, Gerhard, Dipl.-Ing., Charlottenburg.
Ferchland, Fritz, Ing., Berlin.
Falkenberg, Fritz, Dipl.-Ing., Bln.-Niederschöneweide.
Fleischauer, Wilhelm, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf.
Förster, Martin, Dipl.-Ing., Berlin.
Förster, Martin, cand. rer. elektr., Bln.-Wilmersdorf.
Fritz, Franz, Ing., Wien.
Geiger, Bernhard, Dipl.-Ing., Spandau.
Gern, Otto, Dipl.-Ing., Bln.-Spandau.
Graf, Emil, Dipl.-Ing., Bln.-Staaken.
Hamdi, Mehmeg, Ing., Berlin.
Hellmann, Alfred, Studierender, Ilmenau.
Herbst, Rudolf, Elektro-Ing., Berlin.
Hirschauer, Franz, Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Charlottenburg.
Horn, Gerhard, stud. ing., Berlin.
Hübner, Kurt, Studierender, Ilmenau.
Illner, Heinrich, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Kaiser, Franz, Dipl.-Ing., Berlin.
Kaiser, Karl, Dipl.-Ing., Berlin.
Kaiser Blütt, Hans W., cand. ing., Charlottenburg.
Kalbe, Werner, Ingenieur-Praktikant, Bln.-Lichterfelde.
Karras, Heinz, stud. ing., Ilmenau.
Klatte, Gerhart, Dipl.-Ing., Berlin.
Kluy, Hans, Dipl.-Ing., Dr.-Ing., Bln.-Grunewald.
Knauf, Rudolf, Ingenieur, Züllichau.
Kohler, Max, Elektro-Ingenieur, Bln.-Tempelhof.
Kolbe, Werner, Dipl.-Ing., Berlin.
Kopeliowitsch, Jakob, Dr.-Ing., Baden (Schweiz).
Krebs, Ernst Wolfgang, Dipl.-Ing., Charlottenburg.
Krebs, Fritz, Elektro-Ingenieur, Charlottenburg.
Lorbeer, Werner, Student der Elektrotechnik, Bln.-Schöneberg.
Luther, Wilhelm, Dipl.-Ing., Barcelona S. G. (Spanien).
Maerkisch, Gerhard, stud. rer. techn., Bln.-Steglitz.
Mattern, Erwin, Ingenieur, Bln.-Siemensstadt.
Meissner, Franz, cand. ing., Charlottenburg.
Mestitz, Erwin, Ingenieur der „Skoda Werke". Plzeu, C. S. R.
Meyer, Erich, stud. ing., München.
Molling, Ludwig, Dipl.-Ing., Berlin.
Müller, Theodor, Dipl.-Ing., Berlin.
Müller, Wilhelm, Dipl.-Ing., Bln.-Halensee.
Neitzel, Wilhelm, Techniker, Berlin.
Papenfuß, Richard, Hilfsmonteur. Hennigsdorf b. Berlin.
Paufler, Max, Geschäftsführer der Märkischen Electro-Ind., Neuruppin.
Pfeiffer, Erich, Dipl.-Ing., Trébizona/Türkei.
Pietsch, Günther, stud. ing., Berlin.
Pietsch, Walter, Techniker, Berlin.
Prager, Alfred, Studierender, Bln.-Wilmersdorf.
Probst, Erwin, stud. ing., Ilmenau.
Rathing, Fritz, Ingenieur, Bln.-Staaken.
Rauch, Paul, Beuthschüler, Berlin.
Reimann, Erich, Dipl.-Ing., Charlottenburg.
Reschke, Max, Ing., Bln.-Friedenau.
Riedel, Karl, Dipl.-Ing., Berlin.
Rieser, Alfred, Dipl.-Ing., Charlottenburg.
Rücklin, Rudolf, Dipl.-Ing., Bln.-Spandau.
Sauer, Julius, Obering., Bln.-Karlshorst.
Scando-Werke G. m. b. H., Haus- u. landw. Maschinen, Bln.-Oberschöneweide.
Seefeld, Fritz, Dipl.-Ing., Berlin.
Seidner, Michael, Ingenieur, Dozent a. d. Techn. Hochschule, Budapest.
Silberstein, Isidor, Fabrikdirektor, Berlin.
Skarphagen, Hans, Dipl.-Ing., Mount Auburn Killiney.
Spang, Wolfgang, stud. ing., Bln.-Friedenau.
Sparing, Otto, Dipl.-Ing., Charlottenburg.
Sust, Werner, stud. rer. techn., Bln.-Tegel.
Schloman, Alfred, Beratender Ingenieur, Bln.-Dahlem.
Schmidt, Hermann, Ingenieur, Berlin.
Schneider, Heinrich, Dipl.-Ing., Bln.-Frohnau.
Schneider, Rolf, Dipl.-Ing., Charlottenburg.
Schön, Walter, Dipl.-Ing., Charlottenburg.
Schülke, Erich, Fabrikant, Berlin.
Schulze, Hermann, Dr.-Ing., Auma.
Schulze, Otto, Ingenieur, Charlottenburg.
Schumacher, Heinrich, Ingenieur, Charlottenburg.
Schumann, Adolf, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf.
Schumann, Arthur, Ingenieur, Bln.-Johannisthal.
Schürmann, Fritz, Dipl.-Ing., Berlin.
Stanienda, Hans, Berlin-Hermsdorf.
Tacke, Georg, Beuthschüler, Bln.-Neukölln.
Talheim, Kurt, Ingenieur, Bln.-Pankow.
Thomas, Erich, Ingenieur, Djebel b. Seradj (Afghanistan).
Tschiassny, Ludwig, Ingenieur, Bratislawa.
Walther, Hans, Dipl.-Ing., Berlin.
Weiller, Oskar, Dipl.-Ing., Berlin.
Weißpfloch, Karl, Studierender, Ilmenau.
Wendt, Karl, Ingenieur, Berlin.
Werkmeister, Woldemar, Dipl.-Ing., Berlin.
Werner, Erich, Dipl.-Ing., Bln.-Oberschöneweide.
Wiehenbrauk, Wilhelm, Dipl.-Ing., Charlottenburg.
Wölfer, Franz, Dipl.-Ing., Berlin.
Wolff, Adolf, Ingenieur, Bln.-Tempelhof.
Wünsch, Robert, Ingenieur, Bernburg.
Zeumer, Kurt, Ingenieur, Charlottenburg.
Zimmermann, Theophil, stud. ing., Bln.-Lichtenberg.

Fachsitzung

für elektrisches Nachrichtenwesen am 18. X. 1927 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Präsident Kruckow.

Nach Eröffnung der Sitzung hielt Herr Oberstleutnant Pleger einen Vortrag:

„Technisches Nachrichtenwesen in der Reichswehr".

Unter Benutzung einer großen Anzahl von Lichtbildern führte der Vortragende folgendes aus:

Der Weltkrieg mit seinen ungeheuren Entfernungen hat die technischen Nachrichtenmittel zu einer nie geahnten Wichtigkeit ausgestaltet. Die oberste Heeresleitung und die Armeeführer, die kleinste Befehlstelle bis zur Kompagnie, ja selbst die vordersten Posten konnten ihre schweren Pflichten nur erfüllen, wenn sie durch Draht, Funken, Blinklicht oder ein Schall- und Leuchtmittel miteinander verbunden waren. Wohl keine andere Armee der Welt hat im Kriege ein so ungeheures technisches Nachrichtennetz ausgebaut und ausbauen müssen, wie die deutsche. Hat doch der Hughes-Apparat (Fernschreiber) täglich zwischen den Hauptquartieren Ost und West, d. h. von Charleville bis Kowno, gearbeitet, ging doch der Siemens-Schnelltelegraph bis Aleppo in Kleinasien, die Funkerei bis Bagdad und nach den Kolonien.

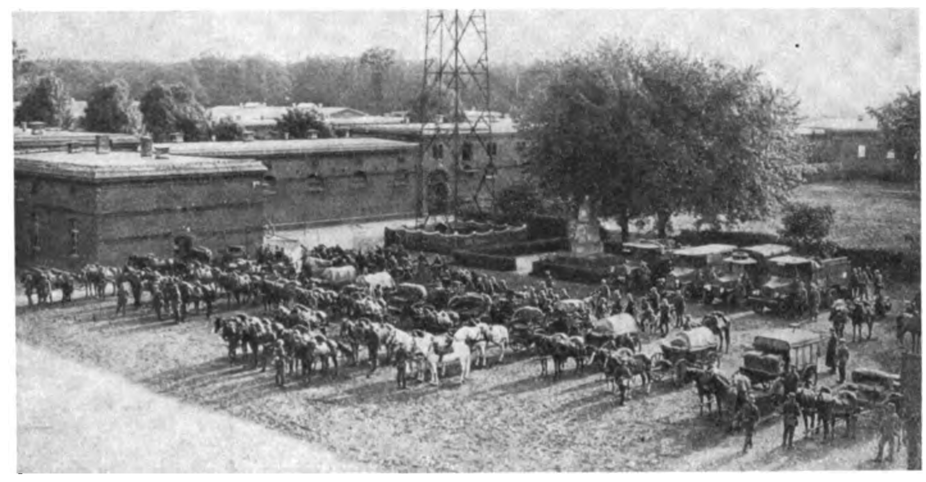


Abb. 1. Nachrichtenkompagnie mit Fernsprechbautrupps und fahrbaren Funkstellen im Abmarsch.

Bei der Armee zählt im Gegensatz zum Zivilbetrieb nicht allein der Bau und Betrieb der Fernsprech- und Telegraphenleitungen, die Kenntnis der Sprech- und Telegraphenapparate und Vermittlungschränke, die ganze Funkerei, sondern auch das Geben von optischen Signalen, das „Blinken", das Handhaben von Schall- und Leuchtmitteln, ja selbst die Verwendung von Brieftauben und Meldehunden zum technischen Nachrichtenwesen.

Die Konstruktion des Geräts bedarf hoher Leistungsfähigkeit; das Gerät selbst muß leicht, gut zu verpacken, transport- und stoßsicher sein. Eine neuzeitliche Nachrichtenkompagnie (Abb. 1) hat 4 ... 5 Fernsprech-Bautrupps, 3 ... 4 Funktrupps, 2 Funkempfangstrupps, 2 berittene Blinktrupps, 1 Brieftaubentrupp. Die Hälfte davon ist „motorisiert", d. h. bewegt sich auf Kraftwagen. Die Infanterie, Artillerie und Kavallerie haben ihre eigenen „Nachrichtenzüge", die ihre Fernsprechleitungen auf dem Gefechtsfelde legen und ihre eigenen Funk- und Blinklinien aufbauen.

Das Fernsprechgerät ruht in einem Fernsprechbauwagen, der mit einem Unteroffizier und sechs Mann die Baueinheit, den Bautrupp, bildet. Man baut mit sog. „Feldkabel" (Abb. 2), einem biegsamen, gummiisolierten, aus feinen Stahl- und Kupferlitzen bestehenden, etwa 3 mm starken Leitungsdraht. „Berittene Trupps" bauen vom Pferde aus (Abb. 3) und lassen das Kabel vom



Abb. 2. Der Bauwagen. Das Feldkabel wird mit Drahtgabeln auf die Bäume gelegt.



Abb. 3. Feldkabelbau vom Pferde.

Pferde abrollen, dann folgt ein zweiter Bautrupp, der das Kabel hochlegt. Auch von fahrenden Lastkraftwagen aus (Abb. 4) wird das Kabel auf Chausseebäume und sonstige Stützpunkte verlegt. Solche „Kraftwagenfernsprechtrupps" können über große Entfernungen schnell zum Bau nach vorn geworfen werden; großen Wert haben sie auch als „Abbautrupps". Sie bleiben zurück, rollen das kostbare Feldkabel ein und folgen schnell nach. Man erreicht Bauleistungen von 10 ... 15 min/km, d. h. man kann der marschierenden Truppe folgen.

Die Funker werden auch im sog. permanenten Leitungsbau, wie ihn die Reichspost ausübt, ausgebildet, denn im Ernstfalle wird die Reichswehr auch die vorzüglichen Fernsprech- und Kabelnetze der Reichspost in reichlichem Maße ausnutzen, u. U. erweitern müssen. Die Aufgaben, die dabei der Nachrichtentruppe erwachsen, sind nicht einfach, z. B. an einem Gestänge von 48 Doppelleitungen die richtige herauszufinden, auf einem neuzeitlichen Fernsprechamt die eigene neugebaute Feldleitung in das Gewirr der Schaltungen einzufügen, von einem Verstärkeramt eines Fernkabels eine Feldleitung abzuzweigen u. a. m.

Als Hauptfernsprechapparat benutzt die Reichswehr den sog. Feldfernsprecher (Abb. 5), einen Apparat mit Mikrotelephon als Handapparat, einem Kurbelinduktor als Anruforgan, also im allgemeinen wie ein O.B.-Postapparat konstruiert, nur transport- und wettersicher in einen Holzkasten eingebaut. Bei schlecht isolierten Leitungen benutzt man zum Anruf einen „Summer", eine Art Selbstunterbrecher mit hochgespanntem Strom. Mit einem „Nummernscheibenkästchen" kann man den Feldfernsprecher unmittelbar an neuzeitliche automatische Ämter anschalten. Wenn mehrere Leitungen zusammenkommen, braucht man Vermittlungseinrichtungen. Man verwendet einen sog. Feldklappenschrank für zehn Leitungen, für größere Stationen einen Klappenschrank mit Vielfachfeld, der sich aus lauter einzelnen Kästen zu zehn Leitungen beliebig erweitern läßt. Man hatte im Felde bei großen Stäben Vermittlungen von 600 Anschlüssen eingerichtet. Außerdem benutzt man die bei der Reichspost üblichen O.B.-Klappenschränke zu 5, 10 und 20 Leitungen. Auch Feld-Endverstärker mit neuzeitlichen Röhren werden verwendet, um schwach ankommende Sprechströme zu verstärken. An Telegraphenapparaten sind vorläufig noch eingeführt der Klopfer und Fernschreiber (Hughes). Die Feldtelegraphie folgt in allem den Mustern der Reichstelegraphie. An Prüf- und Meßeinrichtungen werden benutzt: Feldprüfschrank, Feldmeßkästchen, Elementprüfer. Sehr viel Sorgfalt wird auf das Störungs- und Fehlersuchen sowie auf das Geräteinstandsetzen gelegt.



Abb. 4. Feldkabelbau vom fahrenden Lastkraftwagen.

Die Funkerei spielt bei dem ungeheuren Artilleriefeuer neuzeitlicher Heere, bei den schnellen Bewegungen, besonders der motorisierten Verbände, also überall da, wo der Draht zerstört wird oder nicht folgen kann, eine außerordentlich große Rolle. Beim Aufklärungsdienst der Kavallerie ist die Funkerei das einzige Nachrichtenmittel. Die Reichswehr besitzt ein 200 W-Gerät (die sog. schwere Funkstelle) für höhere Stäbe sowie das eigentliche Normalgerät, das 20 W-Gerät (leichte Funk-



Abb. 5. Feldfernsprecher im Manöverfelde.

stelle) für Verbindungen von den Befehlstellen der Divisionen nach vorn, und zwar zu denen der Infanterie- und Artillerieregimenter, zu Aufklärungsabteilungen und anderen wichtigen Brennpunkten der Befehlserteilung. Beide Geräte sind neuzeitliche Röhrensender, in einen besonderen Funkkraftwagen oder pferdebespannten Funkprotzwagen eingebaut (Abb. 6). Die einzelnen Teile sind in handliche Kästen verpackt und aus den Fahrzeugen herausnehmbar, so daß das Gerät auch in Häusern aufgestellt oder von Packpferden und Menschen leicht befördert werden kann. Die Antenne wird von einem Mast aus Stahlrohren getragen. Dieser Mast wird ähnlich wie ein großes Fernrohr



bis zu 17 m hochgekurbelt. Als Kraftquellen dienen bei beiden Geräten Benzinmotoren. Diese sind gekuppelt: bei der schweren Funkstelle mit einer Gleich- und Wechselstrommaschine, bei der leichten Funkstelle mit einer Hoch-Niederspannungsmaschine. Als Reservekraftquellen werden eine sog. Handdrehmaschine und Sammler mitgeführt. Die Reichweite beider Geräte, die auch für den Fernsprechbetrieb eingerichtet sind, beträgt etwa 500 bzw. 150 km. Jede Funkstelle hat drei neuzeitliche Empfänger.



Abb. 6. **Kraftwagen-Funkstelle mit Telephoniezusatz. Links Mast hochgerichtet, rechts am Wagen umgelegt.**

Der Funkverkehr, so militärisch brauchbar er sonst durch seine schnelle Betriebsbereitschaft ist, hat einen großen Nachteil, nämlich daß er von jedem, der einen guten Empfänger mit einem entsprechenden Wellenbereich besitzt, also auch vom Feinde, mitgehört werden kann. Deshalb muß man jeden Funkspruch „chiffrieren", d. h. die Buchstaben werden nach einem bestimmten System durcheinandergewürfelt, so daß der aufgenommene Text keinen Sinn gibt. Die Empfangstelle hat einen verabredeten,



Abb. 7. **Kleinfunkgerät mit Kurbeldynamo.**

häufig wechselnden Schlüssel, nach dem sie „dechiffrieren" muß. Der sog. Funkbetrieb, d. h. der gegenseitige Verkehr mehrerer Stationen, die zu einem gemeinsamen „Funknetz" gehören, ist schwierig. Innerhalb eines Divisionsbereichs können manchmal zehn und mehr Funkstellen eingesetzt sein. Dann muß eine sorgfältige Wellenverteilung befohlen und durchgeführt werden; es muß in bestimmten Verkehrskreisen gesendet werden. Jeder Sender muß seine Wellen scharf abstimmen und mit möglichst wenig Energie geben. Der empfangende Funker muß ein feines Gehör haben und ebenso scharf einstellen, außerdem sehr flott aufnehmen können. Wenn die Funkdisziplin nicht scharf beachtet wird, kommt niemand zu Wort, und es entsteht im Fernhörer ein liebliches Durcheinander von Äthergeräuschen

Für die Fronttruppen ist ein Kleinfunkgerät (Abb. 7) von hohem Wert, leicht, möglichst von einem Mann zu tragen, ohne Antenne, mit Fernsprecher, mit Frage- und Antwortspiel ohne umzuschalten, also mit „Gegensprechen", so daß z. B. der Bataillonskommandeur mit seinen Kompagniechefs, der Artilleriebeobachter mit seinen Batteriestellungen, ohne ein dem Zerschießen ausgesetztes Leitungsnetz in dauernder Verbindung bleiben kann. Soweit bekannt, arbeiten sämtliche ausländischen Armeen hieran; wahrscheinlich bringen hier die kurzen Wellen die Lösung. Sehr interessiert ist die Reichswehr auch an der neuen Bildtelegraphie, dem „Fernsehen", der Übertragung von Urschriften, Bildern und Skizzen.

In Berlin und den Standorten der großen Befehlstellen besitzt die Reichswehr Großfunkstellen mit großen Röhrensendern und mehreren, meist 60 m hohen Antennenmasten, so daß im Falle einer Zerstörung der Telegraphen- und Fernsprechleitungen im Kriege oder bei Unruhen die Verbindungen der militärischen Befehlstellen nicht abreißen. Die Heeresfunkstellen sind normal mit einem 800 W- und einem 200 ... 300 W-Sender ausgestattet. Später werden auch Kurzwellensender dazutreten.

Interesse bieten die Abhör- und Lauschstationen (Abb. 8), im Felde Arendt-Stationen genannt. Mit einem besonders konstruierten Empfänger, einem Verstärker und verschiedenen „Sucherden" kann man Gespräche, die auf in der Nähe befindlichen Leitungen geführt werden, „abhören".

Die Blinkerei, d. h. das Geben optischer Morsezeichen, ist zu einem Hauptnachrichtenmittel der kämpfenden Truppen geworden. Kurz vor dem Kriege wurden die beiden bestehenden „Feldsignalabteilungen" aufgelöst, da sie im Manöver kaum zur Verwendung kamen; es ist erstaunlich, wie die Blinkerei dann im Kriege ihr Feld bei der Truppe wieder erobert hat. Der Stellungskrieg mit seinem Trommelfeuer gebar das Bedürfnis nach diesem leicht mitzuführenden drahtlosen Nachrichtenmittel. Jetzt sehen wir bei den Übungen der Infanterie, Artillerie, wie bei jeder einigermaßen stabilen Gefechtshandlung die Blinkstellen der einzelnen Befehlstellen ganz von selbst auftauchen und anfangen, sich zu suchen. Namentlich dient



Abb. 8. **Abhör- oder Lauschstelle.**

die Blinkerei zur Querverbindung zwischen den vordersten Kompagnien.

Die Reichswehr besitzt ein großes Blinkgerät (Reichweite bei Tage 15 km) und ein mittleres (Reichweite 5 km). Das Blinkgerät ist ein Scheinwerfer mit einem Parabolspiegel, in dessen Brennpunkt eine Glühbirne ein paralleles, gut zusammengehaltenes Lichtbündel auf eine angezielte Gegenstation wirft. Dieses Lichtbündel wird durch eine Taste unterbrochen, wodurch kurze und lange Zeichen abgelesen werden können. Da diese Lichtzeichen von einem zufällig in der Richtung stehenden Feinde aufgenommen werden können, legt man eine sog. Rotfilterscheibe davor, die lediglich rote Strahlen durchläßt. Diese sind nur mit einem Fernglas mit einem besonderen Okular aufnehmbar. Als Kraftquelle benutzt man Trockenbatterien und daneben Kurbeldynamos, kleine, mit der Hand betriebene Wechselstrommaschinen. Die Kavallerie hat das M-Blink besonders zweckmäßig verpackt, um es am Pferde mitzuführen.

Zu den technischen Nachrichtenmitteln zählen auch Leucht- und Signalpatronen, die aus einer Pistole verschossen werden, in der Luft wie Feuerwerkskörper in verschiedene farbige Sterne und Leuchtkugeln zerplatzen und dadurch bestimmte, vorher verabredete Signale geben. Auch Rauchbomben, die farbige Wolken erzeugen, werden verwendet. —



Im zweiten Teile des Vortrages gab der Redner an der Hand des Nachrichtennetzes einer Division einen Überblick über den Einsatz der Nachrichtenmittel. Das Nachrichtennetz einer Division auf dem Gefechtsfelde wird eingeteilt in das eigentliche taktische Netz, das von der Divisions-Nachrichtenabteilung aufgebaut wird und bis zu den Regimentstäben der Infanterie und Artillerie reicht, sowie das sog. Infanterienetz, das die vorderste Infanteriekompagnie mit dem Bataillonstab und Regimentstab verbindet und vor allen Dingen die schweren Waffen, d. h. Minenwerfer und Maschinengewehre anschließt. Besonders wichtig ist das Artillerienetz, das eine einheitliche Feuertätigkeit und Feuerverteilung gewährleistet.

Der Vortragende verstand es, seinen mit soldatischem Humor gewürzten Vortrag dem Verständnis der Hörer gut anzupassen. Die ausgezeichneten Lichtbilder, die in mehrjähriger Arbeit aus Übungen und Manövern und der eigenen Tätigkeit des Redners zusammengestellt waren, gaben einen sehr guten, leicht verständlichen Überblick über die Nachrichtenmittel der Armee. Der Vortragende erntete lebhaften Beifall.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Betrifft: Fachbericht-Sonderheft der VDE-Jahresversammlung Berlin 1928.

Wir machen auf die Beilage in Heft 38/1928 aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des Fachbericht-Sonderheftes enthält. Der Inhalt der Fachberichte ist besonders wertvoll und aktuell. Die Preise, die erheblich niedriger als im Vorjahre liegen, sind:

geheftet:	RM 4,—	f. Mitglieder des VDE	RM 7,—	f. Nichtmitglieder des VDE.
gebunden:	„ 5,—		„ 8,—	

Bei größeren Bestellungen wird Preisermäßigung gewährt. Bestellungen erbitten wir umgehend; der Versand erfolgt sofort nach Erscheinen des Heftes.

Kommission für Überspannungschutz.

Die Kommission unter dem Vorsitz des Herrn Präsident Professor Dr. K. W. Wagner hat in ihrer letzten Sitzung beschlossen, die durch die Jahresversammlung 1925 mit Gültigkeit ab 1. Oktober 1925 in Kraft gesetzten „Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen" (Sonderdruck VDE 323) einer Durchsicht, Ergänzung und Überarbeitung zu unterziehen.

Der Kommission liegen bereits Anträge hierfür vor. Es erscheint jedoch mit Rücksicht auf die in Aussicht genommenen Arbeiten wünschenswert, weitere Anregungen zu erhalten, um diese noch berücksichtigen zu können.

Die Kommission bittet alle interessierten Kreise um die Einsendung von Vorschlägen für die Neubearbeitung obengenannter Leitsätze, und zwar spätestens bis zum 15. November 1928 in doppelter Ausfertigung an die Geschäftstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Bericht über die XXXIII. Jahresversammlung am 18. und 19. Juni 1928 in Kroll's Festsälen zu Berlin.

(Schluß von S. 1493.)

2. Verbandsversammlung
am Dienstag, dem 19. Juni 1928, vorm. 9 Uhr,
in Krolls Festsaal in Berlin.

Den Vorsitz führt Herr Generaldirektor Krone, Dortmund.

Vorsitzender: Ich eröffne die heutige Sitzung und erteile Herrn Geh.-Rat Prof. Dr.-Ing. Reichel - Berlin das Wort zu seinem Vortrage „Die Gleichstromversorgung der Reichsbahn, insbesondere durch Gleichrichteranlagen".

(Die Veröffentlichung dieses Vortrages ist in der ETZ 1928, S. 903, erfolgt.)

Das Wort hat Herr Dr. Schenkel, Berlin, zu Erläuterungen zum Vortrag des Herrn Geh.-Rat Prof. Dr.-Ing. Reichel.

Schenkel, Berlin:

Ehe der Film abrollt, sollen einige Ausschnitte aus ihm gezeigt werden, um die Betrachtung des Filmes zu erleichtern.

Beim Gleichrichter kennt man zwei Entladungsformen. Die eine ist der als Lichtbogen angesprochene gewöhnliche Stromdurchgang von einer Anode zur Kathode mit einer Spannung von etwa 25 V zwischen diesen Teilen. Dieser Vorgang findet bekanntlich statt, wenn die Anode positiv ist. Die andere Form ist die sogenannte Glimmentladung. Sie tritt dann ein, wenn die Anode negativ geworden ist, und arbeitet unter einer Spannung, welche je nach Höhe der geforderten Gleichspannung einige hundert bis einige tausend Volt betragen kann. Während sich der Lichtbogendurchgang als die bekannte weiße Leuchterscheinung darstellt, kann die Glimmentladung in der Regel unter den Betriebsdruckverhältnissen im Gleichrichter nicht beobachtet werden, da sie zu wenig leuchtet. Der Glimmstrom wird bekanntlich als eine der Ursachen der Rückzündungen angesehen. Daß er an sich nicht die alleinige Ursache zu Rückzündungen sein kann, geht aber aus der bekannten Tatsache hervor, daß mit wachsender Stromstärke die für Rückzündungen hinreichende Spannung immer niedriger wird. Aus diesem Grunde ist es wahrscheinlich, daß in der Sperrperiode der Anode noch eine andere Erscheinung zu den Rückzündungen mit beiträgt, die irgendwie vom Strom abhängig ist und nicht — gleichen Druck vorausgesetzt — wie die Glimmentladung nur von der Spannung.

Es ist uns nun gelungen zu finden, daß dieser Einfluß zusammenhängt mit einer dritten Erscheinung, welche man in Glasgleichrichtern bereits in dem großen Kondensationsraum beobachtet hat. Beim Betrieb eines Glasgleichrichters beobachtet man neben der sehr hellen, weißlichen Lichtbogenerscheinung in dem birnenförmigen Kolben, der im wesentlichen zur Kondensation dient, noch eine weniger stark leuchtende rosa Lichtentwicklung. Man hat diese Erscheinung vielfach als sogenannte Kathodenflamme bezeichnet, da ihr äußeres Ansehen einem schwach leuchtenden, aus der Kathode aufsteigenden Feuer ähnelt. Die Erscheinung ist bereits anderweit physikalisch untersucht worden, und es hat sich gezeigt, daß sie positive und negative Ladungsträger getrennt enthält, mithin elektrisch geladen ist. Woher das Leuchten kommt, ob es z. B. auf einen Wiedervereinigungsprozeß zwischen diesen Ladungsträgern zurückzuführen ist, möge dahingestellt bleiben und ist hier nicht unmittelbar von Interesse. Wir haben nun gefunden, daß sich diese Leuchterscheinung auch in den Anodenräumen und vor den Anoden wiederfindet, nachdem der Durchgang des Hauptstromes an der Anode beendet ist. Vielleicht steht die Erscheinung in engem Zusammenhang mit Restladungen, die in der Literatur bereits als möglich erwähnt werden, aber noch nicht sichtbar beobachtet wurden. Diese Beobachtung gelang uns dadurch, daß wir in Glas ausgeführte Gleichrichter durch stroboskopische Scheiben beobachteten, welche mit dem den Gleichrichter speisenden Drehstrom asynchron mit sehr geringem Schlupfe liefen. Durch beliebige Verminderung dieses Schlupfes konnte man jeden Zustand in der Entladungsbahn auf lange Zeit hin beobachten. Der vorgeführte Film ist ebenfalls durch eine derartige stroboskopische Scheibe hindurch aufgenommen und ent-



spricht durch diesen Kunstgriff einer Bildfolge von mindestens 5000 Aufnahmen in der Sekunde. Diese Art der Aufnahme stellt also eine Art künstlicher Zeitlupe dar. Diese Leuchterscheinungen, welche dann allmählich abklingen, sind nicht der Glimmstrom selbst; denn die Leuchterscheinung vergeht, während noch die Spannung an der Anode ansteigt. Wäre die Erscheinung der Glimmstrom selbst, so müßte sie mit der Spannung wachsen. Wir stellten ferner durch Versuche fest, daß mit der Zunahme dieser Dampfwolken in den Anodenräumen auch die Rückzündungsunsicherheit des Gleichrichters anwuchs. In Abb. 1 ist dargestellt, wie die Leuchterscheinung sowohl

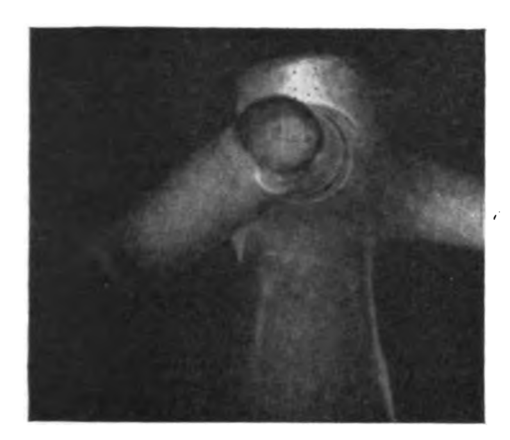


Abb. 1.

im Kolbenraum eines Glasgleichrichters wie auch im Anodenraum aussieht. Wir haben uns folgende Vorstellung über die Vorgänge gebildet: Wenn an der Anode die negative Spannung zunimmt, so werden die Elektronen dieser Dampfwolke von der Anode abgestoßen, die Ionen angezogen, und es setzt ein Scheidungsprozeß ein. Dieser ist allerdings nicht sehr durchgreifend, weil sich sogleich vor der Anode eine positive Raumladung ausbildet, die das Anodenfeld abschirmt. Diese Raumladung ist es, die sich in den Bildern des Filmes als Dunkelraum zwischen der Dampfwolke und der Anode bzw. der Dampfwolke und den Wänden oder den später zu betrachtenden Flächen markiert. Alle positiven Ionen indessen, die durch eine Art Diffusionsvorgang in die Raumladungzone vor der Anode gelangen, werden in dieser gegen die Anode gezogen und stürzen sich mit großer Geschwindigkeit auf ihre Oberfläche. Sie können so durch den Anprall auf die Anodenfläche Kathodenflecke und damit die Rückzündung erzeugen. Hierdurch ist eine Erklärung für das Auftreten der Rückzündungen in Gleichrichtern insbesondere bei Zunahme der Belastung gegeben, gleichzeitig aber auch der Weg zu ihrer Bekämpfung, und dieser besteht einfach darin, diese Wolke elektrisierten Dampfes möglichst schnell zu beseitigen. Hierfür gibt es zwei Mittel: ein mechanisches und ein elektrisches[1].

Das mechanische Mittel besteht darin, diese Wolke dadurch, daß man im Innern des Gleichrichters Dampfströmungen erzeugt, von der gefährlichen Stelle, wo sie vor der Anode schwebt, wegzusaugen, derartig, daß die positiven Ionen, wenn sie nun überhaupt noch nach der Anode kommen dürften, mindestens lange Wege zurückzulegen hätten. Dieser Vorgang ist in Abb. 2 dargestellt. Man sieht in ihr, daß die Wolke in einen am Apparat angebrachten Kühlfortsatz hineingeht. Im Film sieht man auch die Bewegung deutlich, die nach einer gewissen Zeit die Wolke aus dem Anodenraum in den Kühlfortsatz hineinzieht. Hieraus folgt, daß eines der wichtigsten Mittel zur Bekämpfung von Rückzündungen zunächst die Erzeugung von möglichst wenig Quecksilberdampf und sodann die richtige Führung des Dampfes und die richtige Kondensation ist. Die Kühl- und Kondensationsräume des Gleichrichters müssen also derartig angelegt sein, daß in ihnen nicht etwa eine Dampfstauung stattfinden kann, und damit ein Zurückfluten des Dampfes in die Anodenräume, sondern daß im Gegenteil die Kühlung in den Kondensationsräumen, neben ihrer Aufgabe, den Dampf zu kühlen und zu kondensieren, auch noch die Aufgabe erfüllt, eine saugende Wirkung auf eventuelle Dampfreste auszuüben, welche sich in den Anodenraum hineinbegeben haben. Im ideellen Zustande dürfte sozusagen nur der für den elektrischen Strom nötige ionisierte Dampf die Anodenräume durchstreichen und die Anoden erreichen. Auf diese Konstruktion ist man unbewußt bereits früher bei den Glasgleichrichtern gekommen. Die große Birne, mit welcher Glasgleichrichter ausgeführt werden, und die seitlich angesetzten Arme verhindern zunächst schon rein mechanisch das Eindringen des Dampfes in die Anodenräume. Noch mehr tragen hierzu die bekanntlich bei hohen Spannungen erforderlichen Knicke in den Anodenarmen bei. Weiter sorgt die große Birne dafür, daß der überschüssige, aus der Kathode strömende Dampf sofort weggeleitet wird, und das Vorbeistreifen dieses Dampfes und seine Kondensation in der Birne besitzen zweifellos auch eine absaugende Wirkung auf die Anodenarme.

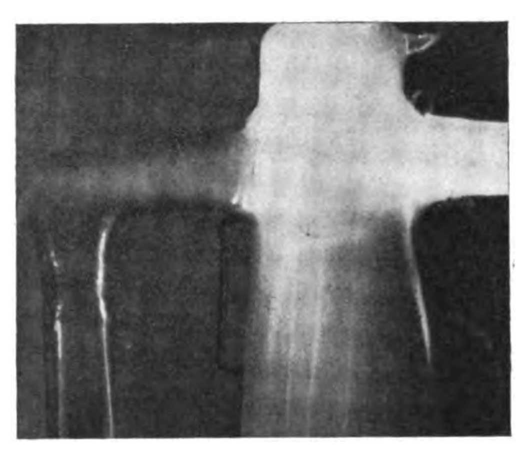


Abb. 2.

Bei den Großgleichrichtern begegnet die Durchführung dieses Grundsatzes größeren Schwierigkeiten, nicht allein aus konstruktiven Gründen und wegen der Bewältigung beträchtlich größerer Dampfmengen, sondern auch wegen des elektrisch abweichenden Verhaltens des m e t a l l i s c h e n Baustoffes des Kessels, dessen Teile man zweckmäßig vom Lichtbogen entfernt hält und daher nur in beschränktem Maße zur Dampfführung verwenden kann. Hier ist das Studium des Kondensationsvorganges wichtiger und schwieriger gewesen als bei Glasgefäßen. Aber es hat uns erst die wirksamsten Mittel zur Beherrschung der Dampfströmungen an die Hand gegeben. Manche Gleichrichterkonstruktionen zeigen in dem hier ausgesprochenen Sinne lediglich Anfänge, und zwar um so mehr, je mehr sie in ihrer Art auf den in Dampfkesselanlagen mit dem wesentlich dichteren Wasserdampf gewonnenen Erfahrungen beruhen.

Das zweite Mittel, die Dampfwolke unschädlich zu machen, ist ein elektrisches und besteht darin, der Dampfwolke Gelegenheit zum Verlieren ihrer Ladungen zu geben. Offenbar sind im ungeladenen Zustande die einzelnen Partikelchen unschädlich, wenigstens innerhalb gewisser Grenzen. Es zeigt sich nun, daß dieses elektrische Mittel einfach dadurch verwirklicht werden kann, daß in den Dampfweg metallene Flächen gestellt werden. In der Nähe dieser metallenen Flächen verlieren sich die Ladungen. Dies haben wir uns als einen der gewöhnlichen Diffusion an Kühlflächen recht ähnlichen Vorgang vorzustellen: Die schnelleren Elektronen eilen voraus, sie ziehen aber die trägeren Ionen sogleich nach, so daß gemeinsam ein Strom von Elektronen und Ionen an die eingebrachten Flächen fließt. Daß sich auch hierbei an den Flächen Dunkelräume ausbilden, hat ganz ähnliche Gründe wie die früher bei einer negativ geladenen Anode. Diese Dunkelräume wachsen infolge abnehmender Ionenkonzentration, bis sie ineinander übergehen und den ganzen Rohrquerschnitt erfüllen. In dem nachher vorzuführenden Film wird man beobachten können, daß die Flächen die Dampfwolken da-

[1] Auf die Bedeutung der vor den Anoden aus der Stromdurchgangzeit zurückbleibenden Restladungen gerade für das Rückzündungsproblem hat uns Herr Dr. W. S c h o t t k y aufmerksam gemacht, ebenso wie auf die Möglichkeit, diese Restladungen durch Beschleunigung der Diffussionsvorgänge oder Gasströmungen aus den Anodenräumen zu entfernen. Den ersten Gedanken hat zuerst Herr Dr. v. I s s e n d o r f f durch Einbau geeigneter Metallflächen verwirklicht und eingehend untersucht, den zweiten habe ich gemeinsam mit Herrn Dipl.-Ing. S i e m e n s für Großgleichrichter konstruktiv durchgeführt, wie im Hauptvortrag auseinandergesetzt wurde, während er für Glasapparate bereits früher ebenfalls durch Herrn Dr. v. Issendorff angegeben worden war. Für ihre Bemühungen bei den Versuchen mit Metallflächen, bei der Herstellung der erforderlichen Glasgleichrichtergefäße sowie des Filmes bin ich außerdem noch meinen Mitarbeitern, den Herren Obering. N e t z s c h , Obering. V e r s t ä n d i g und Dipl.-Ing. L i n n zu besonderem Danke verpflichtet.

durch zerteilen (Abb. 3 und 4) und daß der zwischen der Anode und den Flächen verbleibende Dampfwolkenteil zuerst verschwindet. Es wird also das Gebiet unmittelbar vor der Anode gereinigt und die Gefahr des Aufprallens positiv geladener Ionen vermindert. Die Abmessungen derartiger Einrichtungen müssen so abgeglichen werden, daß der Dampfwolkenteil, welcher zwischen den Flächen und der Anode schwebt, schon neutralisiert sein muß, ehe noch die Spannung einer Anode eine gefährliche Höhe annimmt. Man kann im übrigen die Flächen in den verschiedensten Formen ausführen. Abb. 3 zeigt vor der Anode eine zylindrische und Abb. 4 mehrere parallele

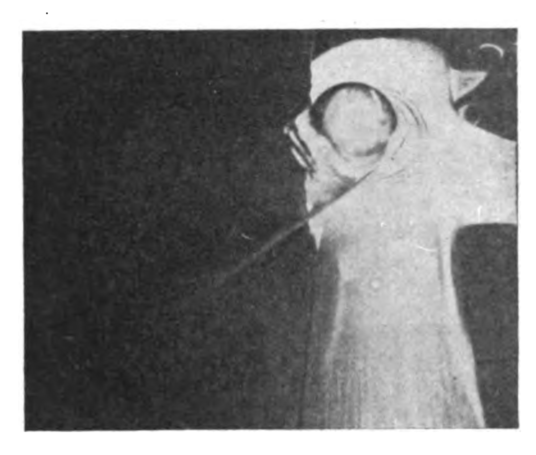


Abb. 3.

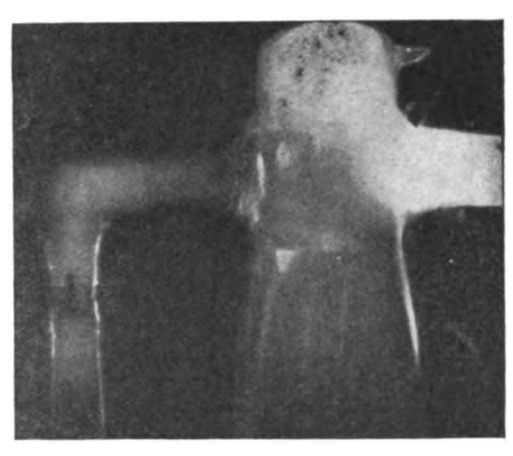


Abb. 4.

Flächen. Der Zeit halber müssen wir uns hier mit diesen oberflächlichen Andeutungen begnügen; unsere eingehenden, von Messungen und Oszillogrammen begleiteten Untersuchungen gedenken wir daher baldigst zu veröffentlichen. Wir hoffen damit nicht nur der wissenschaftlichen Forschung neue Anregung gegeben, sondern auch vor allem die Betriebsicherheit von Gleichrichtern wesentlich vorwärtsgebracht und damit besonders zur guten Einführung des Gleichrichterbetriebes bei der Reichsbahn beigetragen zu haben.

Vorsitzender: Das Wort erhält nun Herr Prof. Dr. Petersen, Berlin, zu seinem Vortrage „Wechselstromversorgung der Reichsbahn unter Berücksichtigung der Netzkupplung".

(Dieser Vortrag wird demnächst in der ETZ veröffentlicht werden.)

Sie haben durch Ihren Beifall den Herren Vortragenden schon gedankt, und ich möchte Herrn Geheimrat Reichel und Herrn Dr. Petersen herzlich dafür danken, daß sie Zeit und Mühe aufgewendet haben, um uns auf Grund ihrer tiefen fachmännischen Kenntnisse und ihrer reichen Erfahrungen durch ihren wohlvorbereiteten und gut disponierten Vortrag einen Über- und Ausblick auf die gerade in der heutigen Zeit so überaus interessante Materie zu gestatten. Wir danken auch Herrn Dr. Schenkel für seine ergänzenden Ausführungen und für die Vorführung des Gleichrichterfilms.

Der Vorsitzende eröffnet nunmehr die Aussprache über die gehaltenen Vorträge des Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. Reichel sowie des Herrn Prof. Dr. Petersen und erteilt zunächst das Wort Herrn Dr. Fleischmann.

In der Diskussion führt Fleischmann, Berlin, aus, daß vermutlich die Entwicklung des Einankerumformers zu wesentlich höheren Umfangsgeschwindigkeiten des Kollektors führen wird, so daß vielleicht der Kollektordurchmesser über den Ankerdurchmesser und sogar über den Gehäusedurchmesser wachsen wird. Durch Anbringung von Spulen könnte man dann die Ausblasung des Lichtbogens im Falle eines Überschlages kräftiger gestalten. Für den Gleichrichter ist es wichtig, eine Vorrichtung zu besitzen, die im Falle einer Rückzündung anzeigt, in welchem Anodenkreis diese stattgefunden hat. Ein derartiges sehr einfaches Relais ist jetzt von der AEG entwickelt worden.

Schenkel, Berlin, vermißt in dem Vortrag des Herrn Dr. Petersen praktische Ausführungsbeispiele und führt deshalb eine Reihe von Lichtbildern über Netzkupplungsumformer vor, welche die Siemens-Schuckert-Werke im Bau haben bzw. gebaut haben. (Netzkupplungsumformer für K. W. Pfrombach der Mittleren Isar A. G., Leistung der Drehstrommaschine 17 500 kVA; Leistung des 16⅔periodigen Einphasengenerators 20 000 kVA. Schlupfmaschine zweiphasig in zwei getrennten Einphasenmaschinen mit ausgeprägten Haupt- und Wendepolen; Netzkupplungsumformer für das Umformerwerk Alnabru der norwegischen Staatsbahnen, Leistung 3000 kW.) Bei dem Entwurf des Umformers für Alnabru war nicht bloß die Rücksichtnahme auf die Frequenzschwankungen der beiderseitigen Netze, sondern auch die Erfüllung tariflicher Bedingungen für die Ausgestaltung des Regelungsverfahrens maßgebend.

Krämer, Berlin, betont, daß weitere Leistungsteigerungen nicht nur durch räumliche Vergrößerungen, sondern auch durch bessere Ausnutzung der Anoden möglich sind. Eine neue Zwölfphasenschaltung der AEG, erzeugt durch Hintereinanderschalten der Primärvorrichtungen zweier Transformatoren, von denen einer in Stern, der andere in Dreieck geschaltet ist, ermöglicht, daß gleichzeitig stets drei Anoden arbeiten, wobei die Oberwellen des Gleichstromes fast ganz unterdrückt werden. Versuche, vorgenommen an einem Gleichrichter der Stadt- und Ringbahn der AEG, werden durch Oszillogramme erläutert.

Meyer-Delius, Mannheim, vermißt in den Ausführungen des Vorredners die Erwähnung der Firma Brown, Boveri A. G. und behauptet, daß deren Arbeiten auf dem Gebiete der Großgleichrichter erst der Reichsbahn den Entschluß ermöglicht hätten, die Berliner Stadt- und Vorortbahnen mit Gleichrichtern zu betreiben. Von 120 Gleichrichtern, die die Reichsbahn bestellt hat, seien 92 von Brown, Boveri geliefert. Er hebt außerdem hervor, daß BBC bereits Bahn-Gleichrichter für 6000 A und Gleichrichter für andere Zwecke bis 16 000 A geliefert hätte. Hierdurch würden die Ausführungen des Vortragenden erheblich ergänzt.

Schlemmer, Berlin, macht einige Angaben über die Entwicklungsgeschichte der Stadtbahn-Elektrisierungsprojekte. Insbesondere weist er auf die Schwierigkeiten hin, die dadurch entstanden, daß zur Zeit der Projektierung namhafte Fachleute, wie Geheimrat Reichel, sich gegen Gleichrichter einigermaßen ablehnend verhielten. Deshalb wurde eine Stützung des gefaßten Beschlusses durch besondere Maßnahmen, wie sie Dr. Fleischmann erwähnt, notwendig.

Ferner war es nicht leicht, von den Firmen Entwürfe für die Gleichrichterwerke zu erhalten, die wirklich den Eigentümlichkeiten des Gleichrichters Rechnung trugen. Schließlich entstanden Schwierigkeiten aus der äußerst kurzen Bauzeit von einem Jahr, vom ersten Spatenstich bis zur Unterspannungsetzung, wobei schon Transport und Verteilung der Baumaterialien schwierige Organisationsaufgaben stellten.

Zum Schlusse spricht der Redner allen beteiligten Firmen den Dank der Reichsbahn für den bewiesenen außerordentlich großen Arbeitseifer aus.

Fleischmann, Berlin, erwidert darauf, daß der Entschluß der Reichsbahn, die Stromversorgung der Stadt- und Ringbahn allein auf Gleichrichter zu stellen, erst wirklich gefaßt worden sei, nachdem die AEG sich zu einer vollen Garantie für die Betriebsicherheit, wenn sie die Gleichrichter zu liefern hätte, in verbindlicher Form bereiterklärt hätte.

Reichel, Berlin, betont in seinem Schlußwort das gute Recht eines Vortragenden, über die Entwicklungsarbeiten das zu bringen, was voraussichtlich die Fachwelt interessieren würde, und glaubt dies bezüglich der Arbeiten der



SSW in offenster Weise und wissenschaftlicher Ausführlichkeit getan zu haben. Eine Möglichkeit, das zu erwähnen, woran andere Firmen auf dem gleichen Gebiete arbeiten, habe er nicht gehabt, einerseits in Rücksicht auf die Zeit, andrerseits weil solche Unterlagen gleichen Charakters in der Regel für einen Vortragenden nicht erhältlich seien. Die Berichterstattung sei auf objektive Darstellung von physikalischen und technischen Eigenschaften der Gleichrichter abgestellt gewesen und werde sicherlich eine Bahn für die weitere Entwicklung eröffnen.

Vorsitzender: Wir sind am Schlusse unserer Tagung. Ich danke allen Diskussionsrednern für die wissenschaftliche und sachliche Durchdringung des Stoffes, ferner allen Herren, die sich an der Vorbereitung unserer Jahresversammlung beteiligt haben (bravo!).

Ich glaube sagen zu dürfen, daß auch dieses Zusammensein der deutschen Elektrotechniker, die Vorträge, die wir gehört und die Erörterungen, die sich daran geknüpft haben, daß unser ganzer Gedankenaustausch in diesen beiden Tagen der Förderung der Wissenschaft und der Technik unseres schönen, für die Allgemeinheit immer wichtiger werdenden Fachberufes genützt hat, ebenso wie die Versammlungen früherer Jahre und daß somit auch den Interessen unseres Verbandes, seiner Entwicklung, seinem Fortschreiten in Zukunft gedient ist. Dafür, meine Herren, danke ich Ihnen namens des Verbandsvorstandes und hoffe, daß wir uns alle gesund und frisch im nächsten Jahre in Aachen wiedersehen. Ich schließe die XXXIII. Jahresversammlung.

Schluß 1 Uhr.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Der Vorsitzende: M. Krone. Der Generalsekretär: P. Schirp.

Vorstand des VDE während der Berliner Tagung Juni 1928.



Schirp Brauns Sarfert Mayer Petersen Zell
de Thierry Krone Montanus Köttgen

SITZUNGSKALENDER.

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 11. X. 1928, abds. 8h, Konzerthaus: Vortrag Dipl.-Ing. Winkler, „Das Elektrofahrzeug in seinen Anwendungsmöglichkeiten".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 12. X. 1928, abds. 8h, SSW, Frauentorgraben 35: Vortrag Ing. Becker, „Die Entwickl. des Rundfunks bis zur Gegenwart".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 16. X. 1928, abds. 8h, T. H. Hörsaal 42: Vortrag Dr.-Ing. E. Oppenheimer, „Neuartige el. und elektropneumatische Anlaß-, Schalt- u. Steuer-Apparate".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Magdeburg. 16. X. 1928, abds. 8¼h, Aula der Staatl. Ver. Maschinenbauschulen, am Krökentor 1: Vortrag Ing. Besag, „Erden, Nullen, Schutzschalten" (m. Vorführ. u. Lichtb.).

Elektrotechn. Verein in Hamburg. 17. X. 1928, abds. 7½h, Aula der Techn. Staatslehranstalten, Lübecker Tor 24: Vortrag Obering. Gohlke, „Aus der Montagepraxis des Großkraftwerks Klingenberg" (m. Lichtb. u. Film).

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. a) 17. X. 1928, abds. 8h, Elektrotechn. Inst. Militärstr. 3: Vortrag Dipl.-Ing. Schmolz, „Schwedische Kraftwerke und Übertragungsanlagen für die Landes-Elektrizitätsversorg. u. Elektrifizierung der Schwed. Staatseisenbahnen". b) 20. X. 1928. Besichtigung der Bauarbeiten am Neckar bei Cannstatt und der Stuttgarter Kläranlagen in Mühlhausen a. N. (m. Damen). Treffpunkt nachm. 3h an der Königs-Karls-Brücke.

Schleswig-Holstein. Elektrotechn. Verein, Kiel. Vortragsreihe „Elektrotechnik und Navigation". Abds. 8h, Hörsaal des Physikal. Inst. der Universität. 9. XI. 1928: Kptlt. Ing. Schäfer, „Kreiselkompaß". 25. XI. 1928: Kptlt. Ing. Schäfer, „Kursschreiber, Selbststeuer und Koppeltisch". 7. XII. 1928: Kpt. a. D. Nietzsche, „Funkortung". 4. I. 1929: Dr. Lange, „Schall-Lotung". 8. III. 1929: Dr. Hecht, „Luftschall u. Wasserschall in der Navigation".

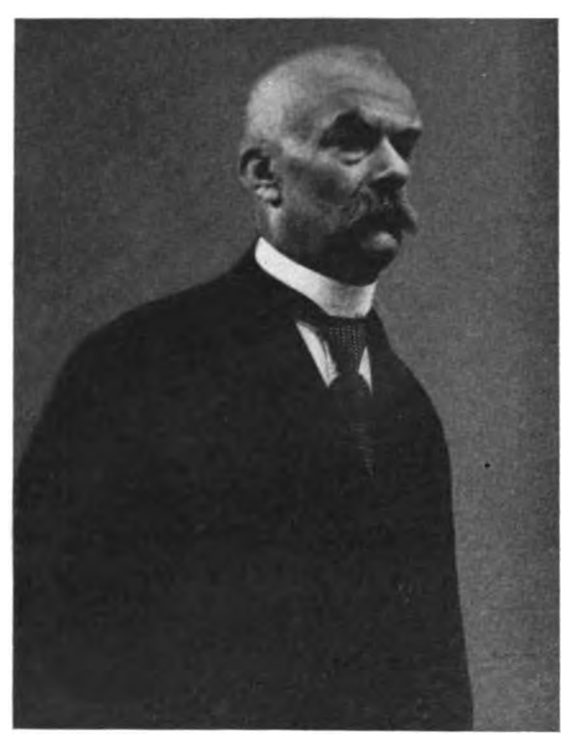
Der Besuch der Vorträge ist kostenlos.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

K. Wirtz †.

Am 3. September d. J. verschied nach kurzer Krankheit der ord. Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt, Herr Geheimer Hofrat Dr. Karl Wirtz. Er wurde am 19. 8. 1861 in Darmstadt als Sohn des Lithographen Ferdinand Wirtz geboren und hatte sich nach Ablegung der „Einjährig-Freiwilligen"-Prüfung zunächst dem Kaufmannstande gewidmet. Durch sein Interesse für die Astronomie, deren Studium er in seiner freien Zeit gemeinsam mit seinem Freunde Dingeldey (damals Unterprimaner) betrieb, wurde er aber veranlaßt, die kaufmännische Laufbahn schon etwa nach einem Jahr zu verlassen und sich dem Studium der Mathematik und Physik zu widmen.



K. Wirtz †.

Nachdem er die Reifeprüfung im Jahre 1880 in Darmstadt bestanden und sein Militärjahr im Großh. Hess. Infanterie-Regiment Nr. 115 verbracht hatte, besuchte er die Universität Leipzig, wo er 1886 die Prüfung für Kandidaten des höheren Schulamts bestand. Er vertiefte nun noch seine mathematischen Kenntnisse durch einen einsemestrigen Aufenthalt in Göttingen und war dann während eines Probejahres Lehrer am Großh. Ludwig-Georg-Gymnasium zu Darmstadt. 1888 wurde er Assistent von Professor Dr. Himstedt am Physikalischen Institut der Techn. Hochschule Darmstadt, und in diese Zeit fällt auch seine Promotion an der Universität Gießen auf Grund seiner Arbeit: „Über eine Anwendung des Wasserdampfkalorimeters zur Bestimmung von Verdampfungswärme." Zwei Jahre später nahm ihn Kittler, der seine Befähigung erkannt hatte, als Assistent in das Elektrotechnische Institut hinüber, und schon im Jahre 1894 wurde er zum ordentlichen Professor der Elektrotechnik am gleichen Institut ernannt.

Insgesamt hat der Verstorbene der Technischen Hochschule Darmstadt 40 Jahre angehört, und hiervon war er 16 Jahre lang Abteilungsvorstand der elektrotechnischen Abteilung. Seine Lehrfächer waren: Allgemeine Elektrotechnik I, Meßkunde, Telegraphie und Telephonie. Als nach der Jahrhundertwende die drahtlose Telegraphie entstand, gehörte er mit zu den Ersten, die diesen neuen Zweig der Elektrotechnik in Vorlesungen und Übungen lehrten. Er richtete dann im Laufe der Zeit ein mustergültiges Institut für drahtlose Telegraphie und Telephonie ein.

Bei Beginn des Krieges meldete sich der 53jährige Wirtz freiwillig zum Heere, aber seine Teilnahme am Kriege kam nicht zustande.

In literarischer Beziehung ist zunächst seine Mithilfe an Kittlers „Handbuch der Elektrotechnik" zu nennen. Seit 1916 widmete er den größten Teil seiner freien Zeit der Neuausgabe der Werke seines früheren Assistenten und Freundes, Dr. Rein, der, leider allzufrüh, im Kriege gefallen war. Diese Werke „Radiotelegraphisches Praktikum" und „Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie", von denen das erstere, entsprechend der starken Entwicklung auf diesem Gebiete, sich in seiner Hand im Umfang mehr als verdoppelte, immer dem neuesten Stande der Technik anzupassen, betrachtete er als ein teures Vermächtnis. Ergreifend sind die Worte, die er Weihnachten 1920 am Ende des Vorwortes zur 3. Auflage des „Radiotelegraphischen Praktikums" schrieb:

„Und wie so oft, wandern auch meine Gedanken jetzt, beim Abschluß dieser Arbeit, nach dem einsamen Grab in fremder Erde, begleitet von der festen Zuversicht, daß Deutschland wieder erstarkt, trotz der schamlosen Bestimmungen, die unser wissenschaftliches und wirtschaftliches Leben vernichten sollen, und die, aufgebaut auf Haß und Lüge, schmachvoller noch für unsere Feinde als für uns selbst, niemals der Welt den Frieden bringen können."

Den Studierenden brachte der Verstorbene eine große Liebe entgegen und unterstützte sie, soweit sie sich ernsthaft dem Studium widmeten, in jeder nur möglichen Weise.

Von seinen Kollegen und Freunden wurde er besonders geschätzt wegen seiner großen Offenheit, die, jeglicher Diplomatie abhold, immer die Wahrheit, ohne jegliche Bemäntelung, hören ließ. Punga.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrische Öfen mit Heizkörpern aus Wolfram. Von W. Fehse. (Samml. Vieweg H. 90.) Mit 48 Textabb., VI u. 72 S. in 8°. Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn A. G., Braunschweig 1928. Preis geh. 5 RM.

Die vorliegende kleine Schrift enthält eine mit zahlreichen klaren Abbildungen illustrierte Zusammenstellung der Konstruktionen elektrischer Öfen, bei denen Wolfram als Heizkörper verwendet wird. Der Verfasser hat im Rahmen der Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung G. m. b. H. Osram an der systematischen Entwicklung solcher Öfen mitgearbeitet, die zunächst einem Bedürfnis für Laboratorium und Betrieb der Glühlampentechnik entsprang, aber darüber hinaus für die Zwecke der physikalischen und chemischen Forschung das Temperaturgebiet zwischen 2000 und 3000° zugänglich gemacht hat. Als Heizkörper dient entweder ein massives Rohr aus gesintertem Wolfram, dessen Inneres gleichzeitig den Ofenraum bildet, oder Rohre aus keramischen Massen, die außen oder innen mit einer Wolframwicklung versehen sind. Während des Betriebes muß der Luftsauerstoff ferngehalten werden, d. h. man muß entweder im Hochvakuum oder in einer reduzierenden Atmosphäre arbeiten. Unter dieser Voraussetzung lassen sich in Wolframrohröfen Temperaturen bis zu 3000° erzielen, während bei den Öfen mit Drahtwicklung die Betriebstemperatur durch die Temperaturbeständigkeit der keramischen Massen, die als Unterlagen für den Heizdraht dienen, begrenzt wird. Bei Verwendung von gesintertem Zirkondioxyd lassen sich Drahtöfen für Betriebstemperaturen bis 2200° bauen.

In einem Anhang wird noch ein Überblick über andere für hohe Betriebstemperaturen geeignete Öfen gegeben, wie Hochfrequenzöfen, Kathodenstrahlöfen und Öfen mit Wolframlichtbogen. Alle diese Öfen sind nur für Arbeiten in reduzierender Atmosphäre oder im Vakuum geeignet. Für Versuche mit Oxyden und Oxydgemischen, die in oxydierender Atmosphäre ausgeführt werden müssen, benutzt der Verfasser Gasgebläseöfen, bei denen durch Benutzung von Zirkondioxyd als Ofenmaterial und bei Anwendung der Oberflächenverbrennung nach Schnabel Temperaturen von mehr als 2200° sich erzielen lassen.

Das Buch wird für jeden, der auf dem Gebiet der hohen und höchsten Temperaturen experimentell arbeitet, ein wertvoller Berater sein. G. Grube.



Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt und dem Kaiser Wilhelm-Institut für Metallforschung zu Berlin-Dahlem. Neue Folge, H. 6 mit 20 Textabb., 41 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 4 RM.

Festigkeitsprüfungen von Eisen- und Eisenbetonkonstruktionen wurden an zahlreichen Brücken, Brückenkonstruktionsteilen und Trägern vorgenommen. Gittermaste wurden auf Widerstand gegen Torsion untersucht. Für Drahtseilprüfungen wurde ein Seilversuchsturm errichtet. An ganzen Bauteilen wurden Brand- und Belastungsproben vorgenommen. Der Zusammenhang zwischen Festigkeitseigenschaften und Gefügeaufbau wurde mit Hilfe der Röntgenanalyse geklärt; sie bietet eine wertvolle Ergänzung und Erweiterung der metallographischen Untersuchungsmethoden. Eine Hochleistungsanlage, die Spannungen bis zu 250 000 V liefert, gestattet die Durchleuchtung von Metallstücken von mehreren Zentimetern Dicke zur Feststellung von Fehlern, Einschlüssen und Lunkern im Innern der Probe. Von besonderem wissenschaftlichen Interesse sind die Untersuchungen an Metallkristallen. Zahlreiche Untersuchungen bezogen sich auf die für den Turbinenbau so wichtige Frage der unter dem Einfluß hoher Temperaturen einsetzenden Aufspaltung des Zementits, die mit einer Volumenzunahme (Wachsen des Gußeisens) verbunden ist. Für die Untersuchung von Kesselbaustoffen kam die kleine Kerbschlagprobe zum Nachweis fehlerhafter Wärmebehandlung vielfach in Anwendung. Neben anderen wissenschaftlichen Forschungen auf dem Gesamtgebiet der Metallographie ist das Amt zur Zeit damit beschäftigt, den Aufbau der wichtigsten Kupferlegierungen (Messing, Bronze usw.) und den Einfluß von Beimengungen auf Gefüge und Eigenschaften der Zink-Kupfer-Legierungen bei gewöhnlichen und bei höheren Temperaturen aufzuklären. Eine Arbeit über Korrosionen behandelt das „Verhalten von Eisen, Rotguß und Messing gegenüber den in Kaliabwässern enthaltenen Salzen und Salzgemischen bei gewöhnlicher Temperatur und bei den in Dampfkesseln herrschenden Temperaturen".

Der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie hat 1923 eine Klasseneinteilung für Isolierpreßmassen auf Grund von Wärmebeständigkeit und Biegefestigkeit aufgestellt. Die Isolierpreßmassen werden vom Amt kontrolliert und dürfen alsdann mit Warenzeichen und Kennummer versehen werden. Für die Isolierlackprüfung ist mit Erfolg die Untersuchung der Lackfilme aufgenommen worden. Für Kabelvergußmassen wurden chemische und technologische Prüfmethoden aufgestellt. Weitere Prüfungen bezogen sich auf Kautschuk, Anstrichstoffe, Brennstoffe, Papier, Asbest und Faserstoffe. Vogel.

Wärmewirtschaft in der keramischen Industrie. Von Dr. W. Steger. (Bd. 5 aus „Wärmelehre und Wärmewirtschaft", herausg. v. H. Pfützner unter Mitwirk. v. A. Naegel und W. Pauer.) Mit 48 Textabb., 9 Zahlentaf., X u. 147 S. in 8°. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1927. Preis geh. 8 RM, geb. 9,50 RM.

Während manche andere Industrien schon seit langer Zeit einer rationellen Wärmewirtschaft ihre Aufmerksamkeit zuwenden, hat man sich in der keramischen Industrie erst in der Nachkriegszeit eingehender mit dem Studium der Brennöfen und mit ihrer Verbesserung befaßt, ebenso wie auch wirtschaftlich arbeitende Trockenanlagen erst in neuerer Zeit in der deutschen keramischen Industrie eine weitere Verbreitung finden. Zu richtiger Zeit unternahm es daher der Verfasser, die Grundlagen des Trocknens und Brennens keramischer Erzeugnisse übersichtlich und leicht verständlich zusammenzustellen, ein Schritt, der um so mehr zu begrüßen ist, als die Literatur über dieses Gebiet in den verschiedensten Zeitschriften des In- und Auslandes verstreut und daher den meisten Fabrikanten nur schwer zugänglich ist.

Der Verfasser bespricht die physikalischen und chemischen Grundlagen des Trocknens und Brennens, die bisherigen Trockeneinrichtungen und Brennöfen, die wärmewirtschaftlichen Grundlagen des keramischen Brennbetriebes und die zur Kontrolle geeigneten Meßgeräte, wobei besonderer Wert auf die Verbesserungsmöglichkeiten der bisherigen Arbeitsweise gelegt wird. Einige praktische Beispiele von Wärmebilanzen und für den praktischen Gebrauch bestimmte Tabellen bilden den Schluß des klar und anregend geschriebenen Werkchens, welches jedem keramischen Praktiker und vor allem auch den Studierenden warm empfohlen werden kann. R. Rieke.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Kohle. — Nach der letzten vom Reichskohlenrat herausgegebenen und mit Diagrammen ausgestatteten Statistischen Übersicht über die Kohlenwirtschaft im Jahre 1927 hat sich die Förderung der Welt seit 1900 folgendermaßen entwickelt (die Angaben für 1927 sind vorläufige):

Jahr	Kohlenförderung der Welt in Mill. t		
	Steinkohle	Braunkohle	Zusammen ohne Umrechnung
1900	708,8	66,7	775,5
1913	1216,3	125,0	1341,3
1920	1165,2	150,7	1315,9
1926	1179,2	178,0	1357,2
1927	1276,4	191,1	1467,5

Es ergibt sich also gegen 1926 eine Steigerung um 8,1. gegen 1913 um 9,4 %. Vom Gesamtbetrag entfielen im Berichtsjahr, ähnlich wie 1926, 87 % auf Steinkohle und 13 % auf Braunkohle, während 1913 der Anteil ersterer 90,7, der der Braunkohle 9,3 % ausmachte; letzterer stellte sich seit den letzten drei Jahren auf 13 % und war z. Z. der größten Kohlennot (1921/22) bereits über 14 % hinaus gewachsen. Von der Welt-Steinkohlenförderung entfielen 1927 615,5 Mill. t. oder 48,2 % auf Europa, d. s. rd. 9 % mehr als 1926 (462,8 Mill. t bzw. 39,2 %), aber immer noch 1,7 % weniger als 1913 (606,8 Mill. t bzw. 49,9 %), während Amerika mit 557,2 Mill. t (608,6 i. V.) oder 43,7 % (51,6 % i. V.), mithin um fast 8 % schwächer als 1926 an der Gesamtproduktion beteiligt war, aber den Friedenssatz von 43,7 % (bei 531,6 Mill. t) immer noch um 0,06 % übertraf. Europa hat die im Vorjahr an Amerika abgetretene erste Stelle unter den Steinkohle fördernden Ländern zurückgewonnen und nahezu 5 % Vorsprung erzielt, der 1913 freilich 6,2 % betrug. Die Steinkohlenproduktion Englands erreichte 263,5 Mill. t (128,3 i. V.) und die des beschränkten Deutschlands 153,6 Mill. t (145,3 i. V.), d. s. 9,1 % mehr als 1913 (140,8 Mill. t). In der Braunkohlenförderung stand Deutschland mit 150,8 Mill. t, die gegen 1913 (87,2 Mill. t) eine Zunahme um 72,9 % bedeuten, an der Spitze aller Länder (139,2 i. V.), ihm folgte die Tschechoslowakei mit rd. 20 Mill. t (18,6 i. V.). Der Kohlenverbrauch der Welt (Braunkohle, Koks, Briketts auf Steinkohle umgerechnet) stellte sich im Berichtsjahr auf etwa 1309 Mill. t (1202 i. V.), wovon 628,8 auf Europa (485,1 i. V.) und 565,5 Mill. t auf Amerika entfielen (598,9 i. V.). Im Vergleich mit dem letzten Friedensjahr (1257,4 Mill. t) liegt demnach im ganzen eine Erhöhung um 4,1 % vor, die in Europa 1,3 und in Amerika 8 % ausmachte, in Asien sogar wie 1926 rd. 26 %. Für Deutschland und 1927 weist die Statistik insgesamt eine Kohlenförderung von 187,1 Mill. t, eine Einfuhr von 7,2 Mill. t, eine Ausfuhr (einschließl. der Ententelieferungen) von 40,2 Mill. t und einen Verbrauch (einschließl. der Bestände der Zechen und Zechenhandelsgesellschaften) von 153,7 Mill. t auf.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Im Rahmen des Tarifunterabschnitts 18 B hat der August 1928 mengenmäßig eine Erhöhung der Einfuhr gegen den Vormonat (8325 dz bzw. 3,352 Mill. RM) um 1232 dz oder 15 %, wertlich aber eine Verringerung um 46 000 RM gebracht. Die Ausfuhr (113 985 dz bzw. 37,387 Mill. RM) ist um 20 520 dz und 6,402 Mill. RM gestiegen, d. s. 18 bzw. 17 %, u. zw. einschl. der Reparationssachlieferungen, die im Berichtsmonat 4551 dz und dem Wert nach 1,651 Mill. RM ausmachten. Für die abgelaufenen acht Monate ergibt ein Vergleich mit derselben Periode des Vorjahres, wie die Zahlentafel zeigt, bei der Einfuhr eine Zunahme um 17 926 dz oder 35 % und um 10,155 Mill. RM bzw. 56 %. Importiert wurden in dieser Zeit 14 950 Lichtmaschinen (8850 i. V.), 85 270 Dynamos, Elektromotoren usw. (52 018 i. V.), 762 Bogen- usw. Lampen (850 i. V.), 2,816 Mill. Metalldrahtlampen (3,405 i. V.) und 81 600 Kohlefaden- usw. Lampen (71 600 i. V.). Die Ausfuhr, auf die während des genannten Zeitabschnitts an Reparationssachlieferungen 31 382 dz bzw. 10,987 Mill. RM entfielen, ist gegen die ersten acht Monate von 1927 um 193 055 dz, d. s. 26 % und wertlich um 73,268 Mill. RM oder 31 % gewachsen. Einschließlich der Reparationssachlieferungen umfaßte sie 55 489 Lichtmaschinen (40 009 i. V.), 379 401 Dynamos, Elektromotoren usw. (308 341 i. V.), 16 159 Bogen- usw. Lampen (12 120 i. V.), 40,684 Mill. Metalldrahtlampen (28,798 i. V.) und 1,414 Mill. Kohlefaden- usw. Lampen (1,680 i. V.). Der Überschuß des Exports betrug 857 449 dz im Wert von 281,136 Mill. RM (682 320 dz bzw. 218,023 Mill. RM i. V.).

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1511; 1928, S. 1387.

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz			Ausfuhr in dz		
		August	Januar/August		August	Januar/August	
		1928	1928	1927	1928	1928	1927
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	74	1 383	1 104	679*	4 700*	3 213*
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	4 523	32 429	20 922	21 844*	201 853*	157 370*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	266	1 156	944	1 668*	18 763*	9 530*
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	448	4 788	2 562	4 752*	35 099*	33 289*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	2 036	11 987	13 857	51 544*	301 804*	258 926*
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	15	86	227	637	2 971	2 171*
911 a	Metallfadenlampen	176	1 378	1 764	1 442	8 125*	5 638*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	4	40	41	32	506*	526
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	7	39	101	22	146	92
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon.	55	371	347	1 377*	9 999*	7 397*
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	177	2 264	1 124	3 324	24 472*	17 734*
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	107	1 337	809	2 793*	19 858*	18 468*
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	—	14	35	556	4 150	3 649
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	197	1 082	524	1 288*	7 962*	5 125*
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	2	9	3	12	83*	65
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	159	1 905	2 342	1 877*	11 977*	8 033*
912 F 1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	34	128	143	1 373*	7 820*	6 050*
912 F 2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	904	8 073	3 773	27 323*	204 600*	146 425*
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	267	622	461	1 316	10 962*	8 332*
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	56	434	548	7 303	34 705	31 359*
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a)	35	200	203	[6]	[6]	[6]
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	15	94	59	44	349*	416*
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	3 298*	16 342*	10 405*
—	Elektrotechnische Erzeugnisse, unvollständig angemeld.	—	—	—	1	22	—
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz	9 557	69 819	51 893	134 505*	927 268*	734 213*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*3 306*	*28 437*	*18 282*	*43 789**	*309 573**	*236 305**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	49	299	241	833	8 596	6 229
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	7	39	67	76	540	402
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	120	153	10	475	4 961	4 448
648 d	Elektroden	1 087	8 204	4 017	30 061	177 246	142 896*
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	18	147	10	7 460	41 581*	46 355*
740 a	Glühlampenkolben	34	215	61	1 124	7 293	5 864
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	454	2 193	590	[8] (783 c und 799 c)	[8] (783 c und 799 c)	[8] (783 c und 799 c)
799 c	dsgl. aus schmiedbarem Eisen	153	619	376			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	205	1 418	2 166	9 690*	76 425*	61 953*

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr. 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan. — [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 255: Wer stellt zum Gebrauch in Gießereien und Räumen mit säurehaltigen Dämpfen Arbeitsleuchten für veränderliche Aufhängungshöhe her, bei welchen die Fassung keine äußeren Metallteile besitzt?

Frage 256: Welche Firma stellt für photographische Trockenschränke Ventilatoren mit nebenstehender Fabrikmarke her?

Frage 257: Wer stellt Unipolarmaschinen für 100 ... 200 V und rd. 10 W her?

Frage 258: Wer stellt die Materialien „Hipernik“ und „Kopernik“ her?

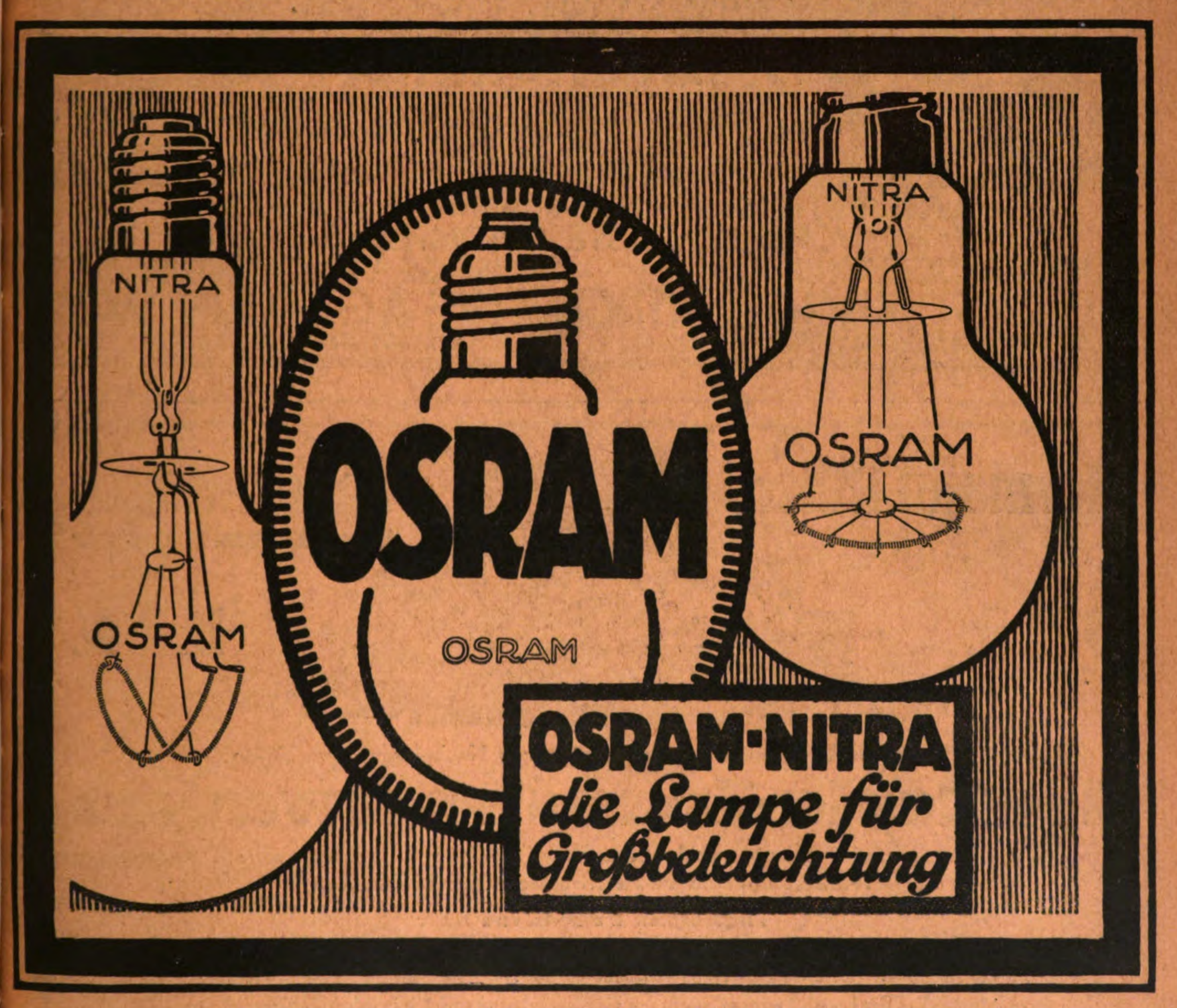
Abschluß des Heftes: 6. Oktober 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19300 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

...LEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



...HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 18. OKTOBER 1928
...9—1564)



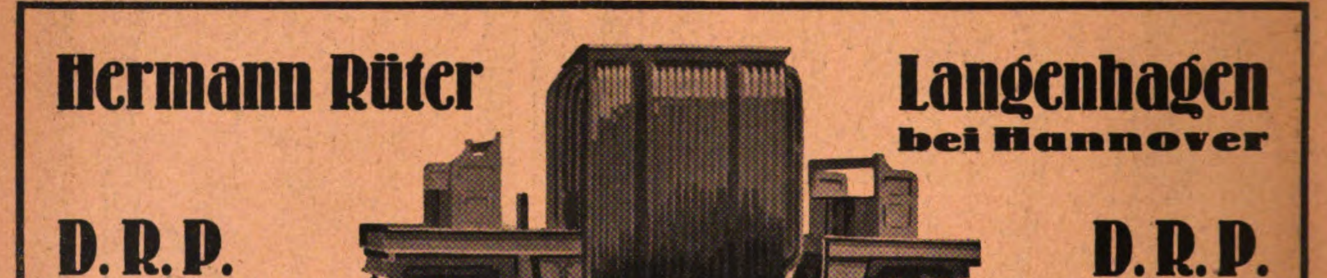
IN DER NÄHE DER

GROSSKRAFTWERKE

GOLPA-ZSCHORNEWITZ
LAUTA TRATTENDORF

LAGE: MITTELDEUTSCHES BRAUNKOHLENGEBIET
VORTEILHAFTESTE STROMPREISE
BILLIGES BAUGELÄNDE GÜNSTIGE VERKEHRSVERBINDUNG
AUSKUNFT DURCH: ELEKTROWERKE A.G. BERLIN W 62
KURFÜRSTENSTRASSE 112

Hermann Rüter **Langenhagen bei Hannover**



D.R.P. **D.R.P.**

Der durch **Deutsches Reichspatent** gegen Nachahmung geschützte

Tieflade-Transportwagen

ermöglicht **denkbar einfachste und schnellste** Be- und Entladung sowie Transport von **Transformatoren und schwersten Maschinenteilen**

Tragfähigkeit bis 30 to und mehr

Vorteile:

- Beladungsmöglichkeit ohne Hebezeuge von allen 4 Seiten.
- Einstellbarkeit der Ladebühne vom Fahrboden bis Eisenbahnwaggonhöhe in jede beliebige Stellung.
- Tiefe Schwerpunktslage, sicheres Fahren.
- Beide Drehschemel mit größter Last einschwenkbar, auch auf der Stelle.
- Selbsttätige Einstellung der Achsen entsprechend der Straßenwölbung, gleichmäßige Beanspruchung sämtlicher Reifen.
- Größte Schonung der Bereifung in abgekoppeltem Zustand durch Entlastung.

usw.

Vielfach geliefert
Bestens bewährt

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 18. Oktober 1928 | Heft 42

VDE-Mitgliedsbeitrag für 1929.

Nach dem Beschlusse der Jahresversammlung vom 18. Juni 1928 ist der Jahresbeitrag für 1929 festgesetzt:

A. Für persönliche Mitglieder, die durch einen angeschlossenen Verein angemeldet sind . . . . 30 RM
Jungmitglieder . . . . . . 15 „

B. Für persönliche, dem Verbande unmittelbar angehörende Mitglieder 30 „
Jungmitglieder . . . . . . 15 „

C. Für körperschaftliche Mitglieder:
1. Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw. . . . . 36 „
2. Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigen:
a) bis 50 Angestellte und Arbeiter . 50 RM
b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter . . . . 75 „
c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter . . . . 120 „
d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter . . . . 150 „
e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter . . . . 300 „
f) über 1000 Angestellte und Arbeiter auf Anfrage.

Verbandsmitglieder, die **keinem Ortsverein** angehören, zahlen ihre Beiträge über unser **Postscheckkonto Berlin 21 312,** während alle **übrigen** Mitglieder die Beiträge an den **Verein abführen, dem sie als Mitglied angehören,** und zwar an dessen untenstehend angegebenes **Postscheckkonto** oder Bankkonto.

Wir bitten wiederholt um **Beachtung** dieses Punktes, der auch in diesem Jahre leider nicht genügend beachtet worden ist, so daß die Zustellung der ETZ infolgedessen verzögert wurde.

Ganz besonders weisen wir die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins, Berlin, darauf hin.

Die Beiträge, auch die **Rückstände aus 1928,** sind **bis spätestens 15. November 1928** zu entrichten, da sonst eine ordnungsmäßige Zustellung der ETZ nicht gewährleistet werden kann.

Es wird gebeten, die Beiträge möglichst **im ganzen** zu zahlen, um den Schatzmeistern der Vereine und der Geschäftsstelle des VDE die Verrechnung zu erleichtern.

Durch undeutliche Anschriften und Namensangaben entstehen Verzögerungen in der Lieferung der ETZ und sonstige Unzuträglichkeiten, deshalb: **Deutliche Schrift!**

Im Ausland wohnende Mitglieder können durch Postanweisung bezahlen.

Bankschecks sind **nicht** zu senden, nur **Bank- oder Post**scheckkonto kommt in Frage wie nachstehend:

Bank- bzw. Postscheckkonten der Vereine:

Elektrotechnischer Verein in Berlin: Postscheckamt Berlin 13 302.
E. V. Aachen: Bankkonto Deutsche Bank, Filiale Aachen; Postscheckkonto Deutsche Bank, Filiale Aachen, Postscheckamt Köln 2513 f. El.-Verein.
E. V. des Bergischen Landes: Postscheckkonto Professor E. Stöckhardt, Elberfeld, Postscheckamt Köln 44 896 für El. Verein.
E. V. Breslau: Postscheckkonto E. V. Breslau, Schatzmeister Hugo Lieb, Breslau 31 694.
E. V. Chemnitz: Postscheckamt Leipzig 119 093.
Deutsche E. G. zu Danzig: Postscheckkonto 1736 der Sparkasse der Stadt Danzig, zur Gutschrift auf Konto 1236 der Deutschen El. Gesellschaft zu Danzig.
Dresdner E. V.: Dresden 11 114.
E. V. Düsseldorf: Postscheckamt Essen 23 947.
E. G. Frankfurt a. M.: Frankfurt a. M. 3342.
E. G. Halle a. S.: Postscheckamt Leipzig 91 527.
E. V. Hamburg: Hamburg 3989; Bank: Commerz- und Privatbank A.-G.
E. G. Hannover: Hannover 12 903.
Hessische E. G. Darmstadt: Postscheckamt Frankfurt a. M. 2002.
E. V. Kassel: Postscheckamt Frankfurt a. M. 20 639. Bank: L. Pfeiffer, Kassel.
E. G. Köln: Köln 57 666.
E. V. Leipzig: Leipzig 11 656.
E. G. Magdeburg: Magdeburg 2479.
E. V. Mannheim-Ludwigshafen, Mannheim: Postscheckamt Karlsruhe i. Ba. 79 088.
E. V. München: München 24 283.
E. V. am Niederrhein, Krefeld: Postscheckkonto C. Wildermuth, Krefeld, Postscheckamt Essen 31 376 für El. Verein.
E. G. Nürnberg: Nürnberg 1964.
Oberrhein. E. V., Karlsruhe: Karlsruhe Baden 4979.
Oberschles. E. V., Hindenburg, O.-S.: Postscheckamt Breslau 49 494.
Ostdeutscher E. V., Königsberg: Königsberg Pr. 2018.
Pommerscher E. V., Stettin: Stettin 3312.
E. V. des Rhein.-Westf. Ind.-Bez. Essen: Essen 3992.
E. V. an der Saar, Saarbrücken: Bank Gebr. Röchling, Saarbrücken 1.
Schleswig-Holsteinischer E. V., Kiel: Postscheckamt Hamburg 14 263.
E. V. Südbaden, Freiburg i. Ba.: Postscheckamt Karlsruhe Baden 40 640.
Thüringer E. V., Erfurt: Erfurt 24 810.
E. V. Trier: Postscheckamt Köln 21 654.
Württembergischer E. V., Stuttgart: Stuttgart 1906.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Der Vorsitzende: Krone. — Der Generalsekretär: P. Schirp.



Abwärmeverwertung in Textilbetrieben.

Von Dr.-Ing. A. **Renfordt**, Berlin.

In einem Aufsatz „Einfluß der Abwärmeverwertung auf die Krafterzeugungskosten" (ETZ 1927, S. 1480) werden von Ing. P. Grondorf wichtige Feststellungen gemacht, die, wenn sie in weiterem Umfange zuträfen, geeignet wären, die Anwendung der Erkenntnisse der neuzeitlichen Wärmewirtschaft in Frage zu stellen, so daß es nötig erscheint, die Anwendbarkeit dieser Untersuchungen kritisch nachzuprüfen, zumal der Maschinenindustrie dabei nachgesagt wird, daß sie durch bedingungslose Propagierung der Abfallkrafterzeugung oft die Urheberin wirtschaftlich falscher Projektierungen sei, also fortschritthemmend und volkswirtschaftschädigend wirke.

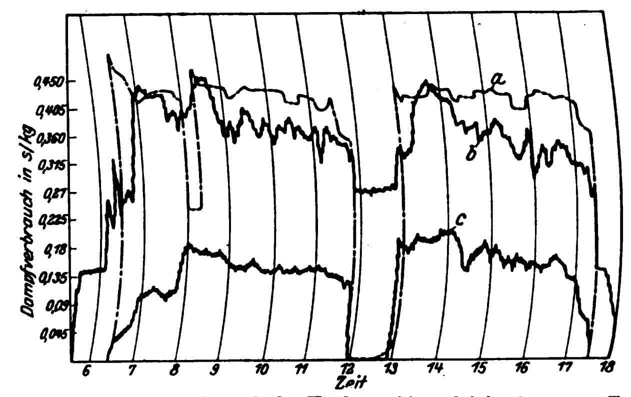


Abb. 1. Meßergebnisse des Maschinenfrischdampfes und des Bedarfes an Abdampf.

In der Einleitung wird zunächst die bekannte Tatsache erwähnt, daß es Betriebe gibt, bei welchen getrennte Heizdampferzeugung und Fremdstrombezug wirtschaftlicher ist als eine eigene Kraftanlage mit Abwärmeverwertung. Diese Erkenntnis ist grundsätzlich zu unterstreichen. Ohne genaue Durchrechnung hat man noch nie beraten und projektieren können. Handelt es sich z. B. um ein Heizkraftwerk, so weiß man genau, daß man je nach Fremdstrompreis bei einem Heizbedarf unter $(3 \dots 4) \cdot 10^6$ kcal/h mit der Empfehlung einer eigenen Gegendruckanlage sehr vorsichtig sein muß. Auch bei Entnahmemaschinen wird man stets Vergleiche ziehen müssen, ob die Anlage wirtschaftlich ist. Aber es gibt schon viele Industrien, bei welchen der Wärmekraftbetrieb unumstritten die richtige Lösung bedeutet. Als Beispiel seien nur die Zucker-, Braunkohlen- und Färbereiindustrie erwähnt. In allen übrigen Fällen spielt die Auslegung der Maschine eine sehr wichtige Rolle, und es ist den Industrien sehr zu empfehlen, diese Auslegung nicht selbst zu machen und der Maschinenfabrik bestimmte Vorschriften zu geben, sondern an Hand eines Diagramms (Abb. 1[1]) die Maschinenfabrik allein projektieren zu lassen.

Die Kurven *b* und *c* sind Meßergebnisse über Fabrikationsdampfbedarf einer Industrie (welche, ist nicht bekannt) für einen mittleren Sommer- bzw. Wintertag. Der Beweis, daß bei dieser Fabrik die Abdampfverwertungsanlage falsch ist, wird nun folgendermaßen geführt:

Es wird die willkürliche, für die Beweisführung allerdings sehr günstige, aber auch nicht gerade unmögliche Annahme gemacht, daß der Kraftbedarf dieser Fabrik so liegt, daß der Dampfbedarf der Maschine ungefähr mit dem Winterdampfbedarf der Fabrikation plus Heizung übereinstimmt, und die Leistung der Maschine Sommer und Winter gleich sein soll. Für diese Fabrik wird der überraschende Entschluß gefaßt, eine reine Gegendruckmaschine aufzustellen, so daß im Winter 18 %, im Sommer 64 % der Abdampfmenge unbenutzt ins Freie gehen. Man könnte vermuten, daß an eine Kraftmaschine mit Oberflächenvorwärmer zur Erzeugung von Heißwasser für eine Warmwasserheizung gedacht und daher unter Abwärme Vakuumdampf zu verstehen ist. Aber dieser ist doch nicht geeignet zum Aufwärmen des Wärmegutes, das ausdrücklich verlangt wird, und kann auch nicht ins Freie entweichen. Es muß sich also um eine Gegendruckmaschine handeln. Leider wird nicht erwähnt, wie groß die mit der in Kurve *a* angegebenen Dampfmenge erzeugte Leistung ist, sonst könnte vielleicht schon daran bewiesen werden, daß es sich um eine Maschine älterer Bauart handeln muß. Es war z. B. der Firma Borsig möglich, bei einer Gegendruckanlage Turbinen aufzustellen, die an die Stelle von Turbinen älterer Bauart gesetzt wurden und bei gleichem Dampfdurchsatz eine um 20 % größere Leistung erzielten (Versuche von Prof. Josse).

Aber dessen ungeachtet wird es meiner Ansicht nach keine Maschinenfabrik geben, die nicht bei Betrachtung des Diagramms Abb. 1 sofort eine Entnahmemaschine bzw. eine Gegendruckmaschine in Parallelschaltung mit einer Kondensationsmaschine vorschlagen würde, u. zw. zunächst unabhängig davon, ob diese Entnahmemaschine wirtschaftlicher ist als getrennter Heizbetrieb mit Strombezug. Grondorf sagt zwar am Schluß seines Aufsatzes, daß er Entnahmemaschinen und die Anwendung höherer Frischdampfdrücke absichtlich vernachlässigt habe. Man darf aber doch nicht die Unrichtigkeit der neuzeitlichen Wärmewirtschaft nachweisen wollen und gleichzeitig ihre Hauptgrundlagen unberücksichtigt lassen.

Mit den beiden Verlustzahlen 18 und 64, die, absolut genommen, bei der hier notwendigen Entnahmemaschine genau um die Hälfte niedriger ausfallen würden, wird nun folgende, nicht ganz einwandfreie Rechnung durchgeführt:

$$\frac{6\,(100-18)+6\,(100-64)}{12}=59,$$

das soll heißen, 59 % des Abdampfes der Gegendruckmaschine werden im Jahresdurchschnitt ausgenutzt, und 6 Monate gilt die Sommerkurve und 6 Monate die Winterkurve. Nach dem Heizungskalender hätte man besser 4 Monate Sommer und 8 Monate Winter gewählt, besonders da es sich um Zweischichtenbetrieb handelt, also die kühleren Nachtstunden mit berücksichtigt werden müssen. Lassen wir jedoch dies ungeändert und sehen uns die Aufstellung des Wärmeflußbildes an.

Da eine reine Gegendruckmaschine vorausgesetzt wurde, ist es nicht richtig, wenn für die Ausnutzung der Dampfwärme für Kraftzwecke 200 kcal/kg eingesetzt wird, weil bekanntlich nur etwa 100 kcal/kg in Frage kommen. Angenommen, es wäre hier an eine Kondensationsmaschine gedacht worden, so werden allerdings rd. 200 kcal/kg (adiabatisch) für Kraftzwecke verwendet. Aber der Abdampf hat nicht, wie angegeben, einen Wärmeinhalt von 525 kcal/kg, sondern mehr (rd. 560), da die Maschine doch einen Wirkungsgrad hat. Ferner ist es nicht möglich, diesen Abdampf, der bei einem Vakuum von 92 % anfällt und eine Temperatur von 40° hat, für Fabrikationszwecke zu verwenden oder gar ins Freie zu schicken. — Die Wärmebilanz ist also nicht einwandfrei und kann auch — wie man sieht — nicht korrigiert werden, da eben die gewählte Maschine besser anders auszulegen wäre. Die Entwicklung eines passenden Wärmestrombildes würde hier zu weit führen. Im folgenden soll nun auch das von Grondorf aufgeführte Beispiel aus der Praxis etwas näher erörtert werden.

Man weiß auf Grund der vielen Projektierungen für die Textilindustrie, daß man sich sehr davor hüten muß, Textilbetriebe, auch wenn sie das gleiche Endprodukt herstellen, wärmewirtschaftlich gleich zu behandeln. Jeder Betrieb hat seine Eigenarten, und ohne Ursache hütet z. B. der Färber sicherlich nicht seine Betriebseinrichtungen streng vor den Augen der Konkurrenz. — Grondorf macht nun in seinem Aufsatz den Sprung, daß er die Verhältnisse der Fabrik nach Abb. 1 einfach auf sein Beispiel, das für eine andere Fabrik gilt, überträgt, denn es werden dieselben Verlustwerte 18 und 64 zugrunde gelegt. Während bei der ersten Fabrik das Verhältnis Winter- und Sommer-Dampfbedarf der Fabrikation gleich $\frac{14\,000}{5\,000}=2{,}8$ ist, geht aus der Kohlenrechnung im Beispiel nach Abzug des Betrages für Anheizen hervor, daß bei dieser Fabrik die gleiche Verhältniszahl gleich $\frac{2300}{1864}=1{,}24$ ist, also die Verlustzahlen 18 und 22 wären. Da außerdem noch das nicht den tatsächlichen Verhältnissen entsprechende Wärmestrombild der ersten Fabrik benutzt wird, kann diese Wirtschaftlichkeitsrechnung keine Bedeutung für die Praxis haben. Grondorf schreibt selbst: „mit Zahlen kann man beweisen, aber auch getäuscht werden".

[1] Aus ETZ 1927, S. 1480.

Um auch dieses Beispiel richtigzustellen, lasse ich die tatsächliche Betriebskostenrechnung folgen. Selbstverständlich wurden hierbei die Frischdampfverhältnisse so gewählt, daß der 3 atü-Dampf für die Färberei nicht direkt vom Kessel zur Färberei geht oder als Sattdampf entnommen und zwischenüberhitzt wird, sondern zunächst in der Kraftmaschine Kraft erzeugt und die Maschine trotzdem mit der nötigen Überhitzung verläßt und dann zur Färberei geht. Ein Verlust durch zu hohe Erzeugungswärme von 10 %, wie ihn Grondorf zum Schaden der Abdampfverwertungsanlage einsetzt, kommt also nicht in Frage. Daß mit dem Maschinenabdampf ein einwandfreier Betrieb möglich ist, beweisen die vielen Lohnfärbereien und anderen Textilbetriebe, in denen Gegendruck- bzw. Entnahmeanlagen laufen.

Beispiel (nach den Angaben von Grondorf):

a) K r a f t b e d a r f (Sommer und Winter gleich)

$$= \frac{43\,000 \text{ (Monatsbedarf in kWh)}}{225 \text{ (Betriebstundenzahl im Monat)}} = 190 \text{ kW}$$

im Durchschnitt. Die Kraftmaschine wird zur Aufnahme von Spitzen um 25 % größer, also für 240 kW bemessen.

b) D a m p f b e d a r f.

Bei Fremdstrombezug beläuft sich in dem Beispiel die monatliche Kohlenrechnung auf Reichsmark:

	I. Winter	II. Sommer
f. Abdampf (Heizung + Trocknung)	700	
Anheizen usw.	220	
Färberei	1602	
	2522	2084

Also beträgt die Rechnung für den Nutzdampf, der eine Kraftmaschine durchströmen könnte, rd. 2300 RM im Winter. Da dieser Dampf wegen der Färberei mit etwa 6 atü, 200 °, erzeugt werden muß, beträgt sein Wärmeinhalt 680 kcal/kg. Der Wärmepreis beträgt 0,40 RM für 100 000 kcal. Mit rd. 80 % Wirkungsgrad für Kessel- und Rohrleitungsanlage erhält man eine Nutzdampfmenge von

$$\frac{2300 \cdot 100\,000 \cdot 0{,}8}{0{,}40 \cdot 680} = 680\,000 \text{ kg/Monat},$$

oder rd. 3000 kg/h im Winter bzw. 2500 kg/h im Sommer. Für die Abwärmeanlage wird als Frischdampfdruck nicht 13, sondern 18 atü an der Turbine bei 350 ° bzw. 20 atü am Kessel bei 375° Frischdampftemperatur zugrunde gelegt. Der Gegendruck beträgt 4 ata.

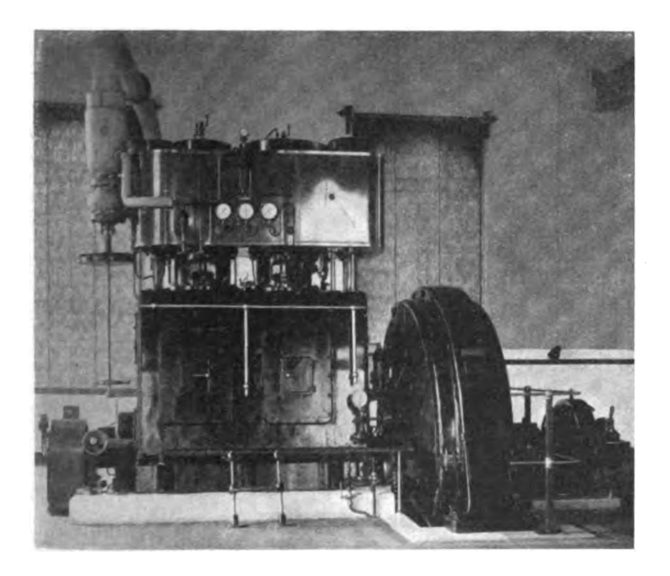


Abb. 2. Stehende Borsig-Kapseldampfmaschine 400 PS_e.

Die Durchschnittsleistung von 190 kW kann nun mit einer neuzeitlichen Dampfmaschine, direkt gekuppelt mit einem Generator, nach Abb. 2 im reinen Gegendruckbetrieb schon mit 2800 kg/h Dampf gezogen werden. Der Dampfdurchsatz der Maschine entspricht also dem Sommerbedarf der Fabrikation + 300 kg/h, die für Speisewasservorwärmung, Turbospeisepumpe usw. verwendet werden können. Die Maschine kann daher (im Gegensatz zu der für die Fabrik nach Abb. 1) als reine Gegendruckmaschine ausgelegt werden. Zur Aufnahme von Kraftspitzen wird entsprechend dem Schaltbild Abb. 3 ein Vorwärmer mit Heißwasserspeicher für Fabrikationswasser in den Nebenschluß der Abdampfleitung gelegt. Zur Aufnahme von Dampfspitzen wird ein selbsttätiger Frischdampfzusatz vorgesehen. Es ist also, wie man sagt, vollständiges Gleichgewicht zwischen Kraft und Wärme vorhanden, und normalerweise wird ohne Auspuff gearbeitet, solange nämlich keine Störungen in der Fabrikation entstehen, wofür aber die Kraftanlage nicht verantwortlich gemacht werden kann.

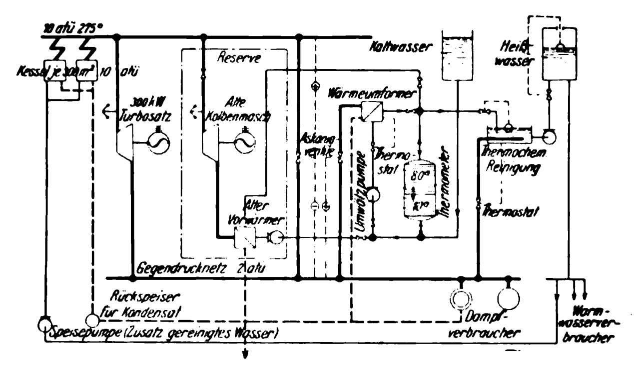


Abb. 3. Schaltbild der Färberei Theodor Haase, Chemnitz.

B e t r i e b s k o s t e n r e c h n u n g (für einen Monat)

1. für Gegendruckanlage, also Kraftwärmebetrieb (nach den Daten von Grondorf).

a) i m W i n t e r

Kohlenkosten $= \frac{2522 \cdot 750}{680} =$	2 780 RM
Öl, Putzwolle usw.	80 „
Reparaturen, Versicherungen	135 „
Bedienung	346 „
Kapitaldienst	1 500 „
	4 841 RM

b) i m S o m m e r

Kohlenkosten $= \frac{2780 \cdot 2800}{3000} =$	2 600 RM
Öl, Putzwolle usw.	80 „
Reparaturen, Versicherungen	135 „
Bedienung	346 „
Kapitaldienst	1 500 „
	4 661 RM.

Da hier nämlich (wie beim Fremdstrombetrieb) im Winter auch nur 3000 kg/h Dampf gebraucht werden, ist die Kohlenrechnung nur wegen des höheren Wärmeinhaltes des Dampfes (750 statt 680) größer. Im Sommer werden statt 3000 nur 2800 kg/h gebraucht. Infolge des höheren Kesseldruckes (18 statt 13 atü) müßte der Kapitaldienst vergrößert werden, der Betrag ist aber mit 1500 RM/Monat schon reichlich genug gewählt.

2. Für Heizbetrieb mit Fremdstrombezug (6 Pf/kWh).

Kohlenkosten	2 522 RM	2 048 RM
Fremdstrom	2 580 „	2 580 „
Bedienung	173 „	173 „
Reparaturen	105 „	105 „
	5 380 RM	4 906 RM.

Hierbei ist vorausgesetzt, daß bei 2. die Heizkessel 6 atü mit Überhitzer schon vorhanden und vollständig abgeschrieben sind. Diese Annahme ist wohl manchmal zulässig, aber durchaus nicht normal. Sehr häufig kommt es z. B. vor, daß ein weitblickender Fabrikbesitzer, der mit Fremdstrom arbeitet und neue Heizkessel beschaffen muß, diese schon mit einem Druck von 18 atü bestellt, um u. U. später auf eigene Krafterzeugung übergehen zu können. Bei einer allgemeingültigen Rechnung darf man also diese Voraussetzung nicht machen und muß daher die Ergebnisse von 2. um 500 RM für Kapitaldienst erhöhen.

Man erkennt, daß der Kraftwärmebetrieb mit monatlich rd. 900 RM überlegen ist, was auch vorauszusehen war. Selbstverständlich erhält man beim Kraftwärmebetrieb den Strom nicht umsonst, und man kann sich schwer vorstellen, daß eine Maschinenfabrik dies behauptet. Sonst hätte natürlich Grondorf recht, wenn er sagt, daß das eine Utopie ist.

Die Anlagekosten der Kraftwärmeanlage betragen 116 000 RM bei 13 atü Kesseldruck. Für 18 atü erhöht sich

diese Summe auf rd. 130 000 RM. Es wird nun gesagt, daß dieses Kapital viel besser in der Produktion und zur Beschaffung von Arbeitsmaschinen verwendet werden könnte. Dem steht entgegen, daß die Gegendruckanlage in 7½ Jahren abgeschrieben ist, ferner ist in dieser Zeit ein Gewinn von 80 000 RM zu verzeichnen. Rechnet man nun mit einer Lebensdauer der Anlage von nur 10 Jahren, so hat sich in dieser Zeit das aufgewendete Kapital mehr als verdoppelt, so daß man doch die Wärmekraftanlage als gute Kapitalanlage bezeichnen darf. Dies gilt besonders, wenn der Fremdstrompreis mehr als 6 Pf/kWh beträgt, oder noch besondere Mietgebühren für Transformatoren zu zahlen sind. Ferner handelt es sich hier um eine Spinnerei mit Färberei. Bei der reinen Lohnfärberei sind die Verhältnisse für eine Gegendruckanlage noch bedeutend günstiger und es kann hier, um noch den Vorteil der vollständigen Ölfreiheit des Abdampfes und die einfache Bedienbarkeit auszunutzen, ein Turbosatz mit neuzeitlicher, mehrstufiger Turbine nach Abb. 4 vorgeschlagen werden. Eine solche Anlage wird augenblicklich bei der Fa. Theodor Haase, Chemnitz i. Sa., nach dem Schaltbild Abb. 3 ausgeführt.

Bezüglich der von Grondorf angezogenen größeren Betriebsicherheit bei Fremdstrombezug ist vielleicht zu bemerken, daß häufig Kunden an die Maschinenfabrik herantreten und eine eigene Kraftanlage bestellen, weil sie unabhängig von den Störungen im Fremdstromnetz sein wollen. Dasselbe beweist der Umstand, daß man in Textilfabriken mit Fremdstrombezug nicht selten riesige Akkumulatorenbatterien antrifft.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Fremdstrombezug bei Industrieanlagen sicherlich manchmal der eigenen Kraftanlage vorzuziehen ist, auch wenn bei dieser Abwärmeverwertung zu berücksichtigen ist. Aber das Beispiel einer Färberei ist recht unglücklich gewählt, da diese „leider" schon ganz der neuzeitlichen Wärmewirtschaft zum Opfer gefallen ist. Wenn Grondorf verlangt, auch dem Überlandwerk Gelegenheit zu Messungen, und damit wohl zur Aufstellung einer Rentabilitätsrechnung zu geben, so kann man zustimmen. Eine gut geleitete Maschinenfabrik wird eine solche nicht zu scheuen haben, denn sie wird dem Interessenten keine Vorschläge machen, die eine Nachprüfung nicht vertragen. Damit würde sie ihrem eigenen Interesse zuwiderhandeln, da der Kunde die Tatsache mangelnder Rentabilität bald erkennen und die liefernde Firma schwere Einbuße an ihrem Ruf erleiden würde.

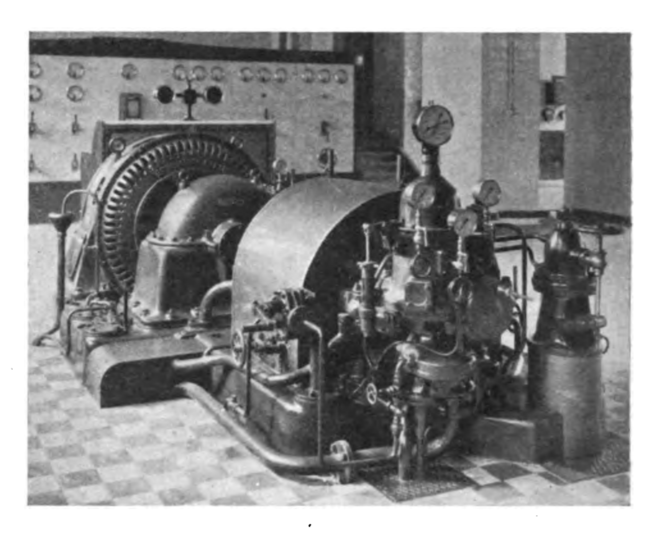


Abb. 4. Borsig-Gegendruck-Turbosatz von 200 ... 500 kW mit hochwertiger, mehrstufiger Turbine.

Zu Gewaltgeschäften liegt für eine Maschinenfabrik auch um so weniger Anlaß vor, als auch die Elektrizitätswerke, denen in einem solchen Falle zu Unrecht das Geschäft verdorben würde, recht gute Kunden der Maschinenindustrie sind, die eine weitschauende Firma nicht ohne Not verärgern wird.

Bemerkungen zu vorstehendem Aufsatz.

Von Ing. **P. Grondorf,** Crimmitschau.

Ich bin den Ausführungen des Herrn Dr. Renfordt mit Interesse gefolgt und begrüße es lebhaft, daß mein Aufsatz der Maschinenindustrie die Anregung gab, das so sehr umstrittene Thema: „Eigenanlage oder Fremdstrombezug" öffentlich zu behandeln. Angenehm hat mich hierbei die unumwundene Anerkennung der Tatsache, daß es Kraftbetriebe mit Wärmebedarf gibt, bei denen der Fremdstrombezug wirtschaftlicher ist als eigene Kraftanlage mit Abwärmeverwertung, berührt, weiß doch jeder Elektrizitätswirtschaftler, wie sehr er häufig sich vergeblich bemüht, in gegebenen Fällen dieser Tatsache Geltung zu verschaffen. Fernerhin kann auch vermerkt werden, daß die Entscheidung der Frage „eigene Gegendruckanlage oder Fremdstrombezug" einer gründlichen Prüfung bedarf, falls außer dem Kraft- lediglich ein Wärmebedarf von (3 ... 4) . 10^6 kcal/h (rd. 5 t/h Dampf) vorliegt. Herr Renfordt sagt: „Die Anwendung der Erkenntnisse der neuzeitlichen Wärmewirtschaft wird in Frage gestellt." Es lag mir selbstverständlich fern, die Anwendung der Erkenntnisse der neuzeitlichen Wärmewirtschaft in Frage zu stellen bzw. die Berechtigung von Eigenanlagen auch für sämtliche Industrien, die sich vorzüglich zum Kraftwärmebetrieb eignen, zu bezweifeln oder anzufechten. Diese Folgerung des Herrn Dr. Renfordt ist doch gleichbedeutend mit den überraschenden Behauptungen: jede Eigenanlage ist unwirtschaftlich; es darf den verschiedensten Industrien nur der Fremdstrom empfohlen werden; die Maschinenindustrie schädigt die Volkswirtschaft, indem sie Dampfkraftanlagen herstellt, die sie anderen Interessenten als Elektrizitätswerken anbietet.

Man vergleiche hiermit die Ausführungen meines Aufsatzes (ETZ 1927, S. 1481), worin die Erkenntnis der neuzeitlichen Wärmewirtschaft durch das von mir gebrachte Beispiel bestätigt wird. Es ist in diesem der aus der Kuppelung des Kraftbetriebes mit dem Wärmebetrieb resultierende Gewinn bei den Brennstoffkosten der Kraftanlage von 1225 RM im Durchschnitt zu 504 RM errechnet. Meine weitere Behauptung: „Man übersieht, daß auch bei der Abdampfverwertung nur eine Resultierende entsteht und jede Resultierende auch Null oder sogar negativ werden kann", bestätigt Herr Dr. Renfordt selbst, denn bei Gegendruckanlagen, bei denen gleichzeitig ein Heizwärmebedarf unter 3 ... 4 000 000 kcal/h vorliegt, pendelt die Resultierende im Grenzwert, dem Nullwert, und nur eine gründliche Prüfung aller Verhältnisse kann zeigen, ob sie nicht negativ und daher der Fremdstrombezug wirtschaftlicher ist.

Mein Aufsatz hatte den Zweck, ein Hilfsmittel zu zeigen, mit dem die Grundlagen zur Erfassung der Resultierenden genauer festgelegt werden können. Dieses Hilfsmittel ist das von mir entworfene Kraftwärmediagramm, welches als Abb. 1 aus meinem Aufsatz von Herrn Dr. Renfordt übernommen wurde. Mit diesem Kombinationsdiagramm kann einwandfrei festgestellt werden, welche Dampfmenge, die bereits Arbeit geleistet, in der Wärmeanlage noch ausgenutzt wird bzw. welche Frischdampfmenge diesem Betriebsteil, bei Stillstand oder Belastungsrückgang der Kraftmaschine, zugeführt werden muß. Die auf Grund solcher Messungen gesammelten Erfahrungen lassen sich bei neuen Projekten erfolgreich verwenden. Die Ausführungen von Herrn Renfordt bestätigen, daß das von mir vorgeschlagene Kombinationsdiagramm auch der Maschinenindustrie zur Projektierung willkommen ist.

Herr Renfordt sagt weiter: „Es wird der Sprung gemacht, daß die Verhältnisse der Fabrik nach Abb. 1 einfach auf den Betrieb des Beispiels übertragen werden." Auch darin liegt ein Irrtum, denn meine Abb. 1 gibt lediglich die Betriebsverhältnisse der in meinem Beispiel gebrachten Spinnerei und Färberei, was nachfolgend bewiesen wird. Aus Kurve *a* geht hervor, daß in meiner Abb. 1 die Verhältnisse eines Betriebes mit der sogenannten 54-Stundenwoche wiedergegeben sind. An fünf Wochentagen wird täglich 9½ h (von ½7 bis ¾12 Uhr minus ¼ h Frühstückspause = 5 h, von 13 bis 17½ Uhr = 4½ h) gearbeitet, am Sonnabend nur 6½ h, da der Nachmittag frei ist. Somit Arbeitszeit in der Woche 5 · 9,5 + 1 · 6,5 bzw. 6 · 9 = 54 h. Im Bei-

spiel wird von 225 Arbeitstunden im Monat gesprochen; da allgemein durchschnittlich der Monat mit 25 Arbeitstagen angenommen wird, ergibt sich nach obigem die monatliche Arbeitszeit von $25 \cdot 9 = 225$ h. Es sind somit die beiden Betriebe:

1. gleich in der Arbeitszeit.

Es ist hiermit auch gleichzeitig die irrige Annahme von Herrn Dr. Renfordt, daß es sich bei Betrieb 1 oder 2 um einen Zweischichtenbetrieb handelt, bei dem die kühleren Nachtstunden zu berücksichtigen sind, richtiggestellt.

Die nach Ansicht von Herrn Dr. Renfordt verschiedenen Betriebe sind auch

2. gleich im Kraftbedarf.

Unter meiner Abb. 1 steht zur Erläuterung „... a) Dampfverbrauch der Kraftmaschine gleich rd. 14 000 kg/Tag"; es entspricht dies bei 9½stündiger Arbeitszeit rd. 1460 kg/h. Im Beispiel wird angeführt: „Es wurde der maximale Dampfbedarf der Kraftwärmeanlage mit 1600 kg/h errechnet", also 10 % höher als der durchschnittliche Bedarf.

Hierdurch ist gleichzeitig die irrtümliche Annahme des Herrn Dr. Renfordt widerlegt, daß aus Abb. 1 nicht auf den Dampfverbrauch der gewählten Maschine für 1 kWh geschlossen werden könne.

3. Es ist gleich: das Verhältnis Winter- zum Sommerdampfbedarf der Fabrikation und Heizanlage. Herr Dr. Renfordt hat gerade diesen Punkt als nicht zutreffend bezeichnet und glaubt mit Zahlen den Nachweis führen zu können, daß im Betrieb der Abb. 1 diese Zahl gleich 2,8 ist, während er versucht, aus meiner Kohlenrechnung den Beweis dafür abzuleiten, daß diese wichtige Zahl im Beispiel gleich 1,24 ist. Es wird diese Erkenntnis sogar durch Zitieren meiner Worte: „mit Zahlen kann man beweisen, aber auch getäuscht werden" gewürzt. Auch im Beispiel ist diese Verhältniszahl $\approx 2{,}8$. Es sei mir gestattet, zum Beweis hierfür auf folgende selbstverständliche Tatsachen hinzuweisen, die scheinbar von Herrn Dr. Renfordt nicht erkannt wurden. Ein Teil des Abdampfes wird dazu benutzt, das Speisewasser des Kraftbetriebes um 60° aufzuwärmen. Dem reinen Abwärmebetrieb steht somit nicht die ganze Abdampfwärme, sondern, falls mit der gesamten Dampfmenge gerechnet wird, für 1 kg 60 kcal weniger zur Verfügung. Wir müssen daher, wenn wir den Gewinn für die Wärmeanlage ermitteln wollen, die nutzbare Dampfmenge reduzieren oder mit einer verfügbaren Wärme von 465 kcal/kg laut meiner Abb. 2 rechnen. Es geht ferner aus Abb. 1 nebst Erläuterung hervor, daß durch den Ungleichförmigkeitsgrad 18 % des Maschinenabdampfes im Winter von der Wärmeanlage nicht aufgenommen werden. Da auch der Frischdampf der Maschine und der Dampfbedarf der Wärmeanlage gleich sind (14 000 kg/Tag), so muß dem letztgenannten Anlageteil während der Kraftbetriebstillstände usw. 18 % Frischdampf zugeführt werden. Der Geldwert dieser Dampfmenge wurde in meinem Beispiel zu $\frac{1225 \cdot 18}{100} \approx 220$ RM eingesetzt. Herr Dr. Renfordt begeht den Irrtum, bei Errechnung der Verhältniszahl „Sommer- zu Winterdampfbedarf" diesen Geldwert bzw. die entsprechende Dampfmenge nicht zu berücksichtigen. Ich will mich aber hier nicht damit begnügen, den Nachweis für die Richtigkeit der umstrittenen Verhältniszahl zu erbringen, sondern es soll auch gleichzeitig bewiesen werden, daß die Dampfmenge, die von der Wärmeanlage aufgenommen wird, rd. 14 000 bzw. 5000 kg/Tag ist. Es verhalten sich die Dampfmengen zu den dazugehörigen Erzeugungskosten wie deren Wärmewerte. Die Erzeugungskosten des Frischdampfes betragen 1225 RM im Monat, die Dampfmenge ist 14 000 kg/Tag und dessen Erzeugungswärme 655 kcal/kg. Der Geldwert des gesamten Dampfes, den die Wärmeanlage im Winter aufnimmt, ist auf 465 kcal bezogen:

$$700 + \frac{220 \cdot 465}{655} = 856 \text{ RM}.$$

Es gilt mithin die Gleichung:

$$\frac{1225}{856} = \frac{655}{465} \text{ bzw. } 1225 = \frac{655 \cdot 856}{465} \approx 1205\,;$$

es folgt die tägliche Dampfmenge für die Wärmeanlage aus:

$$\frac{1225}{1205} = \frac{14\,000}{x}\,;\; x \approx 13\,750 \text{ kg/Tag}.$$

Der Sommerdampfbedarf der Wärmeanlage meines Beispiels ergibt sich, da dessen Geldwert mit 308 RM angegeben wurde, aus:

$$\frac{856}{308} = \frac{13\,750}{x}\,;\; x \approx 4950 \text{ kg/Tag}.$$

Die von Herrn Dr. Renfordt unrichtig mit 1,24 errechnete Verhältniszahl Winter- zum Sommerdampfbedarf folgt richtig aus:

$$\frac{856}{308} = 2{,}78$$

bzw. aus

$$\frac{13\,750}{4\,950} = 2{,}78$$

gegenüber 2,80 nach Abb. 1.

Die hier erschienenen kleinen Differenzen (von rd. 2 % beim Winterdampfbedarf, rd. 1 % beim Sommerdampfbedarf und der Verhältniszahl) erklären sich daraus, daß die im Beispiel gebrachten Geldbeträge nicht auf Heller und Pfennig genau sind, sondern, wie bei solchen Rechnungen üblich, abgerundet angeführt werden. Es ist hiermit erwiesen, daß Abb. 1 das Kombinationsdiagramm des in meinem Beispiel angeführten Betriebes ist, somit die im Zusammenhang hiermit gemachten Betrachtungen des Herrn Dr. Renfordt unrichtig sind.

Herr Renfordt sagt weiter: „Es wird die für die Beweisführung allerdings sehr günstige Annahme gemacht, daß die Leistung der Maschine Sommer und Winter gleich sein soll." Es ist nun allgemein bekannt, daß der Kraftbedarf im Winter durch den Einfluß der Beleuchtung und den schweren Anlauf der Arbeitsmaschinen normalerweise größer ist als im Sommer. Es wurde jedoch in Abb. 1 tatsächlich nur die Sommerkraftkurve eingetragen. Die Behauptung von Herrn Dr. Renfordt, daß dieses Verfahren bzw. diese Annahme „für meine Beweisführung allerdings sehr günstig" sei, wird zum Gegenteil, denn es sei nur angenommen, der tägliche Bedarf an Kraftdampf stiege durch die Mehrbelastung von 14 000 kg/Tag auf 15 400 kg, so steigen die Kohlenkosten, und zwar lediglich für den Kraftbedarf während der Wintermonate, um 10 %.

Gegenüber der Ansicht des Herrn Renfordt, „für diese Fabrik wird der überraschende Entschluß gefaßt, eine reine Gegendruckmaschine aufzustellen", verweise ich auf meinen Aufsatz, aus dem klar hervorgeht, daß der die Kraftanlage entwerfende Ingenieur, den übrigens lediglich dieser Vorwurf treffen könnte, als Gegendruckmaschine nicht an eine reine Auspuffmaschine gedacht hat; denn der Dampfverbrauch beträgt im Jahresdurchschnitt $\frac{1470}{190} = 7{,}36$ kg/kWh. Daher wurde auch von mir, wenn auch reichlich, als Wärmeverbrauch für Krafterzeugung 200 kcal/kg eingesetzt. Es geht aber auch hieraus hervor, daß von 100 kcal/kg, wie Herr Dr. Renfordt meint, keine Rede sein kann. An der Zahl von 525 kcal in meiner Abb. 2 kann unter den von mir gemachten Annahmen nicht gerüttelt werden.

Der Vorwurf des Herrn Renfordt: „es wird die nicht ganz einwandfreie Rechnung durchgeführt: $\frac{6\,(100-18) + 6\,(100-64)}{12} = 59$" soll sich wohl darauf beziehen, daß der Winter nicht zu 8 Monaten und der Sommer zu 4 Monaten angenommen wurde. Zur Klärung dieser Einwendung sei berichtet, daß ich einen Färbereibetrieb in Mitteleuropa im Auge hatte, für den die Zahlen wohl zutreffen.

Um die einschneidende Behauptung des Herrn Renfordt: „Man muß sich hüten, Textilbetriebe, auch wenn sie das gleiche Endprodukt herstellen, wärmewirtschaftlich gleichzustellen", anzuerkennen, kann man sich wohl kaum mit dem Hinweis des Herrn Dr. Renfordt begnügen, daß der Färber seine Einrichtung ängstlich vor den Augen der Konkurrenz hütet. Der Färber ist im allgemeinen nicht genügend wissenschaftlich vorgebildet und kann daher häufig nicht erkennen, ob die Erkenntnis seiner Praxis und was er ängstlich geheim hält, nicht eine bekannte wissenschaftliche Tatsache ist; dies darf jedoch nicht zur umgekehrten Folgerung führen. Man bedarf vielmehr, um obige Behauptung im positiven oder negativen Sinne zu entscheiden, Erfahrungswerte, die sich auf einwandfreie Messungen stützen, wie sie von mir empfohlen wurden. Es würde zu weit führen, sollte hier Satz für Satz des Aufsatzes des Herrn Dr. Renfordt besprochen werden, es sei nur darauf hingewiesen, daß die Ansicht des letzteren über die Betriebsicherheit bei Fremdstrombezug durch die neuzeitliche Elektrizitätsversorgung widerlegt ist, ferner darauf, daß man mit Hilfe von Wahrscheinlichkeits- und Zinseszinsrechnungen eine monatliche Quote für Kapitaldienst errechnen kann, die noch unter dem Betrag liegt, den Herr Dr. Renfordt gewählt hat. Es empfiehlt sich, die Festlegung dieser Quote demjenigen zu überlassen, der für das Anlagekapital aufzukommen hat.

Ich bemerke, daß auch gegenüber der neuesten Gegendruckanlage der Firma Borsig die Wettbewerbsfähigkeit des Strombezugs bestehen bleibt. Herr Dr.-Ing. Renfordt bringt für den in meinem Beispiel erwähnten Spinnerei-Färbereibetrieb eine „Stehende Borsig-Kapsel-Dampfmaschine" bzw. einen „Borsig-Gegendruck-Turbosatz kleinerer Leistung (200 ... 500 kW) mit hochwertiger, mehrstufiger Turbine" in Vorschlag. Nach den Ausführungen arbeitet diese Maschine mit einem Frischdampfdruck von 18 atü bei 350° an der Turbine; der Gegendruck beträgt 3 atü. Die Durchschnittsleistung von 190 kW soll schon mit 2800 kg/h Dampf gezogen werden können. Wir entnehmen den Ausführungen weiter, was eine Nachprüfung auch bestätigt, daß der von mir gewählte Betrieb sich vorzüglich zum Kraftwärmebetrieb eignet. Es herrscht Gleichgewicht zwischen dem Wärmewert des Abdampfes und der Wärme, die benötigt wird für die Färberei, die Fabrikation und die Heizanlage. — Es gilt das jetzte jedoch nur für diejenige Zeit, während welcher die Kraftmaschine in Betrieb ist. Aus Abb. 1 ist ersichtlich, daß Wärme zum Heizbetrieb außerhalb dieser Zeit benötigt wird. Der Geldwert dieser Wärme beträgt im Monat 220 RM; um diesen Betrag ist die Kalkulation des Herrn Dr. Renfordt zu erhöhen. Unter Verwendung der Zahlen des Herrn Dr. Renfordt ergeben sich die durchschnittlichen Betriebskosten für den in Vorschlag gebrachten Kraftwärmebetrieb zu:

$$\frac{(4\,841 + 220) + 4\,661}{2} \approx 4\,861 \text{ RM.}$$

Nach meiner Betriebkostenrechnung (ETZ 1927, S. 1481) betragen die Kohlenkosten für diesen Färbereibetrieb einschließlich der Ausgleichskohle für nicht vorhandenen Abdampf und den bereits erläuterten 220 RM

a) im Winter: 2522 RM,
b) im Sommer: 2084 „ ,

d. h. im Durchschnitt $\frac{a+b}{2} = 2303$ RM.

Es ergibt sich mithin für die von Herrn Dr.-Ing. Renfordt projektierte Anlage ein durchschnittlicher Kraftstrompreis von

$$\frac{(4\,861 - 2\,303) \cdot 100}{43\,000} \approx 5{,}94 \text{ Pf/kWh},$$

ein Preis, der ganz unbedeutend unter dem von mir genannten (6 Pf/kWh) liegt. Wenn Herr Dr. Renfordt weiter der Ansicht ist, daß die alte, bereits abgeschriebene Kesselanlage, nur weil sie beim Fremdstrombezug in Benutzung bleibt, monatlich mit 500 RM getilgt werden muß, so ist dem entgegenzuhalten, daß es sonderbar anmutet, wenn hingegen eine Ablösungsquote von 1500 RM für eine neue komplette Borsiganlage als sehr reichlich bezeichnet wird. Es sei im Zusammenhang hiermit auch darauf hingewiesen, daß der alte Kessel bei Erstellung der neuen Borsiganlage abgerissen und lediglich als altes Eisen verkauft werden kann. — Bewußt wurde von mir in meinem Beispiel eine Färberei gewählt, und die Ansicht des Herrn Dr. Renfordt „Aber das Beispiel einer Färberei ist recht unglücklich gewählt, da diese „leider" schon ganz der neuzeitlichen Wärmewirtschaft zum Opfer gefallen ist", hat sich ins Gegenteil verwandelt. Auch hier ist der Sperling in der Hand (Fremdstrompreis 6 Pf/kWh) besser als die Taube auf dem Dach (theoretischer Preis von 5,94 Pf/kWh); es gilt dieser theoretische Kraftpreis unter Anwendung der Worte von Herrn Dr. Renfordt nur: „solange nämlich keine Störung in der Fabrikation entsteht". — Um bei dem Projekt Dr. Renfordts den Einklang zwischen Kraft- und Wärmeanlage nachzuprüfen, hätte, bei der Wahl einer Gegendruckanlage, nicht Abb. 1 meines Aufsatzes demselben zugrunde gelegt werden dürfen, sondern ein Kombinationsdiagramm, welches den zeitlichen Dampfverbrauch der Gegendruckmaschine und den zeitgleichen Dampfbedarf der Färberei, der Heiz- und Restfabrikationsanlage für Sommer und Winter enthält. Es würden diese Kurven voraussichtlich den Nachweis erbracht haben, daß wie der Heizbetrieb auch der Färbereibetrieb Dampf (kein warmes Wasser) benötigt, der dem Kessel direkt entnommen werden muß, wodurch die beim Fremdstrombezug für Bedienung und Reparatur eingesetzten Beträge mehr als ausgeglichen werden.

Zusammenfassend kann man folgern, daß beim heutigen Stand der Elektrizitätsversorgung die Grenze der Wirtschaftlichkeit zwischen Eigenanlage und Fremdstrombezug sich nicht durch einfache Zahlen, die sich auf den Kraftbedarf oder diesen einschl. Wärmebedarf beziehen, festlegen läßt, sondern daß in jedem einzelnen Falle eine gewissenhafte Gegenüberstellung der beiden Betriebsarten erst die Entscheidung bringt. Es kann diese Grenze sowohl bei der 50 PS-Dampfmaschine wie bei der neuesten 1000 PS-Gegendruckturbine mit vorzüglicher Abdampfverwertung liegen, je nachdem welche Faktoren im Einzelfalle zu berücksichtigen sind und welchen Strompreis das in Frage kommende Überlandwerk für sich selbst als wirtschaftlich anerkennt.

Von der Elektrisierung der Staatsbahn Stockholm—Gothenburg.

Übersicht. Über die Stromversorgung und die Unterwerke dieser Linie wurden hier schon wiederholt Mitteilungen gemacht[1]. Als Ergänzung sollen noch einige Angaben über die Lokomotiven und die Fahrleitung gegeben werden.

Lokomotiven. Nach dem Lastenheft hat die Lokomotive im Schnellzugsdienst 500 t Zuggewicht mit einer Geschwindigkeit von 90 km/h auf wagerechter Strecke und 60 km/h in 10 ‰-Steigung oder als Güterzuglokomotive 900 t mit Geschwindigkeiten von 60 km/h bzw. 35 km/h zu fördern. Daraus wurde eine Einheitslokomotive der Achsfolge 1 C 1 mit folgenden Hauptdaten entwickelt:

Fahrdrahtspannung im Durchschnitt: 15 kV, 16⅔ Hz,
Spurweite 1435 mm,
Länge über Puffer 13 000 mm,
fester Achsstand 5400 mm,
größter Achsstand 9400 mm,
Triebraddurchmesser 1530 mm,
Laufraddurchmesser 970 mm,
Triebachsdruck 17 t,
Laufachsdruck 13,7 bzw. 14,8 t,
Dienstgewicht 79,5 t,
Zugkraft am Radumfang
a) bei einer Geschwindigkeit von 65 km/h als Schnellzuglokomotive und Motorstundenleistung: 6600 kg.
b) bei einer Geschwindigkeit von 49 km/h als Güterzuglokomotive und Motorstundenleistung: 8800 kg,
c) beim Anfahren höchstens: 12 000 bzw. 16 000 kg.
Leistung des Doppelmotors: 1660 PS Stundenleistung bzw. 1360 PS dauernd, 390 V, 1820/1500 A.
Übersetzung: 1 : 4,24 bzw. 1 : 3,19.

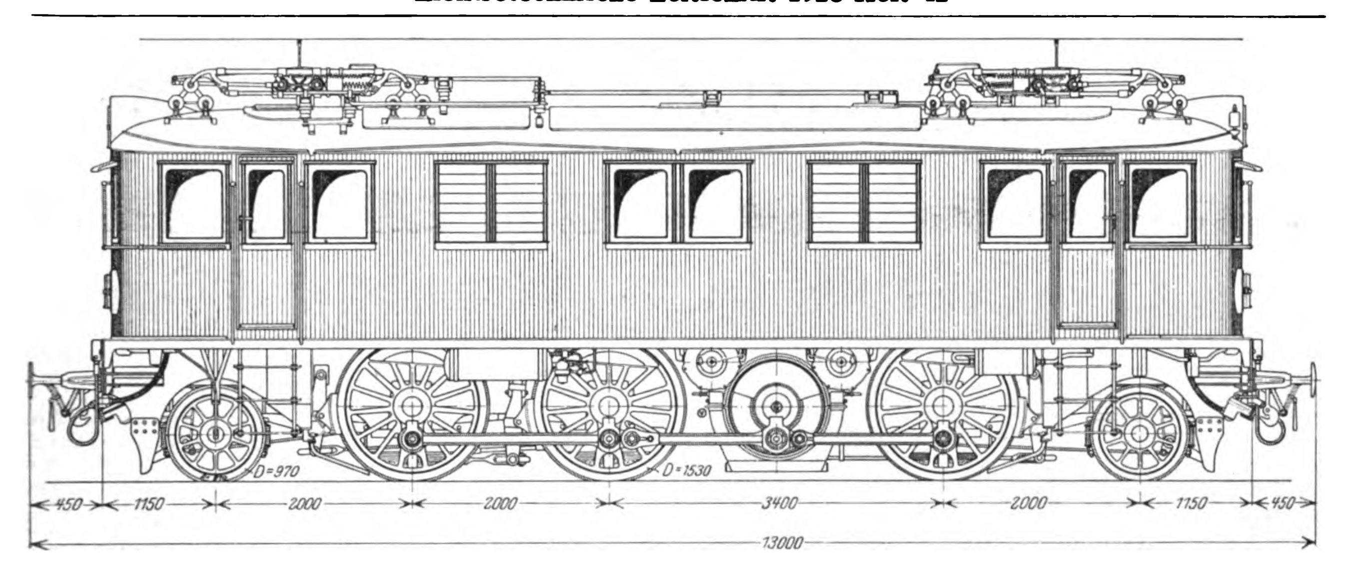
In Abb. 1 wird die Lokomotive und deren Aufbau veranschaulicht. Die Motorleistung wird in der üblichen Weise über gefederte Ritzel mit Schrägverzahnung auf Blindwelle und geradlinige Kuppelstangen auf die Triebräder überführt. Die Lokomotive ist für Betrieb mit beiden Übersetzungen eingerichtet. Eine Schnellzuglokomotive kann deshalb schnell in eine Güterzuglokomotive umgewandelt werden und umgekehrt, je nachdem der Bedarf dies verlangt. Durch diese Maßnahme konnte die Zahl der elektrischen Lokomotiven eingeschränkt werden.

Die Konstruktion der Lokomotive bietet an sich nicht viel Neues, so daß hier nur einige Einzelheiten kurz erwähnt werden. Der Transformator ist für die Abgabe einer Dauerleistung von 1490 kVA im Winter einschl. Zugbeheizung bzw. 1230 kVA im Sommer ausgelegt und als Manteltype ausgeführt worden. Zwecks Kühlung wird das Öl mittels Pumpe durch einen Ölkühler gedrückt. Letzterer wird mit Preßluft gekühlt. Durch einen gemeinsamen Hilfsmotor von 15 PS für Ölpumpe und Ventilator werden in dieser Weise 90 % der Transformatorverluste bei 9° Temperaturerhöhung der Kühlluft abgeführt. Das Gewicht des Transformators einschl. Kühlanlage beträgt etwa 12 t.

Wie bereits angegeben, hat der Doppelmotor eine Stundenleistung von 2 × 830 PS bei einer Drehzahl von 730 U/min und 390 V. Der Anker hat einen Durchmesser von

[1] ETZ 1921, S. 176; 1925, S. 814 u. 1741.





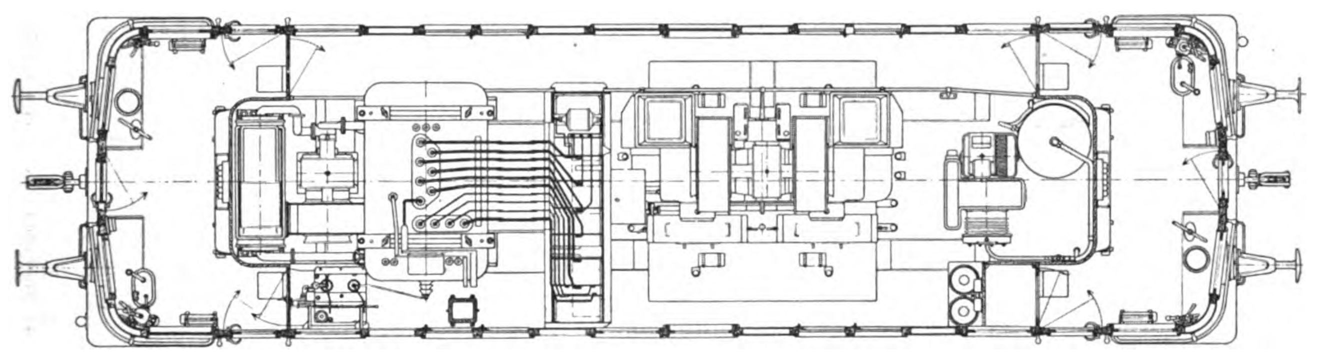


Abb. 1. Schnellzug- bzw. Güterzuglokomotive der Staatsbahnstrecke Stockholm—Gothenburg.

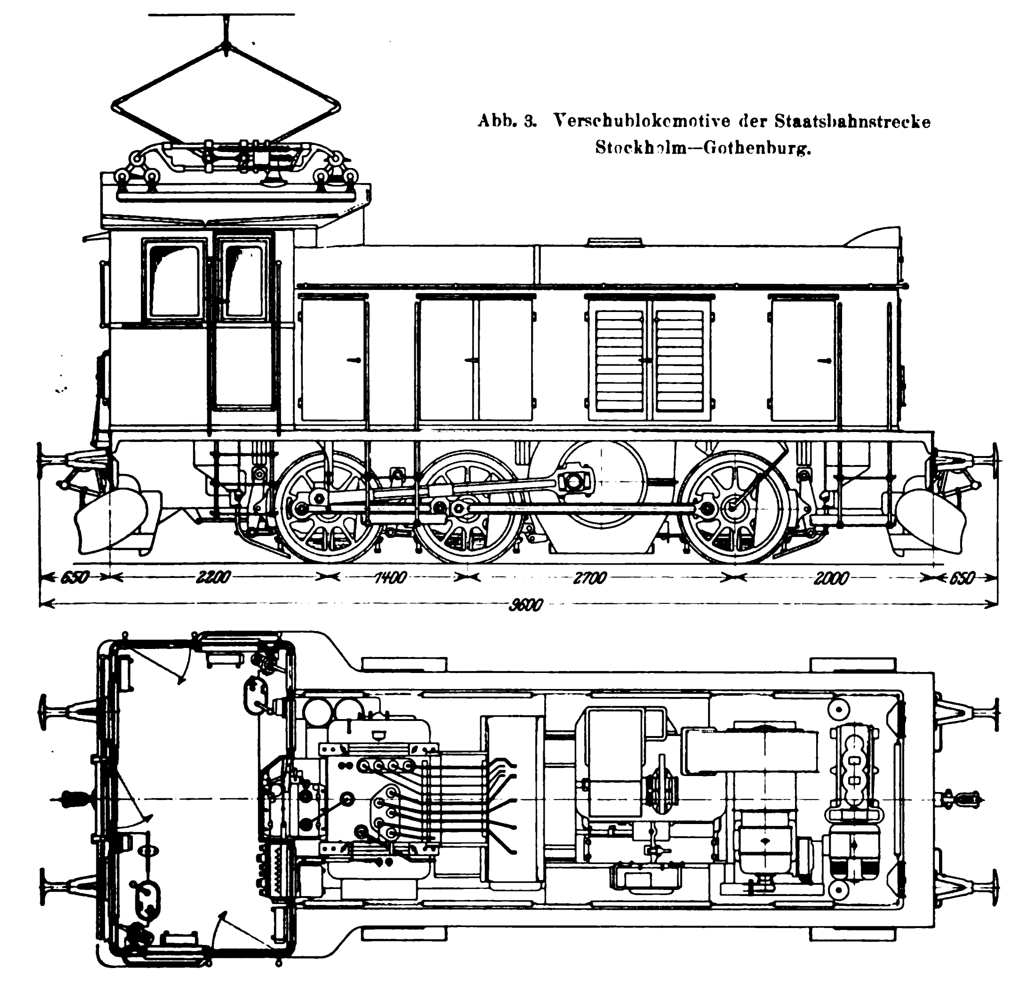


Abb. 3. Verschublokomotive der Staatsbahnstrecke Stockholm—Gothenburg.

1050 mm im Luftspalt und eine Blechlänge von 330 mm. Der mit 456 Lamellen ausgerüstete Kommutator hat bei 730 mm Durchmesser eine Abnutzungslänge von 335 mm. Diese Ziffern entsprechen Umfangsgeschwindigkeiten von höchstens 56 m/s für den Anker bzw. 39 m/s für den Kommutator. Die Ankernuten sind offen und um eine Nutenteilung schräg versetzt. Weil die Ankerspulen mit Reinglimmer und darauf Asbestband isoliert wurden, konnte auf eine besondere Nutenisolation verzichtet werden. Die Lüftung erfolgt mit Hilfe eines Motorlüfters von 15 PS Leistung. Die vom Ventilator eingesaugte Luft wird durch die Gehäusewicklung, durch den Luftspalt, über den Kommutator und durch den Ankerkörper zurück bis zur Einlaufseite gepreßt. Die Zahnräder haben 106/25 bzw. 99/31 Zähne, Teilung 12 π, 800 mm Mittenabstand. Das Gewicht des Doppelmotors wird einschl. Ventilator und Fahrtwender, jedoch ohne Wangen und Wannen, zu 9,8 t angegeben. Ohne Berücksichtigung des Verbrauchs des Motorventilators wurde ein Wirkungsgrad von 89,4 % bei der Stundenleistung bzw. 89,6 % bei der Dauerleistung er-

Abb. 2. Schaltungsplan für die 1 C 1 - Lokomotive der Staatsbahn Stockholm – Gothenburg.

Zeichenerklärung zu Abb. 2.

1 Stromabnehmer
2 Trennschalter am Dach
3 Durchführung für Strom
4 Durchführung für Druckluft
5 Hauptschalter
6 Höchststromrelais
7 Erdungschalter
8 Haupttransformator
9 Stromwandler

Triebmotorstromkreis.

11 Hüpfer
12 Regeltransformator
13 Stromwandler
14 Hauptmotoren
15 Wendefeldwiderstände
16 Fahrtwender

Stromkreis für Zugbeheizung.

21 Umschalter für Zugheizung
22 Hüpfer für Zugheizung
23 Stromwandler
24 Kuppelungsdose f. Zugbeheizung
25 Kuppelungskabel für Zugbeheizung

Stromkreise für Hilfsmotoren und Lokomotivbeheizung.

31 Prüfkuppelung
32 Umschalter zum Prüfen
33 Umschalter für Lüfter
34 Hüpfer für Luftpressermotor
35 Luftpressermotor
36 Hüpfer für Lüftermotoren
37 Motor für Transformatorlüfter
38 Motor für Hauptmotorlüfter
39 Hauptsicherung für Heizkörper
40 Heizkörper in den Führerständen
41 Steckdosen für Fensterbeheizung und Kochplatten
42 Heizkörper zur Erwärmung von Ölkannen

Steuerstromkreise.

51 Hauptsicherung für Steuerstromkreise
52 Umschalter für Steuerstromkreise
53 Elektrisch- und handgesteuertes Ventil zum Einschalten des Hauptschalters
54 Druckknopf zum Einschalten des Hauptschalters
55 Druckknopf zum Ausschalten des Hauptschalters
56 Auslösespule des Hauptschalters
57 Steuerwalze des Fahrschalters
58 Umschaltwalze
59 Selbst. Steuerstromausschalter (schaltet beim Bremsen aus)
60 Höchststromrelais für Hauptmotorstromkreis
61 Schalter im Führerstand für den Steuerstrom des Luftpressermotors
61a Hebelumschalter für Druckregler
62 Druckregler
63 Schalter zur Betätigung der Hüpfer für Zugbeheizung
64 Höchststromrelais für Zugheizstrom
65 Hilfstransformator
66 Sicherung (768 V) für Hilfstransformator
67 Sicherung (247 V) für Hilfstransformator
68 Steuerstromtrennschalter
69 Kuppelungsdose für Steuerstrom

Lichtstromkreise.

71 Selbsttätiger Lichtumschalter
72 Sammler
73 Hauptsicherung für Wechselstrombeleuchtung
74 Hauptsicherung für Gleichstrombeleuchtung
75 Untere Signallaternen
76 Instrumentenbeleuchtung
77 Obere Signallaterne
78 Deckenbeleuchtung im Führerstand
79 Steckdose
80 Lampen im Maschinenraum
81 Steckdosen im Maschinenraum
82 Schalter für Lampen und Steckdosen im Maschinenraum

Stromkreise für Meßinstrumente.

91 Voltmeter für die Fahrdrahtspannung
92 Amperemeter für den Hauptmotorstrom
93 Amperemeter für den Zugheizstrom
94 Umschaltklemmbrett für Amperemeter
95 Zähler für den Gesamtverbrauch
96 Zähler für die Zugbeheizung
97 Spannungswandler
98 Sicherung für Voltmeter und Zähler

Verschiedenes.

101 Selbsttätiges Bremsventil mit Zeitverzögerung

mittelt. Wie dem Schaltungsplan Abb. 2 entnommen werden kann, werden durch fünf Anzapfungen am Transformator und 18 Hüpfer 16 Fahrstellungen erreicht. Zur Einmannbedienung der Lokomotiven wurden besondere Vorkehrungen getroffen, die jedoch vorläufig nicht verwendet werden, und somit hier nicht erörtert werden sollen. Von dieser Gattung wurden bisher 55 Lokomotiven geliefert und in Dienst gestellt.



Abb. 4a. Streckenrevisionswagen der Staatsbahnstrecke Stockholm—Gothenburg.

Für den Verschiebedienst wurde eine besondere Verschublokomotive der Achsanordnung C nach Abb. 3 und mit folgenden Hauptdaten gewählt:

Länge über Puffer 9600 Millimeter,
fester Achsstand 4100 Millimeter,
größter Achsstand 4100 Millimeter,
Triebraddurchmesser 1100 mm,
Dienstgewicht 46,5 t,
Motorstundenleistung 710 PS,
Fahrgeschwindigkeit 25 km/h bei Stdlst. bzw. 45 km/h max.,
Übersetzung 1 : 4,56,
Zugkraft am Radumfang 7,4 t bei Stdlstg. bzw. 12 t max.

Der Transformator von 645 kVA Stundenleistung, davon 35 kVA für Hilfstromkreise, stimmt in der Bauart grundsätzlich mit derjenigen der Schnellzugslokomotive überein. Auch der Motor kann als die Hälfte eines Doppelmotors betrachtet werden. Durch 12 Hüpfer werden 10 Fahrstellungen erreicht. Bei dieser Ausführung liegt die Blindachse 265 mm höher als das Triebradzentrum, wodurch die aus der Abbildung ersichtliche Form des Kuppelstangenantriebes bedingt wurde.

Für Arbeitszüge wurde noch eine Umformerlokomotive der Achsanordnung A-A mit Akkumulatorenbatterie, Motorgenerator und Transformator in beschränkter Anzahl geliefert. Beim Be-

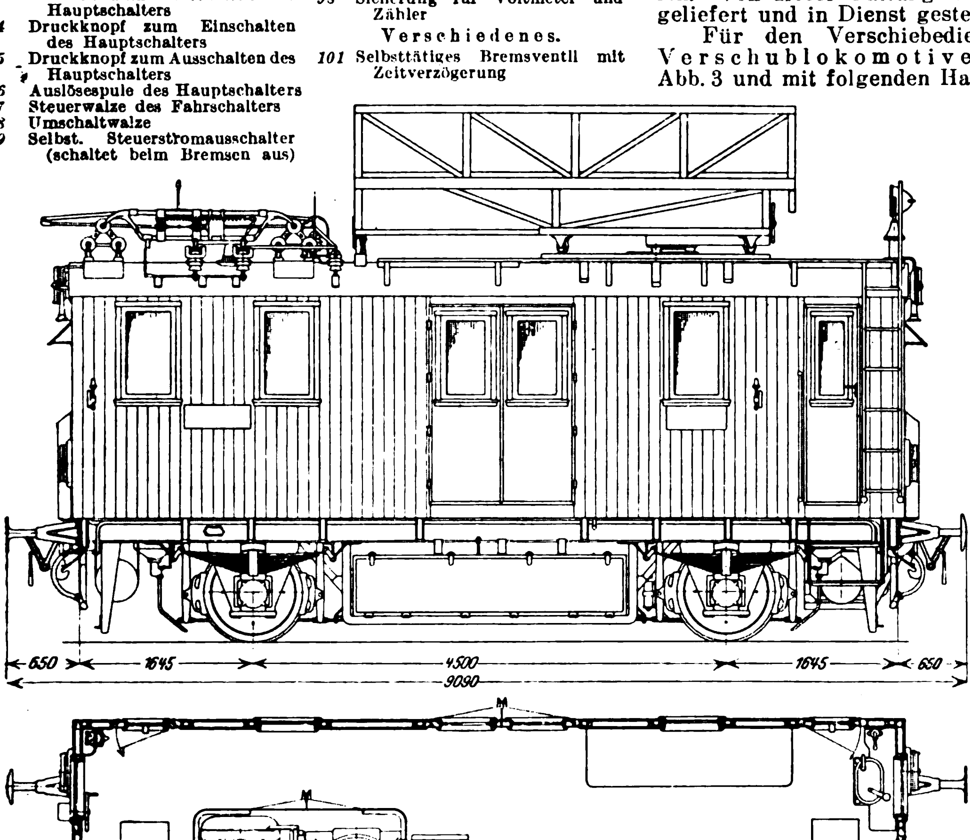


Abb. 4. Streckenrevisionswagen der Staatsbahnstrecke Stockholm—Gothenburg.

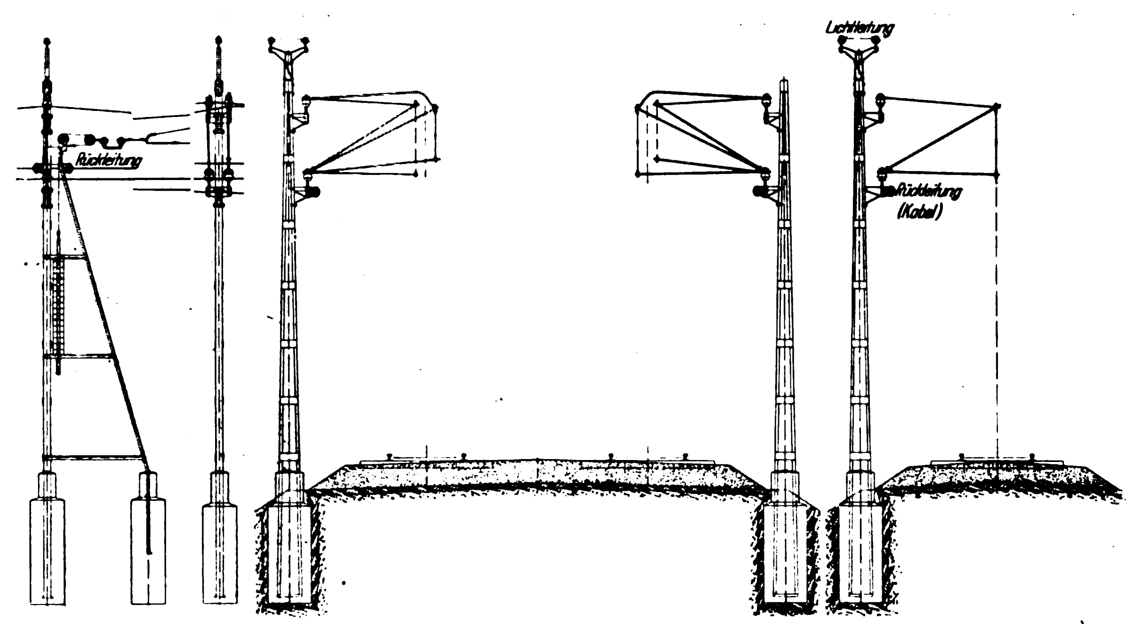


Abb. 5. Normale Mastformen der Staatsbahnstrecke Stockholm—Gothenburg.

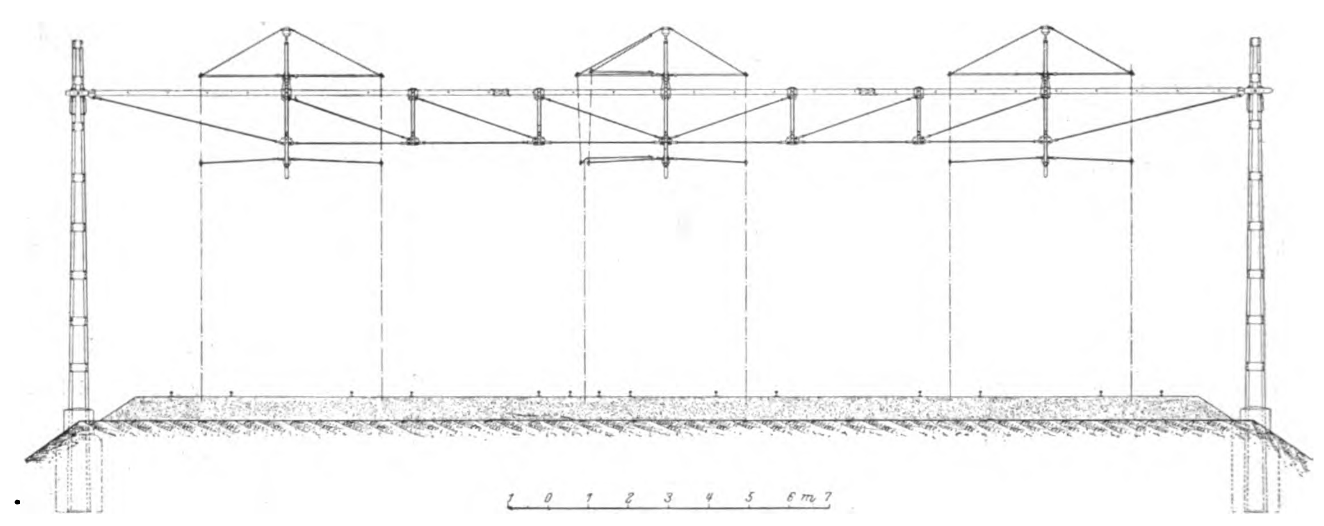


Abb. 6. Anordnung der Fahrleitung in Bahnhöfen. Staatsbahn Stockholm—Gothenburg.

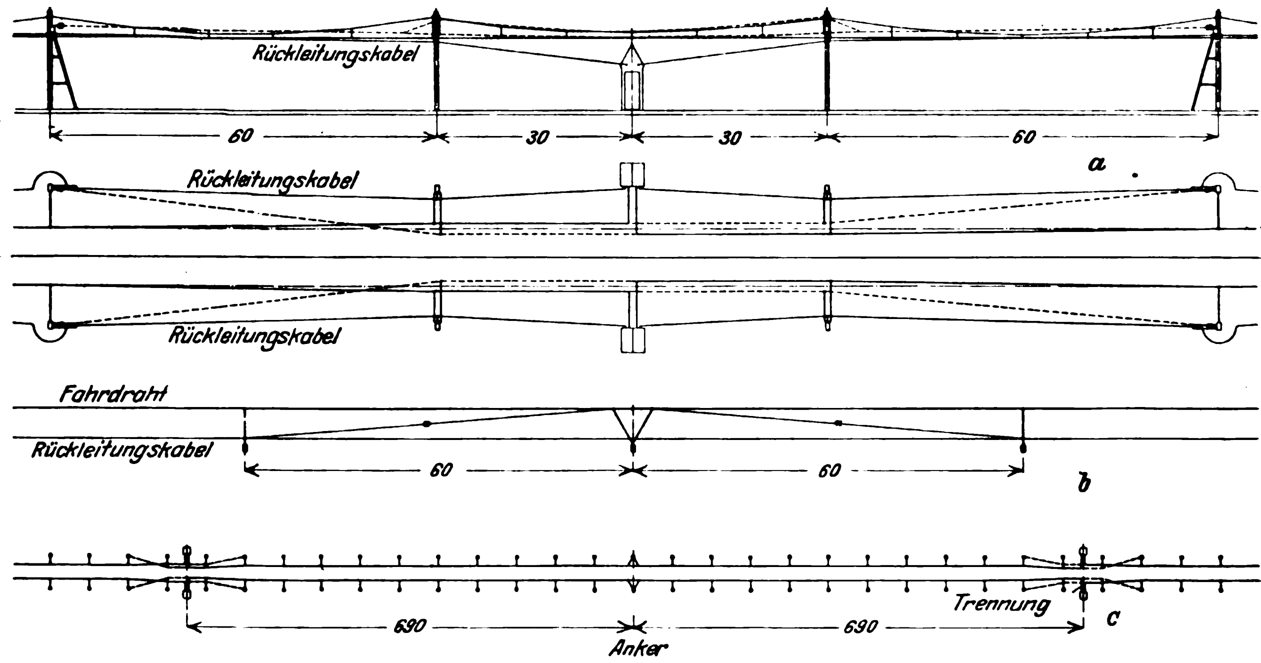


Abb. 7. Abspannfeld der Fahrleitung. Staatsbahn Stockholm—Gothenburg.

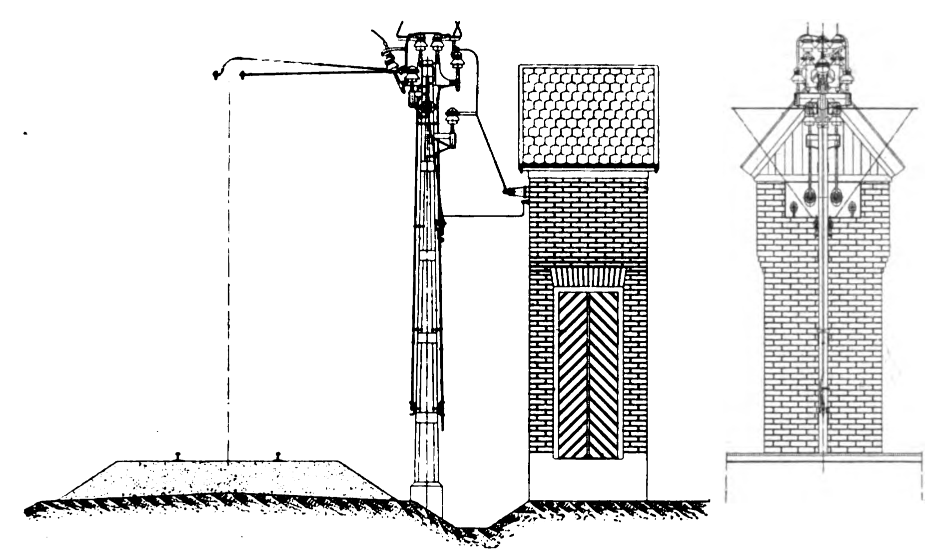


fahren einer Strecke mit Fahrleitung 15 kV läuft der Motorgenerator an und ladet die Batterie. Die Hauptdaten des Fahrzeuges sind:

Länge über Puffer 8900 mm,
Achsstand 3800 mm,
Triebraddurchmesser 940 mm,
Dienstgewicht 27,6 t,
Geschwindigkeit 16 bzw. 32 km/h bei Stdlstg. und 324 V bzw. 55 km/h max.,
Zugkraft 1150 kg bei Stdlstg. bzw. 2900 kg max.,
Kapazität der Batterie 360 Ah,
Entladespannung 216 V,
Transformatorleistung 66 kVA dauernd, 15 000/400 V.

Der Umformer ist vertikal angeordnet und umfaßt einen asynchronen Wechselstrommotor 60 PS, 950 U/min und einen Gleichstromgenerator 120 A, 324 V. Die beiden Antriebsmotoren sind normale Straßenbahnmotoren mit Tatzenlageraufhängung. Eine ähnliche Ausrüstung wurde für die Streckenrevisionswagen (Abb. 4 u. 4a) vorgesehen, obwohl hier nur ein Bahnmotor verwendet wird, und die größe der Batterie auf die Hälfte der obengenannten bemessen wurde.

Fahrleitung. Die Fahrleitung umfaßt bei 458 Tarifkilometer 585 km Hauptgleis und 240 km Nebengleis nach der von der Reichsgrenzbahn bekannten Bauart (Abb. 5), welche dem eingleisigen Betrieb angepaßt ist. Auf den Teilstrecken mit Doppelgleis hat jedes Gleis grundsätzlich seine getrennte Fahrleitung, so daß Jochmasten nicht zur Verwendung gekommen sind. Der normale Einsatzmast hat einen drehbaren Ausleger zur Aufnahme des 80 mm²-Fahrdrahtes und des 50 mm²-Tragseiles. Die untere Isolatorstütze des Auslegers trägt noch einen Isolator für die Rückleitung des Stromes durch ein 130 mm²-Kupferseil. Oben am Mast befinden sich 2 Stützisolatoren für Wechselstrom 10 kV, 50 Hz zur Beleuchtung und für Antriebe in den Gebäuden und Werkstätten der Bahn. Die normale Mastentfernung ist 60 m. Auf Bahnhöfen werden ausschließlich als Hängewerke ausgebildete Querträger (Abb. 6) benutzt. Eine Querseilaufhängung hat sich in Schweden noch nicht einführen lassen. Die Einzelteile der Fahrleitung sind von der Staatsbahn als Einheitsmaterial entwickelt worden; die Gesamtmontage erfolgte in eigener Regie der Bahn. Versuche mit Fahrdrahtklemmen mit Nieten an Stelle von Schraubbolzen sind nicht vorgenommen worden. Die Abspannung erfolgt in Abständen von 1500 m, und zwar gleichzeitig für Fahrdraht und Tragseil mit doppelter Isolation und einer Balance (Abb. 7). Alle 3 km fällt der Abspannpunkt mit dem Aufstellungsort eines Saugtransformators (Abb. 8) 16 kV, 140 A, 16⅔ Hz, zusammen. Die Saugtransformatoren entsprechen den an dieser Stelle schon erörterten Richtlinien[2]. Außer den bereits genannten Saugtransformatoren zur Vermeidung von Schwachstromstörungen wurden auch andere Maßnahmen ergriffen. Der Reichstelegraph hat deswegen seine Leitungen vom Bahnhofsgelände entfernt und in das erste schwedische Fernkabel[3] verlegt. Die Bahnfernsprechleitungen wurden ebenfalls verkabelt und in den Bahnkörper verlegt[4]. Bei dem gewählten System werden somit die Schienen nur vorübergehend und streckenweise stromführend. Von der Anbringung kupferner Schienenverbinder konnte deshalb abgesehen werden.


Abb. 8. Abspannpunkt mit Saugtransformator. Staatsbahn Stockholm—Gothenburg.

Der Übergang vom Dampfbetrieb auf elektrischen Betrieb erfolgte mit dem Inkrafttreten des Sommerfahrplanes 1926 unter Beibehaltung der älteren Fahrgeschwindigkeiten. Erst ein Jahr später ist die erhöhte Geschwindigkeit durch den elektrischen Betrieb in Erscheinung getreten. Für die schnellste Tagesverbindung Stockholm—Gothenburg wurde die Fahrzeit von 8 h 40 min auf 6 h 55 m, d. h. um 22 % herabgesetzt.

Bezüglich der wirtschaftlichen Ergebnisse des elektrischen Betriebes sind abschließende Urteile nicht möglich, weil die Betriebzeit zu kurz ist und die Umstellung der Buchhaltung und Überführung des überflüssig gewordenen Personals erst allmählich zur Geltung kommen. So lange eine befriedigende Rentabilität der elektrisch betriebenen Strecken noch nicht nachgewiesen werden kann, dürfte die Elektrisierung weiterer Strecken vorläufig abgewartet werden. *Hldn.*

[2] ETZ 1924, S. 1221.
[3] ETZ 1924, S. 1057.
[4] ETZ 1926, S. 88.

Doppelumschalter zur Prüfung der Schaltung von Hochspannungszählersätzen.

(Mitteilung aus dem Elektrischen Prüfamt Ilmenau.)

Von Dipl.-Ing. **Kurt Gocht,** Ilmenau.

Zweck des Apparates. — Die Auffindung und Beseitigung von Fehlschaltungen in Hochspannungszähleranlagen macht meist erhebliche Schwierigkeiten. Das Vorhandensein einer Fehlschaltung bleibt oft jahrelang oder ständig verborgen, sofern nicht die Betriebsverhältnisse allzu offenkundig in Widerspruch zu den Angaben stehen oder nicht zwecks Eichung ein vollständiger Vergleichsatz eingebaut wird. Der Schaden geht oft in die Tausende. In jedem Falle kann das Vorhandensein und die Art der Fehlschaltung nur durch umständliches Auskurbeln sämtlicher Leitungen festgestellt werden. Diese Prüfung macht die mehrstündige Abschaltung des Maschinensatzes und damit in den meisten Fällen eine mehrstündige Betriebsunterbrechung erforderlich, die vielfach sehr unerwünscht ist. Die Arbeit wird erschwert oder fast unmöglich gemacht, falls Unregelmäßigkeiten oder bauliche Ungeschicklichkeiten vorliegen (z. B. Wandler ohne oder mit falscher Klemmbezeichnung, unübersichtliche oder unzugängliche Anordnung der Hochspannungsleitungen, falsche Farbenanstriche, zahlreiche nebeneinander arbeitende Meßgeräte, Verteilung des Maschinensatzes auf verschiedene Stockwerke u. a. m.), wie sie besonders in älteren Anlagen häufig angetroffen werden.

Der neue Apparat, den jeder Interessent sich leicht selbst zusammenbauen kann, ermöglicht die Auffindung und genaue Feststellung einer beliebigen Fehlschaltung



	Drehfeld	Drehung bei Unterbrechung der Mittelphase in Stellung I' II' III' IV'	cos φ	Durchgängig Phase *S*	Durchgängig Phase *T*	Verhalten des Zählers im Betrieb	Formel	Bemerkungen
A. Stillstand in den Schaltstellungen I und II.								
Stellung IV negativ	richtig	+ + + −	> 0,866	*RST*, + *R*, + *T* (richt. Schaltung)	*STR*, + *S*, + *R* (richtig wirkend)	richtig	$EJ\cos\varphi\sqrt{3}$	I' meist nahezu Stillstand, II' sehr rasch
			< 0,866	*TRS*, − *R*, − *T*	*RST*, − *S*, − *R*	bei schlechtem cos φ starker Plusfehler	$\frac{\sqrt{3}}{2}EJ(\cos\varphi+3\sin\varphi)$	I' III' = 0,5 ... 0,25, bei cos φ = 0,866 ... 0,5, II' bei gutem cos φ nahezu Stillstand
		− + + −	> 0,866	*STR*, − *R*, − *T*	*TRS*, − *S*, − *R*	sehr starker Minusfehler	$\frac{\sqrt{3}}{2}EJ(\cos\varphi-\sqrt{3}\sin\varphi)$	III' meist nahezu Stillstand, I' sehr schnell
			< 0,866	*RST*, + *R*, + *T* (richt. Schaltung)	*STR*, + *S*, + *R* (richtig wirkend)	richtig	$EJ\cos\varphi\sqrt{3}$	III' = $\frac{1}{2}$ III. Bei gutem cos φ: I' nahezu Stillstand
	falsch	+ + + −	> 0,866	*TSR*, + *T*, + *R* (richtig wirkend)	*RTS*, + *R*, + *S* (richt. Schaltung)	richtig	$EJ\cos\varphi\sqrt{3}$	II' meist nahezu Stillstand, I' sehr rasch
			< 0,866	*SRT*, − *T*, − *R*	*TSR*, − *R*, − *S*	bei schlechtem cos φ starker Plusfehler	$\frac{\sqrt{3}}{2}EJ(\cos\varphi+\sqrt{3}\sin\varphi)$	II'/III' = 0,5 ... 0,25, bei cos φ = 0,866 ... 0,5 I' bei gutem cos φ nahezu Stillstand
		− + + −	> 0,866	*SRT*, − *T*, − *R*	*TSR*, − *R*, − *S*	bei cos φ = 1: Minusfehler, 0,866: richtig	$\frac{\sqrt{3}}{2}EJ(\cos\varphi+\sqrt{3}\sin\varphi)$	I' meist nahezu Stillstand, III' sehr rasch
			< 0,866	*RTS*, + *T*, + *R*	*SRT*, + *R*, + *S*	cos φ = 0,866: Stillstand, 0,5: richtig, < 0,5: Plusfehler	$-\frac{\sqrt{3}}{2}EJ(\cos\varphi-\sqrt{3}\sin\varphi)$	I'/III' = 0,5 ... 0,25, bei cos φ = 0,866 ... 0,5 III' bei gutem cos φ nahezu Stillstand
Stellung IV positiv	richtig	+ − + +	> 0,866	*TRS*, − *R*, − *T*	*RST*, − *S*, − *R*	bei cos φ = 1: Minusfehler, 0,866: richtig	$\frac{\sqrt{3}}{2}EJ(\cos\varphi+\sqrt{3}\sin\varphi)$	II' meist nahezu Stillstand, III' sehr rasch
			< 0,866	*STR*, + *R*, + *T*	*TRS*, + *S*, + *R*	cos φ = 0,866: Stillstand, 0,5: richtig, < 0,5: Plusfehler	$-\frac{\sqrt{3}}{2}EJ(\cos\varphi-\sqrt{3}\sin\varphi)$	II'/III' = 0,5 ... 0,25, bei cos φ = 0,866 ... 0,5 III' bei gutem cos φ nahezu Stillstand
	falsch	+ − + +	> 0,866	*RTS*, − *T*, − *R*	*SRT*, − *R*, − *S*	sehr starker Minusfehler	$\frac{\sqrt{3}}{2}EJ(\cos\varphi-\sqrt{3}\sin\varphi)$	III' meist nahezu Stillstand, II' sehr rasch
			< 0,866	*TSR*, + *T*, + *R* (richtig wirkend)	*RTS*, + *R*, + *S* (richt. Schaltung)	richtig	$EJ\cos\varphi\sqrt{3}$	III' = $\frac{1}{2}$ III, II' bei gutem cos φ nahezu Stillstand
B. Kein Stillstand in den Schaltstellungen I und II.								
a) I, II und IV negativ 1. II doppelt so schnell wie IV	richtig	− − − +	> 0,5	*STR*, + *R*, − *T*	*TRS*, + *S*, − *R*	0,5: richtig, bei gutem cos φ: Minusfehler	$\frac{1}{2}EJ(\sqrt{3}\cos\varphi+\sin\varphi)$	II' und IV' außer bei cos φ > 0,9 gut sichtbar
			< 0,5	*RST*, − *R*, + *T*	*STR*, − *S*, + *R*	0,5: richtig, bei schlechtem cos φ: Plusfehler	$EJ\sin\varphi$	II' und IV' nahezu Stillstand
	falsch		> 0,5	*RTS*, − *T*, + *R*	*SRT*, − *R*, + *S*	0,5: richtig, bei gutem cos φ: Minusfehler	$\frac{1}{2}EJ(\sqrt{3}\cos\varphi+\sin\varphi)$	I' außer bei cos φ > 0,9 gut sichtbar
			< 0,5	*TSR*, + *T*, − *R*	*RTS*, + *R*, − *S*	0,5: richtig, bei schlechtem cos φ: Plusfehler	$EJ\sin\varphi$	I' nahezu Stillstand
2. IV doppelt so schnell wie II	richtig	+ + + −	> 0,5	*STR*, − *T*, + *R*	*TRS*, − *R*, + *S*	stets starker Plusfehler (nur cos φ = 1 richtig)	$EJ(\sqrt{3}\cos\varphi+\sin\varphi)$	II' und IV' außer bei cos φ > 0,9 gut sichtbar
			< 0,5	*RST*, + *T*, − *R*	*STR*, + *R*, − *S*	0,5: richtig, bei schlechtem cos φ: Plusfehler	$2EJ\sin\varphi$	II' und IV' nahezu Stillstand
	falsch		> 0,5	*RTS*, + *R*, − *T*	*SRT*, + *S*, − *R*	stets starker Plusfehler (nur cos φ = 1 richtig)	$EJ(\sqrt{3}\cos\varphi+\sin\varphi)$	I' außer bei cos φ > 0,9 gut sichtbar
			< 0,5	*TSR*, − *R*, + *T*	*RTS*, − *S*, + *R*	0,5: richtig, bei schlechtem cos φ: Plusfehler	$2EJ\sin\varphi$	I' nahezu Stillstand
b) I positiv, II und IV negativ	richtig	[illegible]	> 0,5	*TRS*, − *R*, + *T*	*RST*, − *S*, + *R*	stets starker Minusfehler, cos φ = 0,5: Stillstand	$\frac{1}{2}EJ(\sqrt{3}\cos\varphi-\sin\varphi)$	I' außer bei cos φ > 0,9 gut sichtbar
			< 0,5	*STR*, + *R*, − *T*	*TRS*, + *S*, − *R*	0,5: richtig, bei schlechtem cos φ: Plusfehler	$\frac{1}{2}EJ(\sqrt{3}\cos\varphi+\sin\varphi)$	I' nahezu Stillstand

1. II doppelt so schnell wie IV	falsch	+ − − +	> 0,5	*TSR*, + *T*, − *R*	*RTS*, + *R*, − *S*	$\cos\varphi = 1$: Stillstand, $\cos\varphi = 0{,}5$: richtig, sonst Minusfehler	$EJ \sin\varphi$	III′ außer bei $\cos\varphi > 0{,}9$ gut sichtbar
			< 0,5	*SRT*, − *T*, + *R*	*TSR*, − *R*, + *S*	$\cos\varphi = 0{,}5$; Stillstand, $\cos\varphi = 0{,}2$: richtig	$-\frac{1}{2} EJ (\sqrt{3}\cos\varphi - \sin\varphi)$	III′ nahezu Stillstand
	richtig	− + + −	> 0,5	*TRS*, + *T*, − *R*	*RST*, + *R*, − *S*	$\cos\varphi = 0{,}5$: Stillstand, $\cos\varphi = 1$: richtig, sonst Minusfehler	$EJ (\sqrt{3}\cos\varphi - \sin\varphi)$	I′ außer bei $\cos\varphi > 0{,}9$ gut sichtbar
2. IV doppelt so schnell wie II			< 0,5	*STR*, − *T*, + *R*	*TRS*, − *R*, + *S*	stets starker Plusfehler	$EJ (\sqrt{3}\cos\varphi + \sin\varphi)$	I′ nahezu Stillstand
	falsch		> 0,5	*TSR*, − *R*, + *T*	*RTS*, − *S*, + *R*	$\cos\varphi = 0{,}5$: richtig, $\cos\varphi = 1$: Stillstand, sonst Minusfehler	$2 EJ \sin\varphi$	III′ außer bei $\cos\varphi > 0{,}9$ gut sichtbar
			< 0,5	*SRT*, + *R*, − *T*	*TSR*, + *S*, − *R*	$\cos\varphi = 0{,}5$: Stillstand, 0,27: richtig	$-EJ (\sqrt{3}\cos\varphi - \sin\varphi)$	III′ nahezu Stillstand
	richtig	− + − −	> 0,5	*RST*, − *R*, + *T*	*STR*, − *S*, + *R*	$\cos\varphi = 1$: Stillstand, 0,5: richtig, sonst Minusfehler	$EJ \sin\varphi$	III′ außer bei $\cos\varphi > 0{,}9$ gut sichtbar
c) I negativ, II und IV positiv			< 0,5	*TRS*, + *R*, − *T*	*RST*, + *S*, − *R*	$\cos\varphi = 0{,}5$: Stillstand, $\cos\varphi = 0{,}2$: richtig	$-\frac{1}{2} EJ (\sqrt{3}\cos\varphi - \sin\varphi)$	III′ nahezu Stillstand
1. II doppelt so schnell wie IV	falsch		> 0,5	*SRT*, + *T*, − *R*	*TSR*, + *R*, − *S*	stets Minusfehler, $\cos\varphi = 0{,}5$: Stillstand	$\frac{1}{2} EJ (\sqrt{3}\cos\varphi - \sin\varphi)$	II′ außer bei $\cos\varphi > 0{,}9$ gut sichtbar
			< 0,5	*RTS*, − *T*, + *R*	*SRT*, − *R*, + *S*	$\cos\varphi = 0{,}5$: richtig, sonst Plusfehler	$\frac{1}{2} EJ (\sqrt{3}\cos\varphi + \sin\varphi)$	II′ nahezu Stillstand
	richtig	+ − + +	> 0,5	*RST*, + *T*, − *R*	*STR*, + *R*, − *S*	$\cos\varphi = 0{,}5$: richtig, $\cos\varphi = 1$: Stillstand, sonst Minusfehler	$2 EJ \sin\varphi$	III′ außer bei $\cos\varphi > 0{,}9$ gut sichtbar
2. IV doppelt so schnell wie II			< 0,5	*TRS*, − *T*, + *R*	*RST*, − *R*, + *S*	$\cos\varphi = 0{,}5$: Stillstand, 0,27: richtig	$-EJ (\sqrt{3}\cos\varphi - \sin\varphi)$	III′ nahezu Stillstand
	falsch		> 0,5	*SRT*, − *R*, + *T*	*TSR*, − *S*, + *R*	$\cos\varphi = 0{,}5$: Stillstand, $\cos\varphi = 1$: richtig, sonst Minusfehler	$EJ (\sqrt{3}\cos\varphi - \sin\varphi)$	II′ außer bei $\cos\varphi > 0{,}9$ gut sichtbar
			< 0,5	*RTS*, + *R*, − *T*	*SRT*, + *S*, − *R*	stets starker Plusfehler	$EJ (\sqrt{3}\cos\varphi + \sin\varphi)$	II′ nahezu Stillstand

in wenigen Minuten und auf einfachste Weise, und zwar ohne jede Betriebsunterbrechung und ohne Betreten der Hochspannungsanlage.

Wirkungsweise. — Der Apparat wird zwischen den Spannungsdrähten des Zählers eingelegt (Abb. 1). Durch Betätigung der beiden Umschalter wird die Phasenfolge der Spannungen am Zähler variiert derart, daß jede der 4 Schalterstellungen I, II, III, IV (Erklärung im letzten Absatz) einer anderen Phasenfolge der 3 Spannungen entspricht. Man beobachtet bei gleichbleibender Reihenfolge der Stellungen den jeweiligen Gang des Zählers [Vorwärtsgang (positiv), Rückwärtsgang (negativ) oder Stillstand]. Anschließend wiederholt man denselben Versuch, nachdem die Mittelphase zum Zähler durch einen Schalter unterbrochen worden ist (Stellungen I′, II′, III′, IV′). Unter Zuhilfenahme des angebauten Drehfeldrichtungsanzeigers läßt sich dann an Hand der beistehenden Zahlentafel und der in ihr aufgeführten Bemerkungen die vorliegende Schaltung eindeutig festlegen, zumal wenn über die Größenordnung des Leistungsfaktors der Anlage zur Zeit der Messung Anhaltspunkte vorhanden sind. Es empfiehlt sich, die Prüfung bei nicht allzu niedriger Betriebsbelastung vorzunehmen.

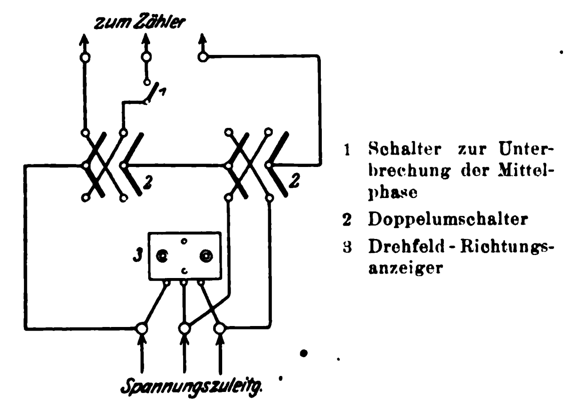


Abb. 1. Schaltung des Prüfgerätes.

Grundregeln. — 1. Sind beide Ströme gleichsinnig, also entweder beide positiv oder beide negativ (+ *R*, + *T* oder − *R*, − *T* oder + *T*, + *R* usw.), so haben wir in den Schaltstellungen I und II Stillstand. (Mitunter ist praktisch ein leichter Resttrieb vorhanden.)

2. Sind die Ströme ungleichsinnig, d. h. ist ein Stromwandler umgepolt, so gibt es im allgemeinen keinen Stillstand. In den beiden Schaltstellungen II und IV läuft der Zähler stets gleichsinnig, und zwar in der einen dieser beiden Stellungen genau doppelt so rasch wie in der anderen.

3. Ist die durchgängige Phase *S*, so zeigt der Drehfeldanzeiger in richtiger Schaltung „richtig". Ist die durchgängige Phase *T*, so zeigt der Drehfeldanzeiger in richtiger Stellung „falsch".

Anschlußregel. — Untere Klemmen: Die unteren Klemmen des Umschalters werden mit den ankommenden Spannungsdrähten verbunden, und zwar derart, daß die im Zähler durchgehende Spannungsphase stets in der Mitte, die linke Zählerphase links angeschlossen wird. Obere Klemmen: Die oberen Klemmen werden in gleicher Weise mit den Zählerspannungsschrauben verbunden.

Schaltstellungen. — I und I′: beide Hebel oben, II und II′: beide Hebel unten, III und III′: der linke Hebel oben, der rechte unten, IV und IV′: der rechte Hebel oben, der linke unten.

Gleichstrom-Hochspannungsmaschinen als Anodengeneratoren.

Von **H. Schulthess**, Genf.

Übersicht. Es werden die Entwicklung und der Bau von Gleichstrom-Hochspannungsmaschinen bis zu 12 500 V auf einen Kommutator beschrieben; anschließend daran wird auf Grund von Versuchen die Frage ihrer Prüfspannung behandelt.

In sehr eingehender Weise beschreibt E. Rappel in einer Abhandlung in der ETZ 1927, S. 1285, unter der gleichen Überschrift Zweck, Anforderungen, Bau und Einzelheiten von Gleichstrom-Hochspannungsmaschinen zur Speisung der Anoden von Röhrensendern. In Erweiterung dieses vortrefflichen Artikels folgen nachstehend einige Angaben über die Konstruktion solcher Maschinen, die u. a. Spannungen bis 12 500 V auf den Kommutator aufweisen. Es sind Ausführungen der S. A. des Ateliers de Sécheron, Genf, in welcher der bekannte Thury die ersten Hochspannungs-Gleichstrommaschinen entwickelte.

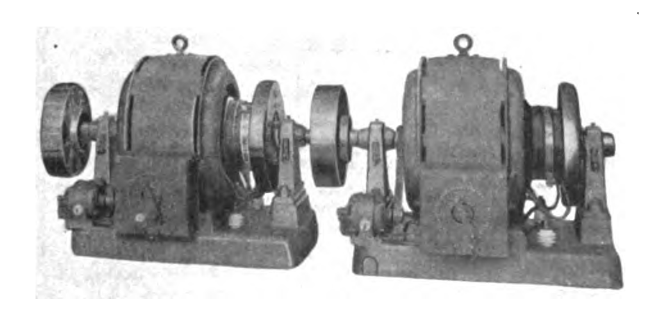


Abb. 1. Gruppe von zwei in Reihe geschalteten Gleichstrom-Hochspannungsmaschinen 2 × 12,5 kW, 2 × 12500 V.

Als Grundlage für den Bau von Anodenmaschinen dienten die Erfahrungen, welche mit den Maschinen für das sog. Serie-Kraftübertragungssystem gemacht wurden. Bis zum Jahre 1912 wurden von obiger Firma 12 Anlagen dieser Art ausgeführt, mit Spannungen bis 4500 V auf einen Kommutator. Diese Maschinen weichen natürlich von der heutigen Bauart der Hochspannungs-Anodenmaschine ab, denn die relativ hohe Leistung (bis 1000 PS in einer Maschine) erleichterte einerseits die Isolierung, während anderseits die Feinheiten einer Anodenmaschine bezüglich Geräuschbildung usw. noch nicht zu berücksichtigen waren. Schon im Jahre 1916 wurden 4 Maschinen ausgeführt für eine Spannung von 12 500 V auf den Kommutator, die zur Speisung in Serieschaltung (50 000 V) eines Funkensenders bestimmt waren; sie werden aber nun zur Speisung von Röhrensendern benutzt. Die Betriebsergebnisse waren in allen Teilen zufriedenstellend. Abb. 1 zeigt eine Gruppe von 2 solcher Maschinen; jede ist gegen das Gestell entsprechend der Betriebspannung von 12 500 V isoliert. Der Rekord gebührt also nicht der GEC, wenn man auch von der 25 000 V-Versuchsmaschine von Thury absieht, welche in Abb. 2 wiedergegeben ist. Bekannterweise besitzt diese Maschine stillstehende Armatur und rotierende Bürsten.

Bau der Hochspannungs-Gleichstrommaschine.

Der mechanische Aufbau ist vollständig derselbe wie bei einer normalen Gleichstrommaschine, also feststehendes Polsystem und rotierender, genuteter Anker. Entweder sind die Polschuhe abgeschrägt oder die Nuten schräg gestellt. Von der zweipoligen Maschine wird abgesehen, hauptsächlich aus Gründen der Fabrikation, weil bei der zweipoligen Maschine eine Schablonenwicklung, die allein eine spannungssichere Lagenwicklung praktisch ermöglicht, fast ausgeschlossen ist. Die gesamte Isolierung zwischen Wicklung und Gestell erfolgt in der Nut selbst. Von der sog. geteilten Isolierung, Isolierung der Wicklung in den Nuten für etwa die halbe Prüfspannung und dazu des Ankereisens gegen Ankerstern oder Welle für den übrigen Teil, wurde kein Gebrauch gemacht, trotzdem dieselbe, wie Anwendungen an Maschinen für das Seriesystem zeigten, betriebsicher ausgeführt werden kann. Ebenfalls wird Abstand genommen von der Anwendung zweier in Serie geschalteter Kommutatoren mit zwei getrennten Wicklungen auf dem gleichen Anker, da bei höheren Spannungen die Isolierung der Wicklungen gegeneinander großen Schwierigkeiten begegnet. Die Nutenzahl wird so groß wie möglich gewählt, ebenso die Lamellenzahl. Der spezifische Strombelag des Ankers ist relativ klein, mit Rücksicht auf die Kommutation und die Erwärmung.

Von großer Wichtigkeit für das Ausmaß der Maschine und deren Isolierung ist die Prüfspannung. Oszillographische Aufnahmen von Abschaltversuchen an einer Hochspannungs-Gleichstrommaschine für 10 000 V und rd. 2 A ergaben bei rascher Abschaltung unter Vollast mit Ölschalter an den Klemmen der Maschine eine Selbstinduktionspannung, deren Scheitelwert das 1,8 ... 2,1fache der Normalspannung beträgt, mit Hörnerschalter abgeschaltet rd. das 1,3fache. Wie weitere Versuche zeigten, ist es möglich, durch Parallelschaltung von Kapazitäten und Ohmschen Widerstände, die auf den Stromkreis abzustimmen sind, auch bei Abschaltung mittels Ölschalter die Selbstinduktionspannung auf das 1,1 ... 1,2fache der Normalspannung zu erniedrigen. Es ist noch zu bemerken, daß die Dauer dieser Spannungen nur einen Bruchteil einer Sekunde beträgt. Aus Gründen der Vereinfachung nimmt man gewöhnlich von der Anwendung von Abschaltkondensatoren Abstand. Früher wurde meistens eine Prüfspannung von zweimal Betriebspannung plus 1000 V Gleichstrom festgelegt; sie wird aber in neuerer Zeit heraufgesetzt, und unseres Erachtens wird ein Wert von zweifacher Normalspannung plus 5000 V, gemessen in Gleichstrom während 1 min, für höhere Gleichstromspannungen genügen. Meistens sind aber keine Versuchseinrichtungen für die Erzeugung von Gleichstrom dieser hohen Spannung vorhanden, so daß man die Prüfung mit 50periodigem Wechselstrom vorzunehmen hat. Entsprechende Versuche vom Jahre 1904 ergaben bei gleicher Sicherheit nur 50 % Prüfspannung bei 50periodigem Wechselstrom gegenüber

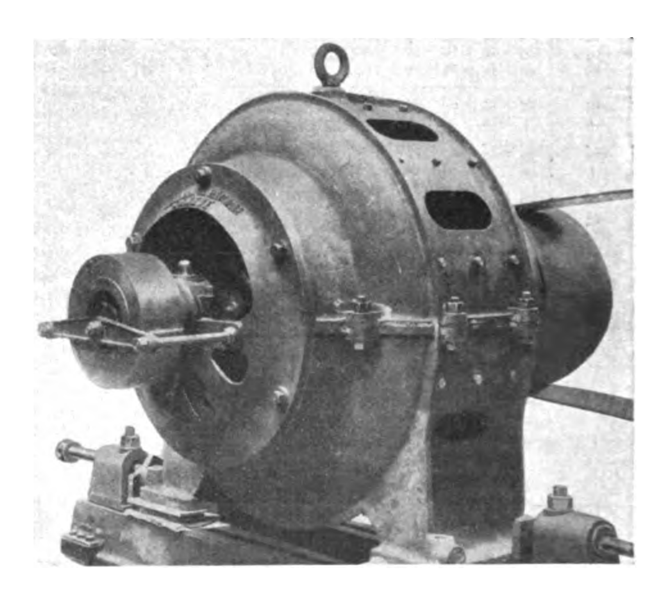


Abb. 2. Thury-Versuchsmaschine. Gleichstrom 25000 V.

Gleichstrom; führende Kabelfabriken garantieren sogar bei sehr hohen Spannungen nur rd. 25 % der Gleichstromprüfspannung bei Verwendung von Wechselstrom. Es fehlen vorläufig noch Vorschriften und Normen auf diesem Gebiete, wie aber Ausführungsbeispiele zeigten, genügt eine Prüfung mit 50periodigem Wechselstrom von 60 % effektivem Wert der Gleichstrom-Prüfspannung, also 1,2facher Betriebspannungswert plus 3000 V. Wird die Prüfspannung höher gewählt, was absolut nicht nötig ist,



so hat dies eine erhebliche Verteuerung und die Wahl einer größeren Type zur Folge, was zudem einer Verschlechterung des Wirkungsgrades gleichkommt.

In den Nuten erfolgt die Isolierung gegen das Eisen durch umpreßte Mikanitkanäle. Welch relativ große Abmessungen die Nuten- und Leiterisolation annehmen kann, geht aus dem Nutenfüllfaktor für eine Maschine von 12 000 V und 1 A hervor:

$$\frac{\text{gesamter Kupferquerschnitt einer Nut}}{\text{Nutenquerschnitt}} \approx 0{,}035 = 3{,}5\,\%.$$

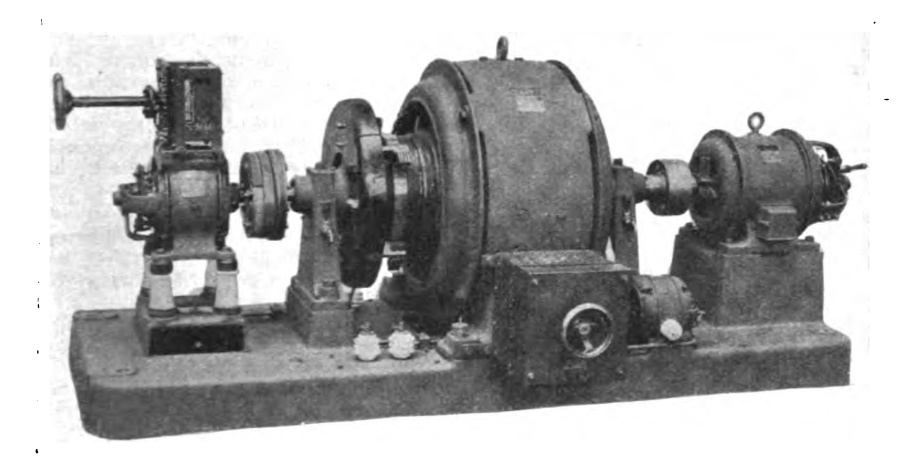


Abb. 3. Gleichstrom-Hochspannungsmaschine 25 kW, 10 000 V, für chemische Versuchszwecke.

Die Herstellung solcher Spulen und deren Isolierung benötigt sehr große Sorgfalt und noch größere Erfahrung; sie bedeutet ausgesprochene Qualitätsarbeit, die nur von besonders eingeübtem Werkstattpersonal ausgeführt werden kann. Die Isolierung außerhalb der Nut bietet keine so große Schwierigkeit mehr; gegen die Wicklungstragflächen der Preßringe sind die Spulenköpfe mittels Bakelitzylindern geschützt. Um beim Ausschleudern ein Abreißen der dünnen Spulendrähte vom Kommutator zu verhindern, werden diese nicht selbst an den Kommutator geführt, sondern als Verbindungsstücke dienen Kabelstücke von größerem Querschnitt, die auf der einen Seite direkt am Spulenkopf mit dem Spulendraht verlötet sind.

Der Kommutator besitzt normale Segmentkonstruktion, die Isolationen gegen die Preßflansche und Buchse sind entsprechend der Prüfspannung bemessen. Die Zwischenisolation der Lamellen besteht aus Mikanit oder Amberit in einer Dicke von 1,5 ... 3,5 mm, letzterer Wert bei einer Lamellenspannung von etwa 250 V. Die Stromabnahme erfolgt mittels sehr harter Kohlebürsten.

Die Hochspannungs-Gleichstrommaschinen müssen trotz des kleinen Strombelags auf dem Anker mit Wendepolen ausgerüstet sein. Diese sind zur Hälfte der positiven und zur Hälfte der negativen Stromabnahme vorgeschaltet und entsprechend der Prüfspannung mit Mikanithülsen gegen das Gestell isoliert. Die Hauptpole werden meistens von einer besonderen Stromquelle gespeist (110 V), doch wurden sie auch schon bei einer 5500 V-Maschine im Nebenschluß angeschlossen, was rd. 44 000 Windungen auf den Pol ergab. Ähnliche Maschinen für 10 000 und 6000 V Betriebspannung wurden auch für chemische Versuchszwecke ausgeführt. Abb. 3 zeigt eine solche Maschine für 10 000 V mit einer von der Verschalung befreiten, isoliert aufgestellten Zusatzmaschine.

Die Erfahrungen an den 12 000 V-Maschinen erlauben die Behauptung aufzustellen, daß es möglich ist, eine Hochspannungs-Gleichstrommaschine, die den heutigen Anforderungen der Anodenspeisung vollständig genügt, für 20 000 V am Kommutator zu bauen. Die untere Leistungsgrenze dürfte etwa 20 kW sein, d. h. auch eine kleinere Leistung würde die gleiche Maschinengröße erfordern.

Speicherwasserkräfte als Spitzenkraftwerke.

Von Dr.-Ing. **Michael Seidner**, Budapest.

Übersicht. Speicherwasserkraftwerke in ihrer üblichen Bauweise, als Ausgleicher zwischen Darbietung und Verbrauch von Energie, erfüllen die Bedingungen des höchsten Ertrages nicht; demzufolge verlieren sie gegenüber der sich in ständiger Entwicklung befindenden kalorischen Energieerzeugung mehr und mehr an Bedeutung und Konkurrenzfähigkeit. Als Spitzenkraftwerke können aber selbst kleine speicherfähige Wasserkräfte und auch bestehende unrentable Speicherwasserkraftwerke mit Tages- wie auch mit Wochen- und Jahresspeicherung, unter Umständen mit Speicherpumpen ergänzt, in die Energiegroßwirtschaft nutzbringend eingeschaltet werden; ebenso können auch Großwasserkräfte, deren Ausbau mit Tages- oder mit Tages- und Pumpenspeicherung gesichert wird, als Grundkraftwerke eines hydro-kalorischen Großbetriebes vorteilhaft Verwertung finden.

Die fortschreitende Energiekonzentration, die Errichtung von kalorischen Großkraftwerken sowie die Verteilung der Energieerzeugung auf Grund- und Spitzenkraftwerke hat eine wesentliche Verringerung der Erzeugungskosten der kalorischen Energie hervorgerufen. Bestehende hydraulische Werke werden im Laufe dieser Entwicklung mehr und mehr bedrängt und der weitere Bau von Wasserkraftwerken in Frage gestellt. Es läßt sich jedoch beweisen, daß die übliche Ausbauweise von Wasserkräften die Bedingungen des höchsten Ertrages nicht erfüllt, so daß durch Änderung der Auffassung und der Bauweise die Erzeugungskosten der hydraulischen Energie gleichfalls wesentlich vermindert werden können. Im folgenden wird gezeigt, wie die speicherfähigen Wasserkräfte auf diese Weise in die moderne Energiegroßwirtschaft nutzbringend eingeschaltet werden können.

Laufkraftwerke liefern unsichere hydraulische Energie; der Ausbau muß daher durch Aufstellung eines kalorischen Werkes gegen Wasserschwankungen gesichert werden. Da die Erzeugungskosten eines kalorischen Werkes größtenteils aus den Heizmaterialkosten und den mit den Anlagekosten zusammenhängenden Ausgaben gebildet werden, hat die erzeugte Kilowattstunde eines Laufkraftwerkes nur soviel Wert als etwa die Heizmaterialkosten der ersetzten kalorischen Energie. Werden nun zufällige, unsichere Abfallenergien eines Laufkraftwerkes mit Hilfe von Speicherung nutzbar gemacht, so haben die mit den Anlagekosten eines Speicherbeckens mehr belasteten Energien dennoch keinen höheren Wert als die ersparten Heizmaterialkosten. Wollte man die hydraulische Energie der kalorischen gleichwertig machen, dann müßte die Speicherung dazu benutzt werden, den Ausbau des hydraulischen Werkes gegen Wasserschwankungen zu sichern und hiermit eine kalorische Sicherung zu ersparen. Nähert sich die gelieferte und gesicherte hydraulische Energie den Eigenschaften der Spitzenenergien, dann übertrifft sogar ihr Wert den der kalorischen Vollenergie. Die Spitzendeckung verspricht somit den speicherfähigen Wasserkräften eine Steigerung des Ertrages.

Eine grundlegende Bedingung für Spitzenkraftwerke besteht in den niedrigen Anlagekosten je ausgebautes Kilowatt. Bekanntlich lassen sich Spitzenkraftwerke mit Speicherung kalorischer Energie mit 150 bis 250 RM/kW bauen; demgegenüber erfordert der kW-Ausbau von hydraulischen Werken, und besonders von Speicherwerken, wesentlich höhere, oft die mehrfachen Beträge. Wasserkräfte, besonders wenn mit kostspieligen Speicherungen ausgerüstet, besitzen jedoch in hohem Maße die Eigenschaft, daß die Anlagekosten des kW-Ausbaues sich mit

der Erhöhung der Ausbauleistungsfähigkeit erniedrigen. Kurve I der Abb. 1 zeigt das Belastungsdauerdiagramm eines Elektrizitätswerkes mit einer höchsten Belastung von 10 000 kW und einer jährlichen Leistung von 30 Mill. kWh, während Kurve II das Diagramm eines anderen Werkes darstellt, dessen höchste Belastung 100 000 kW und dessen jährliche Leistung 300 Mill. kWh beträgt. Wird nun eine Speicherwasserkraft mit einer jährlichen Leistung von 30 Mill. kWh zur Deckung des Bedarfes des Elektrizitätswerkes I herangezogen, dann wird sie auf eine Leistungsfähigkeit von 10 000 kW ausgebaut; wird sie jedoch zur Deckung der Spitzen des Elektrizitätswerkes II verwendet, dann kann der Ausbau, dem schraffierten, hydraulisch lieferbaren Flächenteil von II entsprechend, auf 51 000 kW erhöht werden. Im Falle I ist der Energiebedarf des Elektrizitätswerkes der einfache, im Falle II der zehnfache des Energieinhalts des hydraulischen Werkes.

Ein hoher Ausbau, welcher die Bedingung für niedrige Anlagekosten der ausgebauten Kilowatt bildet, kann somit dadurch erzielt werden, daß das Speicherkraftwerk zur Deckung der Spitzen eines möglichst großen Verbrauches herangezogen wird. Hiermit ist auch erwiesen, daß die Energiegroßerzeugung, welche die Rentabilität der bestehenden Speicherkraftwerke üblicher Bauweise gemäß Kurve I umstößt, diesen nicht nur eine Gelegenheit bietet, sie als Spitzenkraftwerke aufzunehmen, sondern sie gewährt ihnen auch die Möglichkeit, die Bedingungen der Spitzendeckung zu erfüllen und selbst kleinere, speicherfähige Wasserkräfte in den Dienst der modernen Energiegroßwirtschaft stellen zu können.

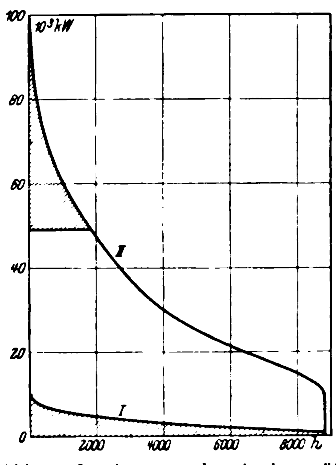


Abb. 1. Bestimmung der Ausbaugröße von Speicherwasserkraftwerken.

Die Spitzen, welche von einem Speicherkraftwerk geleistet werden, müssen gegen Wasserschwankungen gesichert werden: es dürfen somit für die Bestimmung der Ausbaugröße nach Abb. 1 nur solche Wassermengen herangezogen werden, welche selbst während der trockensten Zeiten abfließen. Die über dieses Mindestmaß abfließenden unsicheren Mehrwassermengen sind zur Veredelung im Wege einer Speicherung nicht mehr geeignet: sie sollten von dem hydraulischen Werke ohne Speicherung gelegentlich aufgearbeitet und als unsichere Rohenergien dem Elektrizitätswerk übergeben werden. Die Ausbaugröße einer Speicherwasserkraft hängt somit von den kleinsten Abflußmengen sowie von dem Energiebedarf des Verbrauches ab.

Gemäß der Eigenart der täglichen Belastungsdiagramme eines Elektrizitätswerkes kann zur Sicherung der Ausbaugröße eines hydraulischen Spitzenkraftwerkes in erster Linie die während eines Tages abfließende Mindestwassermenge gespeichert werden; da es vorkommen kann, daß die Mindestwassermenge des betreffenden Flusses gerade während der Wintertage der größten Belastungen abfließt, so sollte der gesicherte Ausbau eines Spitzenkraftwerkes mit Tagesspeicherung aus der Leistung der täglich abfließenden Mindestwassermenge und aus dem Belastungsdiagramm eines Winterwochentages bestimmt werden. Die Sonntagsbelastungen eines Elektrizitätswerkes übersteigen die Leistungsfähigkeit des Grundkraftwerkes gewöhnlich nicht: es können daher die während der Sonntage abfließenden Wassermengen zur Anreicherung der wochentägigen Mindestwassermengen voll aufgespeichert werden. Mit Hilfe dieser Wochenspeicherung wird die zur Sicherung der Ausbauten herangezogene Mindestwassermenge um 16 % und der gesicherte Ausbau um etwa 8 % vergrößert. Aus dem gleichen Grunde können die während der Sommermonate abfließenden Mindestwassermengen voll oder teilweise für die Wintermonate der großen Belastungen aufbewahrt werden; im Wege einer Jahresspeicherung können die zur Sicherung der Ausbauten dienenden Wassermengen um 100 %, also auf das 2,32fache, und die gesicherten Ausbauten auf etwa das 1,5fache der Tagesspeicherung gesteigert werden. Jahresspeicherungen versprechen bei Hochgebirgsflüssen, bei denen der Sommerabfluß den Winterabfluß übersteigt, besonders gute Erfolge.

Eine langfristige Jahresspeicherung erfordert unter Umständen gewaltige Anlagekosten und verursacht bedeutende Betriebsausgaben an Kapitaldienst. Falls zum Beispiel bei Tagesspeicherung die an einem Tage abfließende bzw. aufzuspeichernde Mindestwassermenge Q m³ beträgt, erhöht sich diese bei Wochenspeicherung auf etwa 2 Q und bei Jahresspeicherung auf etwa 180 Q; die 50prozentige Erhöhung der Ausbauleistung durch Jahresspeicherung muß somit ziemlich teuer erkauft werden.

Eine Jahresspeicherung mit ihren bedeutenden Anlagekosten kann dennoch ebensogut in den Dienst der Spitzendeckung gestellt werden wie billige Tagesspeicherwerke. Es sollten zu diesem Zwecke Jahresspeicherwerke in wesentlich größere Verbrauche eingeschaltet und wesentlich höher ausgebaut werden als Tagesspeicherwerke. Eingehende Berechnungen zeigen, daß der Verbrauch von Elektrizitätswerken, deren Spitzen von Speicherwerken zu decken sind, je nach den Investitionskosten der Speicherbecken bei Tagesspeicherung 1- bis 6mal, bei Wochenspeicherung 6- bis 10mal und bei Jahresspeicherung 10- bis 20mal so groß sein sollte als die jährliche Leistung des betreffenden Speicherwerkes.

Die niedrigen Anlagekosten der Tagesspeicherung können aber mit den hohen Ausbaumöglichkeiten der Jahresspeicherung vorteilhaft vereinigt werden, wenn das Tagesspeicherwerk mit Speicherpumpen ausgerüstet wird. Tagesspeicherwerke können auf diese Weise bis auf eine sogar die Jahresspeicherung übersteigende Größe ausgebaut werden: während der Niederwasserzeiten werden die Speicherpumpen mit kalorischer Energie betrieben, um das Speicherbecken aufzufüllen. Auf diese Weise wird es möglich sein, selbst kleine Speicherwasserkräfte in die Energiegroßwirtschaft einzuschalten.

Die Speicherung kann schließlich auch dazu benutzt werden, um den Ausbau von Laufkraftwerken anstatt kalorisch, auf hydraulischem Wege zu sichern. Zu diesem Zwecke kommen — gegenüber der üblichen Bauweise — nur Tagesspeicherungen, eventuell mit Pumpenspeicherung ergänzt, in Betracht. In die Energiegroßwirtschaft können solche Grundkraftwerke selbstverständlich nur dann eingeschaltet werden, wenn sie eine hohe kWh-Leistung besitzen. Für die Speicherwasserkräfte ergibt sich somit im Rahmen der Energiegroßerzeugung folgende Einteilung: Großwasserkräfte mit Tagesspeicherung als gesicherte Grundkraftwerke, übrige speicherfähige Wasserkräfte mit Jahres- oder mit vereinigter Tages- und Pumpenspeicherung als Spitzenkraftwerke.

Vorstehende Untersuchungen und Ergebnisse werden im folgenden an Hand eines Beispieles zahlenmäßig beleuchtet. Das auf 8000 kW ausgebaute Kraftwerk der bekannten Urfttalsperre kann bei einem Gefälle von 70 bis 105 m im jährlichen Durchschnitte rd. 25 Mill. kWh erzeugen. Die Investitionskosten, auf die heutigen Preisverhältnisse umgerechnet, wären etwa folgende: Kraftwerk 4,05 Mill. RM und Jahresspeicherbecken 7,5 Mill. RM, zusammen 11,55 Mill. RM. Das Werk soll gemäß der üblichen Bauweise von Jahresspeicherwerken in ein Absatzgebiet hineinarbeiten, dessen Verbrauch bei einer Höchstbelastung von 8000 kW jährlich 25 Mill. kWh beträgt; zur Sicherung der Ausbauleistung des hydraulischen Werkes sollte ein kalorisches Werk von etwa 4000 kW Leistungsfähigkeit mit einer Investition von 1,5 Mill. RM aufgestellt werden. In dieser Zusammenstellung dient das große Speicherbecken lediglich zur Herstellung eines Ausgleiches zwischen Darbietung und Bedarf an Energie. Die jährlichen Erzeugungskosten stellen sich wie folgt: Betriebsausgaben des hydraulischen Werkes 1,26 Mill. RM, Betriebsausgaben des kalorischen Hilfswerkes 0,24 Mill. RM, zusammen 1,5 Mill. RM, so daß die Kilowattstunde ab Werk 6,00 Pf kostet.

Wollte man 25 Mill. kWh mit einer Höchstbelastung von 8000 kW kalorisch erzeugen, dann würden die Kosten der Kilowattstunde bei einem Kohlenpreise von 3 Pf/10 000 kcal etwa 5,1 Pf betragen. Das hydraulische Werk liegt aber im Gebiete der Kölner Braunkohlenlager; rechnet man demgemäß mit einem Kohlenpreis von 1,5 Pf/10 000 kcal, dann ermäßigen sich die Erzeugungskosten der Kilowattstunde des betreffenden kalorischen Werkes auf 4,3 Pf. Die Energie wird im Absatzgebiete der Urfttalsperre in Großkraftwerken erzeugt; die Erzeugungskosten eines kalorischen Großkraftwerkes, welches mit einer Höchstbelastung von 100 000 kW jährlich 300 Mill. kWh liefert, betragen bei einem Kohlenpreise von 3 Pf/10 000 kcal 3,6 Pf. Wird die Energie in dem Großkraftwerke mit Braunkohle von 1,5 Pf/10 000 kcal erzeugt, dann erniedrigen sich die Erzeugungskosten der Kilowattstunde sogar auf 2,91 Pf. Die Erzeugungskosten

des Urftwerkes hätten sich gegenüber den bestehenden Kosten wesentlich verringert, wenn das Werk statt mit Jahres-, nur mit Tagesspeicherung ausgestattet worden wäre. Die Anlagekosten hätten sich in dieser Bauweise auf rd. 5 Mill. RM ermäßigt; die Jahreskosten des Verbundbetriebes ergäben sich in diesem Falle wie folgt: gesicherte hydraulische Grundenergie 550 000 RM, kalorische Spitzenenergie 340 000 RM, zusammen 890 000 RM; die Erzeugungskosten der Kilowattstunde hätten sich somit auf 3,56 Pf gestellt.

Mit kostspieliger Jahresspeicherung belastet, kann eine Rentabilität durch einen hohen Ausbau, somit durch Verwendung des Werkes zur Deckung von Spitzen erzielt werden. Zu diesem Zwecke soll ein Absatzgebiet geschaffen werden, dessen jährlicher Verbrauch 300 Mill. kWh beträgt. Das Gefälle des Urftwerkes ändert sich je nach der Füllung des Speicherbeckens zwischen 70 und 105 m und die ausgebaute Leistungsfähigkeit des Werkes dementsprechend zwischen 8000 und 12 000 kW. Der weite Spielraum des Beckenspiegels ist zu dem Zwecke geschaffen worden, seine Aufnahmefähigkeit zu erhöhen und hiermit den Wasserabfluß möglichst voll aufarbeiten zu können. Für das Spitzenkraftwerk ist demgegenüber ein möglichst hoher und billiger Ausbau des Werkes anzustreben; demgemäß sollte ein Gefälle von 100 bis 105 m ständig beibehalten werden. Hierdurch steigt die gesicherte Leistungsfähigkeit des Werkes, ohne jegliche Mehrinvestitionen, auf etwa 12 000 kW. Arbeitet nun das Werk in ein Elektrizitätswerk, dessen jährlicher Bedarf bei einer Höchstleistung von 100 000 kW, 300 Mill. kWh beträgt, dann kann mit den im trockensten Jahre abfließenden 17 Mill. kWh eine Ausbauleistung von 44 000 kW gesichert werden. Dementsprechend sollte das hydraulische Werk der Urfttalsperre bei einem Gefälle von 100 bis 105 m auf 44 000 kW, also zur Verarbeitung von rd. 60 m³/s Wasser erweitert werden. Ein jeder kW-Ausbau würde daher jährlich nur 30 000 000 : 44 000 = 720 kWh leisten! Dieses Werk wird mit einem kalorischen Grundkraftwerk von 56 000 kW Höchstbelastung in einen Verbundbetrieb geschaltet.

Um die Ausbauleistung des hydraulischen Werkes von 44 000 kW gegen Wasserschwankungen sichern zu können, ohne den Wasserspiegel unter 100 m abarbeiten zu müssen, sollte das Werk mit Pumpen ausgerüstet werden, so daß bei fallweisem Fehlen eines entsprechenden Wasserzuflusses die Pumpen mit Hilfe von kalorischer Nachtenergie des Grundkraftwerkes in Tätigkeit gesetzt und das Becken für die Abendspitzen gefüllt werden können.

Die vorgeschlagene Bau- und Betriebsweise der Urfttalsperre besitzt im Rahmen eines hydro-kalorischen Verbundbetriebes manche wertvolle Betriebseigenschaften. Erstens kann die volle Abflußmenge des Urftflusses aufgearbeitet werden, da die Betriebswassermenge des hydraulischen Werkes die Hochwassermenge des Urftflusses erreicht und das Elektrizitätswerk mit seiner Höchstbelastung von 100 000 kW die volle hydraulische Leistung von 44 000 kW aufnehmen kann; zweitens steigt die durchschnittliche jährliche Leistung des hydraulischen Werkes infolge Haltung des Wasserspiegels auf 100 bis 105 m Höhe von 25 auf rd. 30 Mill. kWh; drittens gestaltet sich die Haushaltung des Wassers einfach; schließlich wird eine hochwertige Bereitschaft geschaffen, welche in einigen Minuten in Betrieb gestellt werden kann.

Die jährlichen Erzeugungskosten des Verbundbetriebes stellen sich wie folgt: Die Anlagekosten des hydraulischen Werkes samt Pumpen betragen rd. 12,5 Mill. RM, die des Speicherbeckens unverändert 7,5 Mill. RM, zusammen 20 Mill. RM. Die Anlagekosten des kalorischen Grundkraftwerkes für eine Höchstbelastung von 56 000 kW belaufen sich auf 26 Mill. RM. Die hydraulisch erzeugte Energie beträgt 30 Mill. kWh; um die Verluste für die Pumpen zu decken, müssen kalorisch demnach 275 Mill. kWh erzeugt werden. Die jährlichen Kosten der Grundenergien betragen bei einem Kohlenpreise von 3 Pf/10 000 WE rd. 7,6 Mill. RM, die des hydraulischen Werkes 2,0 Mill., zusammen 9,6 Mill. RM. Die Erzeugungskosten der Kilowattstunde des hydro-kalorischen Verbundbetriebes stellen sich somit bei einem Kohlenpreise von 3 Pf/10 000 kcal auf 3,20 Pf. Wird jedoch das kalorische Grundkraftwerk des Verbundbetriebes mit Braunkohle geheizt, deren Preis je 10 000 kcal 1,5 Pf beträgt, dann ermäßigen sich die Erzeugungskosten auf 2,64 Pf/kWh. Die Erzeugungskosten des Verbundbetriebes hätten noch weiter auf 3 bzw. 2,44 Pf/kWh erniedrigt werden können, wenn das Kraftwerk statt mit Jahres-, mit einer billigen Tagesspeicherung ausgerüstet worden wäre.

Die Erzeugungskosten der Kilowattstunde, kurz zusammengefaßt, sind in Pf folgende:

Art des Betriebes	Höchstbelastung kW	Jährliche Erzeugung Mill. kWh	Kohlenpreis Pf/10 000 kcal 3	1,5
Urfttalsperre mit Jahresspeicherung	8 000	25	6,0	6,0
Kalorisches Kraftwerk	8 000	25	5,10	4,30
Kalorisches Kraftwerk	100 000	300	3,60	2,91
Verbundbetrieb: Urfttalsperre mit Tagesspeicherung; Kalorisches Spitzenkraftwerk	8 000	25	3,56	3,56
Verbundbetrieb: Urfttalsperre mit Jahres- und Pumpenspeicherung; Kalorisches Grundkraftwerk	100 000	300	3,20	2,64
Verbundbetrieb: Urfttalsperre mit Tages- und Pumpenspeicherung; Kalorisches Grundkraftwerk	100 000	300	3,00	2,44

Die Zahlentafel beweist folgende Feststellungen: Die Urfttalsperre, mit Jahresspeicherung ausgerüstet und auf 8000 kW ausgebaut, ist weder gegenüber einem kalorischen Kraftwerk gleicher Größe, noch gegenüber einem kalorischen Großkraftwerk konkurrenzfähig. Wäre jedoch das hydraulische Werk mit Tagesspeicherung ausgerüstet, dann könnte es als Grundkraftwerk mit gesichertem Ausbau im Rahmen eines selbständigen hydrokalorischen Verbundbetriebes, dessen jährliche Erzeugung 25 Mill. kWh beträgt, unbedingt und gegenüber kalorischen Großkraftwerken solange konkurrenzfähig sein, als der Kohlenpreis nicht unter 3 Pf/10 000 kcal sinkt. Um die Lasten der kostspieligen Jahresspeicherung wettzumachen, sollte das Urftwerk als Spitzenkraftwerk mit einem Ausbau von 44 000 kW in einen Verbrauch von 300 Mill. kWh hineinarbeiten. Der auf diese Weise konstruierte Verbundbetrieb wäre gegenüber der kalorischen Großerzeugung nicht nur konkurrenzfähig, sondern der Verbundbetrieb könnte die vollen 300 Mill. kWh um rd. 10 % billiger erzeugen als ein selbständiges kalorisches Großkraftwerk! Falls das Urftkraftwerk statt mit Jahresspeicherung mit Hilfe von Tages- und Pumpenspeicherung ausgebaut und zur Spitzendeckung des Großbetriebes verwendet worden wäre, würden sich die Erzeugungskosten des Verbundbetriebes sogar um 17 % niedriger stellen als die eines kalorischen Großkraftwerkes.

Die vorgeführten Beispiele bestätigen somit die abgeleiteten Ergebnisse; sie beweisen einerseits die Bedeutung der speicherfähigen Wasserkräfte für die Spitzendeckung, anderseits wird aus den Beispielen die Spitzendeckung als ein kräftiges Mittel zur Erhöhung des Ertrages von speicherfähigen Wasserkräften sowie von bestehenden Wasserkraftwerken erkannt.

Das Meter-Tonnen-Sekunden-System in Frankreich.

Von Dr. phil. h. c. **M. Grübler,** Dresden.

In dieser Zeitschrift (ETZ 1920, S. 980) hat Professor Dr. Strecker auf den Erlaß eines Gesetzes in Frankreich hingewiesen, das die Maßeinheiten neu regelt. Es ist in Kraft getreten am 27. VII. 1920. Wohl das Wichtigste an ihm ist die Einführung des Meter-Tonnen-Sekunden-Systems (M. T. S.) für die Anwendungen in Technik und Industrie. Seine Grundeinheiten sind das Meter, die Tonnenmasse und die Sekunde; das System hat sonach die wesentlichste Eigenschaft eines sogenannten absoluten, wie es das C.G.S.-System ist. Die beiden Grundeinheiten des letzteren unterscheiden sich von denen des ersteren nur durch Faktoren, die ganzzahlige Potenzen von 10 sind. Die Krafteinheit des M.T.S.-Systems hat im

Gesetz den Namen Sthen (sthène) erhalten; sie ist die Kraft, welche der Tonnenmasse t die Beschleunigungseinheit ms⁻² erteilt. Als Arbeitseinheit gilt das Kilojoule und als Leistungseinheit das Kilowatt. Neben diesem Maßsystem ist noch zulässig die Anwendung des M.K.S.-Systems, das in Deutschland gewöhnlich das technische genannt wird; in ihm ist Grundeinheit bekanntlich die Kilogrammschwerkraft in Paris. Letzteres Maßsystem ist jedoch ausdrücklich als einstweilen noch zulässig bezeichnet; es kann durch gleichartige Verordnung jederzeit beseitigt werden.

Für uns Deutsche ist es nun von Interesse, zu erfahren, wie das M.T.S.-System in Frankreich aufgenommen worden ist und welche Anwendung es in Technik und Industrie gefunden hat. Hierüber erhalten wir einige Auskunft durch zwei Artikel, die in diesem Jahre in der Rev. Gén. de l'El. erschienen sind, worauf mich Prof. Dr. Strecker freundlichst aufmerksam machte; über sie will ich zunächst kurz berichten.

Der erste derselben, „Sur l'emploi pratique du système d'unités mètre-tonne-seconde" (Bd. 23, S. 267), ist ein Bericht des Comité électrotechnique français an das Comité d'études des moteurs mécaniques, der von M. Darrieus redigiert worden ist. In diesem Bericht, der ungefähr die Anschauungen der französischen Elektrotechniker der Gegenwart bezüglich der Frage der Maßsysteme wiedergibt, wird die Aufmerksamkeit des genannten Comité auf die Unzuträglichkeiten hingewiesen, die sich aus der gleichzeitigen Anwendung des M.T.S.-Systems und des technischen Maßsystems ergeben, und ferner auf die Vorteile, die aus der internationalen Übernahme des M.T.S.-Systems hervorgehen würden. Im einzelnen werden dann die Mängel des technischen Maßsystems hervorgehoben sowie die Unsicherheit beklagt, die z. Z. noch immer in der Auffassung des Wortes poids teils als Masse, teils als Schwerkraft besteht. Es werden dann die wichtigsten abgeleiteten Einheiten des M.T.S.-Systems besprochen und an Beispielen die Einfachheit ihrer Anwendung erläutert. Der Artikel schließt mit dem Wunsche, daß sich das M.T.S.-System in der Industrie noch rascher ausbreiten und das technische Maßsystem zum Verschwinden bringen möge. In dieser Hinsicht werden besondere Vorschläge gemacht, wie z. B., daß die Anwendung des M.T.S.-Systems von den Staatsingenieuren gefordert werden müsse, ebenso von allen Staatsverwaltungen, wie Bahn, Post usw., vor allem in sämtlichen Schulen gelehrt werden müsse. Auch sollten die internationalen Kongresse, insbesondere die Internationale Elektrotechnische Kommission darin vorgehen.

Der zweite Artikel „Sur le système d'unités mètre-tonne-seconde" (Bd. 23, S. 399), der von M. Ch.-Ed. Guillaume, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, herrührt, schließt sich an den vorerwähnten bezüglich der geschichtlichen Entwicklung der Grundeinheiten des C. G. S.- und des M. T. S.-Systems an und bringt interessante Einzelheiten aus letzterer. So zeigt er auf aktenmäßiger Grundlage, daß schon 1799 der Gewichtseinheit des Kilogramms die Bedeutung einer Masse gegeben werden sollte, ferner daß M. P. Appel der internationalen Konferenz für Maß und Gewicht 1913 als Gewichtseinheit die Masse des Kubikmeters Wasser vorschlug, also das M.T.S.-System, das infolge des Krieges erst 1919, und zwar nicht ohne einige Zusammenstöße vom Parlament angenommen wurde. Von Interesse ist auch die Bemerkung Guillaumes, daß die Statiker zwar einige Mühe hatten, sich in die neue Krafteinheit sthène hineinzufinden, jedoch heute es anwenden, nachdem der Direktor des Laboratoriums des Institutes Ponts et Chaussées, M. A. Mesnager, es in den Arbeitsbereich der Bauingenieure eingeführt hatte. Auch er deckt ferner die Schwierigkeiten auf, die aus der Doppeldeutigkeit des Wortes poids hervorgehen und das Verständnis erschweren.

Die beiden Artikel lassen erkennen, daß das M.T.S.-System seit den neun Jahren seiner gesetzlichen Einführung in Frankreich festen Fuß gefaßt hat, und daß das technische Maßsystem im Schwinden begriffen ist. Ja, nicht nur das, sondern auch, daß man in Frankreich bestrebt ist, das M.T.S.-System international einzuführen, wozu ja die internationale Maß- und Gewichtskonferenz, die in Frankreich ihren Sitz hat, die geeignetste Handhabe bietet. Besonders deutlich geht das aus der Begründung des erwähnten Gesetzes hervor, in der gesagt wird, daß „Frankreich, das bei der Einführung des metrischen Systems bahnbrechend vorgegangen sei, auch jetzt wieder bei der weiteren Ausbildung des Maßsystems vorangehen müsse"[1].

Gegenüber diesem Bestreben und den Fortschritten, die in Frankreich bezüglich der Maßsysteme tatsächlich gemacht worden sind, ist es zum mindesten recht auffällig, daß sich die deutschen Ingenieure nicht nur gleichgültig, sondern teilweise sogar ablehnend verhalten haben. Und das, obgleich in Deutschland die Einführung des M.T.S.-Systems viel früher vorgeschlagen wurde als in Frankreich. Es geschah dies schon 1892 in der Abhandlung „Zur Einführung der absoluten Maße in die Technik" (Z. VDI Bd. 36, S. 830), deren Vorschläge inhaltlich ganz übereinstimmen mit dem, was in Frankreich seit 9 Jahren gesetzlich anerkannt und in Anwendung gekommen ist; nur wurde dort für die Krafteinheit, die in Frankreich sthène genannt wird, der Name Vis vorgeschlagen und für die Arbeitseinheit Vismeter (statt Kilojoule), während als Leistungseinheit das Kilowatt beibehalten wurde.

Die Gründe dieses Verhaltens der deutschen Ingenieure sind wohl in der Hauptsache darin zu suchen, daß der Hang zum Gewohnten und das Festhalten am Hergebrachten die Betätigung jener fachlich-wissenschaftlichen Kritik verhindern, die jeder Fortschritt zur Voraussetzung hat. Den Angelpunkt im vorliegenden Falle bildet zweifellos die viel vertretene Ansicht, daß man mittels der Hebelwage Schwerkräfte messen könne und folglich das Wägungsergebnis, das von alters her in der Umgangsprache den Namen „Gewicht" führt, als eine Kraft aufzufassen habe. Daß hierin ein Irrtum liegt, braucht in der Gegenwart eigentlich überhaupt nicht bewiesen zu werden, denn es ist das empirisch und wissenschaftlich einwandfrei festgestellt.

Zur Erhärtung dieser Behauptung nur einen einzigen Beleg. In dem bekannten „Leitfaden der Physik" von Friedr. Kohlrausch (7. Aufl., S. 382) steht wörtlich u. a.: „Was man mit dem Namen Gewichtssatz bezeichnet, ist eben nichts anderes als ein Massensatz; und eine Wägung mit der gewöhnlichen Hebelwage ist keine Gewichts-, sondern eine Massenbestimmung. Innerhalb der Physik ist die Auffassung des Gramm und Kilogramm als Masse jetzt größtenteils durchgeführt."

Sollte die Tatsache, daß in Frankreich das M.T.S.-System seit neun Jahren in der technischen Praxis festen Fuß gefaßt hat, nicht doch geeignet sein, den deutschen Ingenieur anzuregen, dieser wertvollen Neuerung sein Interesse zuzuwenden, zumal sie in Gestalt des C.G.S.-Systems seit vielen Jahrzehnten Gemeingut der deutschen Physiker geworden ist?

[1] Vgl. ETZ 1914, S. 913.

Elektrische Felder in der Umgebung lebender Wesen.

Zur Feststellung durch den Lebensprozeß bedingter elektromagnetischer Felder in der Umgebung lebender Wesen sind von Sauerbruch und Schumann[1] Versuche mit einer höchstempfindlichen Verstärkeranordnung und Saitengalvanometer angestellt worden. Der Nachweis magnetischer Felder gelang in keinem Falle, dagegen zeigte sich, daß krampfige oder willkürliche Muskelanspannungen zur Ausbildung eines noch in 2 m Entfernung gut nachweisbaren elektrischen Feldes führen. Das Versuchsobjekt befand sich in einem großen Faradaykäfig, in den eine Platte zum Nachweis des Feldes isoliert eingeführt war; dieser Platte wurden die zu untersuchenden Organe genähert. Die Platte lag am Gitter des ersten Verstärkerrohres, der Faradaykäfig befand sich durch eine Hilfspannung genau auf dem Potential des Gitters. Daß die nachgewiesenen Felder nicht von Kontaktspannungen herrührten, wurde einmal dadurch zu hindern versucht, daß das Potential des Versuchsobjektes selbst innerhalb des Käfigs durch eine Hilfspannung eingestellt wurde; anderseits ließ sich nachweisen, daß die Feldwirkungen wirklich auf Ladungen zurückführbar sind, die nahe der Hautoberfläche ihren Sitz haben. Die Effekte waren, wie schon gesagt, in starkem Maße bei Muskelanspannungen vorhanden, gleich, ob der betreffende Körperteil dabei bewegt wurde oder ruhte. Die Feldstärke unterliegt einem raschen und recht regelmäßigen Wechsel; beim Strychnintetanus eines Kaninchens läßt sich z. B. aus einem Teil des mitgeteilten Oszillogramms die Frequenz 54 Hz entnehmen. Hochfrequente Schwingungen lassen sich vermuten, konnten aber noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden.

nkl.

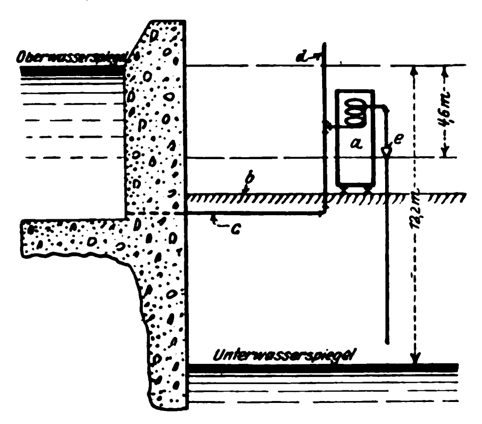
[1] F. Sauerbruch und W. O. Schumann, Z. Techn. Phys. Bd. 9, S. 96.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Anschluß der Transformatorkühlleitungen in Wasserkraftanlagen. — In einem amerikanischen Wasserkraftwerk wurde zur Kühlung der Transformatoren das Wasser der städtischen Wasserleitung benutzt. Es handelte sich um eine alte Anlage, bei der der Fußboden für Generatoren und Transformatoren beträchtlich über dem Unterwasserspiegel lag (Abb. 1). Infolgedessen wären von einer Gesamtdruckhöhe von 12,2 m nur 4,6 m verfügbar gewesen, um die Kühlung der Transformatoren mit Flußwasser durchzuführen.



a Transformator *c* Flußwasserleitung
b Maschinenhausboden *d* Wasserleitung

Abb. 1. Verwendung von Wasserleitungs- oder Flußwasser zu Kühlzwecken.

Wie J. Jacobs im Power berichtet, half man sich in einfacher Weise damit, daß man die bei *e* offene Kühlwasser-Abflußleitung schloß und das Abflußrohr bis unter den Unterwasserspiegel führte. Mit Hilfe der dann entstehenden Saugwirkung des Abflußrohres umging man also den kostspieligen Verbrauch an Wasserleitungswasser. (J. Jacobs, Power Bd. 67, S. 813.) *Ka.*

Apparate.

Elektrische Schaltuhr mit Kraftspeicher. — Die in der Abb. 2 unter Fortlassung aller für die Erläuterung nebensächlichen Teile einer Schaltuhr dargestellte und der Firma Paul Firchow Nachfgr. G. m. b. H., Berlin, geschützte Konstruktion ist eine Schaltvorrichtung mit Kraftspeicher für elektrische Uhren, bei der zwischen der in 24 h einen Umlauf vollführenden Tagesscheibe und einer von dieser mittelbar oder unmittelbar die Schaltkontakte bewegenden Welle ein Kraftspeicher angeordnet ist. Dieser wird vom Gangwerk der Uhr geladen, so daß seine aufgespeicherte Energie für das zu einstellbaren Zeiten erfolgende Schalten nutzbar gemacht wird.

Die von einer Schaltuhr auszuführenden Schaltfunktionen stellen des öfteren hohe Anforderungen an das Gangwerk, zu dessen unmittelbarer Bewegung und den damit verbundenen Schaltvorgängen die Kraft bei normaler Bemessung aller Teile nicht ausreichen würde. Bei der Firchow-Schaltuhr gelingt es, vergleichsweise große Leistungen für die einzelnen Schaltvorgänge nutzbar zu machen und die Abmessungen für die gesamten Teile der Schaltuhr demzufolge sehr zu verringern. Die Konstruktion und Wirkungsweise der Kraftspeichervorrichtung in Verbindung mit der Schaltvorrichtung ist folgende:

Bei dem Umlauf der Tagesscheibe *a* in der gezeichneten Pfeilrichtung, mit den daran befestigten Schaltorganen *b* wird ein an der Tagesscheibe unmittelbar befestigtes oder kämmendes Zahnrad *c*, welches auf einer gegebenenfalls hohlen Welle fest aufsitzt, gedreht. Über diese Welle ist schraubenförmig eine Feder *d* so gewunden, daß ihre Zwängskraft während der Drehbewegung ständig abnimmt; gleichzeitig wird die Feder aber dabei gespannt und beginnt, weil der Betrag der Höchstspannung begrenzt ist, bei ausreichender Verminderung ihrer Zwängskraft zu schleifen. Damit das letztere eintritt, liegt ein Ende der Feder *d* frei, während das andere Ende bei *e* an einem lose auf der von der Feder umgriffenen Welle sitzenden Triebrade *f* befestigt ist. Das Triebrad wirkt unmittelbar oder auch über andere Zwischenräder auf ein auf der Welle *g* festsitzendes Zahnrad ein. Da die Welle in dem veranschaulichten Beispiel an der Ausführung einer Drehbewegung verhindert ist durch Zusammenwirken eines sogenannten Dreifingerrades *h* mit einer Wippklinke *i*, die in eine nach Art eines Daumenrades ausgebildete Einfallrast mit Widerlager in einem Zwischentrieb einfällt, so liegt gewöhnlich das Ende *e* der Feder *d* fest. Eine Drehung und eine Schaltbewegung der Welle *g* kommt somit erst dann zustande, wenn der Schaltstern *k* durch die in seinem Bereich liegenden umlaufenden Schaltorgane *b* um einen Betrag verdreht wird, der ausreicht, die Wippklinke *i* soweit zu heben oder einfallen zu lassen, daß einer der Greifer des Dreifingerrades *h* freigegeben wird. Bei dieser Entriegelung wird dann unter Energieentziehung aus dem Kraftspeicher ruckweise eine Teildrehung ausgeführt, u. zw. so weit, bis der nächste Greifer gegen die Wippklinke *i* schlägt. Bei dieser ruckartigen Teildrehung der Welle *g* dreht sich auch das auf ihr befestigte Nockenrad *l*, welches die Kontaktfeder *m* bewegt und die Kontakte *n* öffnet und schließt.

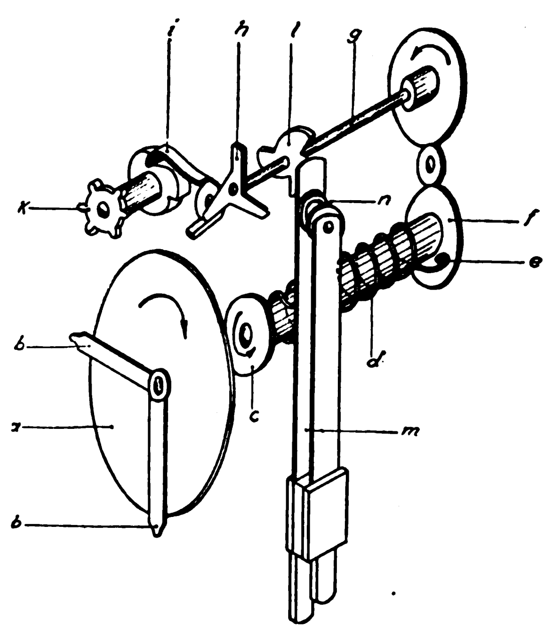


Abb. 2. Schematische Darstellung der elektrischen Schaltuhr mit Kraftspeicher.

Die Uhr ermöglicht überdies die Bedienung einer Vielzahl von Kontakten, die nicht nur wie im Beispiel als Tastkontakte ausgebildet sein müssen, sondern jede beliebige Form haben können. Unwesentlich ist auch die Ausgestaltung der Einfallrast und die Formgebung des auf die Kontakte einwirkenden Organs.

Die mit einem Kraftspeicher ausgerüsteten Apparate haben somit den Vorzug einer schnellen und außerordentlich zuverlässigen Schaltung. *fi.*

Beleuchtung.

Über lokale Schwärzungen und Figurenbildungen an Glühlampen. — O. Kruh berichtet über dieses Thema auf Grund von Versuchen und Beobachtungen, die länger als ein Jahrzehnt zurückliegen. Die Schwärzung der Glasballons von Glühlampen infolge von Verdampfung des Leuchtfadens ist nie ganz gleichmäßig. Bei Kohlenfadenlampen ist die Schwärzung an den Stellen am stärksten, die dem Faden am nächsten liegen; bei Wolfram-Wendeldrahtlampen finden sich in der Achse der Wendel zwei dunkle Flecke. Daneben finden sich noch Schwärzungen, die nicht



vom Faden ausgehen. Bei Wolframlampen mit gestrecktem Drahte ist das tragende Glasstäbchen dunkler als der Ballon, häufig bleibt der Ballon ganz klar, während das Stäbchen ganz schwarz ist. Lokale Schwärzungen finden sich weiter an den Einschmelzstellen der Halterdrähte. Die letzteren Erscheinungen werden auf die Einwirkung von atomarem Wasserstoff bzw. auf elektrolytische Vorgänge in dem bei hoher Temperatur leitend werdenden Glase zurückgeführt. Eine dritte Art von Erscheinung ist durch helle Streifen am geschwärzten Ballon gekennzeichnet, wobei die Streifen Projektionen des Fadens auf die Glaswand sind. Diese Erscheinung wird auf eine Art Schirmwirkung der Fäden, der Zuführungsdrähte und des Stäbchens bei sehr rascher Verdampfung zurückgeführt. Bei einer vierten Art treten bei Wolframlampen ausgeprägte Linien auf, die weiß, blau oder dunkel sind. Die Ursache wird hier in einer Oxydbildung bei vorhandenen Luftresten erblickt; bei langsamem Eindringen von Luft in die Ballons bedeckt sich der ganze Ballon allmählich mit einer zunächst braunen, dann blauen Oxydschicht, die bei zunehmendem Luftdruck schließlich weiß wird. Schaltet man eine Wolframlampe ein, die eine Luftatmosphäre von 20 mm Druck aufweist, so wird die ganze Glasinnenwand mit einem leichten weißen Oxydüberzuge bedeckt, außerdem finden sich ausgeprägte weiße Linien, die in Ebenen liegen, die zu den Farbbügeln senkrecht stehen. Der Verfasser führt diese Erscheinung auf die Wirkung des Strahlungsdruckes zurück.

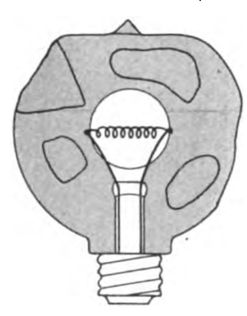


Abb. 3.

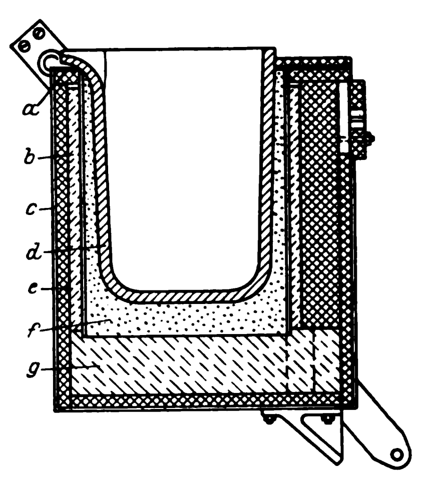
(Diese Erklärung findet ihre Bestätigung in Beobachtungen, die der Berichterstatter vor etwa 20 Jahren bei Dauerbrandversuchen mit Kohlenfadenlampen machte, die unter erhöhter Belastung brannten. Die Lampen hingen an einer Rampe, die an einer weißen Wand angebracht war, und wiesen an der der Wand abgekehrten Seite eine bedeutend stärkere Schwärzung auf als an der entgegengesetzten Seite, außerdem waren helle Streifen als Schirmwirkung der Fäden festzustellen.) —

Schließlich berichtet der Verfasser noch über einige Erscheinungen, die auf die Elektronenemission des glühenden Leuchtfadens zurückzuführen sind. Die Elektronen werden hier als Konzentrationskerne für Wolframstaub angesprochen. Einige systematische Versuche scheinen die Annahme zu bestätigen, daß der im luftleeren Raume schwebende Wolframstaub mindestens zum großen Teile geladen ist. Bei einer um 15 % überlasteten kleinen Glühlampe mit lockerem Wolfram-Wendeldraht zeigte sich nach einiger Zeit eine allgemeine Schwärzung mit starken dunklen Flecken gegenüber den Enden der gerade ausgespannten Wendel. Verspiegelt man die Lampe von außen bis auf eine kleine Aussparung, so zeigten sich die gleichen Verhältnisse nach Beseitigung der Verspiegelung. Berührte der Spiegel mit Aussparung jedoch den Sockel, der negative Stromzuführung hatte, so zeigte die überlastet betriebene Glühlampe nach etwa einstündigem Brennen eine leichte Schwärzung des ganzen Ballons, die ausgesparte Stelle dagegen war stark geschwärzt. Wurde dagegen die Verspiegelung an den positiven Pol gelegt, so wurde die Lampe nach 20 min so heiß, daß das Glas weich wurde und stellenweise einsackte. Nach Beseitigung der Verspiegelung erwies sich der verspiegelte Teil des Ballons stark, die Stelle an der Aussparung aber nur leicht geschwärzt (Abb. 3). (O. Kruh, El. u. Maschinenb., Anhang „Die Lichttechnik" Bd. 5, S. 1.) *Ir.*

Heizung. Öfen.

Ajax-Northrup-Induktionsofen zur Erzeugung eines neuen Schnelldrehstahles. — Bei den Imperial Steel Works von Edgar Allen & Co., Sheffield, England, sind die Tiegelöfen zur Erzeugung von Schnelldrehstahl durch einen Ajax-Northrup-Hochfrequenz-Induktionsofen ersetzt.

Die elektrische Einrichtung besteht aus einem 150 kVA-Motorgeneratorsatz, der mit 3000 U/min läuft und Strom von 1200 V bei 2200 Hz liefert. Der Hochfrequenzstrom geht durch eine wassergekühlte Kupferspule in der Umfassungsmauer des Ofens und wird von dem heißen Inhalt durch Asbest isoliert. Auch der Chamottetiegel ist von Sand umgeben, so daß sehr wenig Wärme aus dem Tiegel mit Ausnahme durch den Deckel ausgestrahlt werden kann. Abb. 4 zeigt einen Querschnitt durch den Ofen. Der Betrieb geht auf folgende Weise vor sich: Der Tiegel wird nach Einlegen eines Stahlstückes durch Einschalten des Stromes angewärmt. Der durch die Kupferspule gehende Strom erzeugt Wirbelströme in dem Stahlstück, wodurch es schnell erwärmt wird. Wenn das Stück genügend warm ist, wird der Strom ausgeschaltet und der Tiegel absorbiert etwas von der Wärme. Nachdem dieses Verfahren in kurzen Abständen wiederholt ist, wird der Rest des zu schmelzenden Metalls in den Tiegel geschüttet. Dann wird der Strom eingeschaltet, und in ungefähr 1 h ist eine volle Schmelze von 200 kg Stahl fertig und kann gegossen werden. Der Stromverbrauch für die erste Schmelze beträgt ungefähr 950 kVA/t Blöcke und für die folgenden ungefähr 850 kVA.



a Asbestpappe
b Primärspule
c Gehäuse
d Tiegel
e Asbestisolation
f Sandisolation
g Isoliersteine

Abb. 4. Durchschnitt durch den Induktionsofen.

Sobald das in dem Tiegel enthaltene Metall geschmolzen ist, läuft es heftig in vertikaler Richtung um, so daß seine Zusammensetzung an allen Stellen gleichmäßig gehalten wird. Ferner wird das Metall durch keine Verbrennungsgase oder durch den Kohlenstoff von Elektroden verunreinigt. Die Tiegel zeigen außen keine Abnutzung, aber durch die Zirkulation des flüssigen Metalles zeigen sich im Innern Anfressungen. Vergleichswerte zwischen einem Héroultofen und einem Hochfrequenzofen haben ergeben, daß die Kosten für Elektroden und für Chamottetiegel ungefähr die gleichen sind. Ein weiterer Vorteil ist, daß Schwefel und Phosphor zum größten Teil ferngehalten werden können.

Ein neuer Schnelldrehstahl, genannt „Stag Major", wird in diesem Ofen hergestellt. Die Analyse desselben ist nicht veröffentlicht, derselbe hatte aber folgende Eigenschaften beim Schneiden:

Schnittgeschwindigkeit	19,8 m/min
Spantiefe	$^{3}/_{16}$"
Vorschub	$^{1}/_{16}$"

Haltbarkeit bis zum Stumpfwerden:

14 % Wolfram-Schnelldrehstahl . .	4 min 30 s
18 % Wolfram-Schnelldrehstahl . .	8 min 12 s
Spezial-Schnelldrehstahl	14 min
„Stag Major"-Schnelldrehstahl . .	23 min

Gedreht wurde normalisierter Stahl mit 0,71 % Kohlenstoff und einer Brinellhärte von 235. (The Iron Age Bd. 121, S. 1619.) *Ill.*

Die Deckelheizung elektrischer Kochgeräte. — Die Arbeitsweise des üblichen Brat- und Backrohres besteht darin, daß das Backgut im Luftbad und durch Strahlung (Ober- und Unterhitze) erwärmt wird. Die Backform wird in einem Raum untergebracht, der wesentlich größer ist als sie selbst, wobei die Oberfläche des Ofenraumes zumeist ein Vielfaches derjenigen des Nutzraumes (Backform) beträgt. Die Art der Wärmeübertragung bedingt ein großes Temperaturgefälle von den Innenwandungen des Ofens zum Backgut, so daß die hohen Temperaturen in Verbindung mit den großen Flächen erhebliche Wärmeverluste verursachen. Starke Isolationen können diese nicht auf das gewünschte Maß herabdrücken. In jüngster Zeit sind auf dem Markt Geräte erschienen, die in ihrer Arbeitsweise von den üblichen Brat- und Backröhren er-

heblich abweichen, nämlich die deckelbeheizten Brat- und Backformen (Abb. 5 u. 8). Es sind dies Aluminiumgefäße üblicher Bauart, die am oberen Rand mit einem Konus versehen sind. Lediglich der Deckel trägt im Innern eine Heizwicklung und gibt seine Wärme einmal durch metallischen Kontakt an die Gefäße ab und weiter durch Strahlung auf das Backgut. Das Verhältnis der durch metallische Leitung vermittelten Seiten- und Unterhitze zur Oberhitze hat der Konstrukteur durch die Dimensionierung der Gefäßwandungen in der Hand.



Abb. 5. Das Eingreifen des Konus am Deckel in die verschiedenen Gefäße.



Abb. 8. Deckelbeheizte Grill- und Bratpfanne.

Auf den ersten Blick scheint diese Lösung physikalisch unrichtig zu sein, da die Erhitzung von oben erfolgt, jedoch soll gezeigt werden, daß diese Art der Erwärmung berufen ist, neben der geradezu erstaunlich einfach anmutenden Lösung der Probleme um das Brat- und Backrohr, den elektrischen Kochtopf für festere Speisen — in Parallele zum Wasserkocher — und die elektrische Bratpfanne zu schaffen. Zunächst sollen die Verhältnisse beim B a c k e n untersucht werden.

I Brat- und Backrohr (735 W)
II Deckelbeheizte Backform (500 W)
III Deckelbeheizte Grill- und Bratpfanne (1000 W).

Abb. 6. Anheizkurven.

Die üblichen Anheizkurven ergeben nur einen bedingt richtigen Vergleich. Hier wie bei den späteren Versuchen wurde ein relativ gut wärmeisoliertes Rohr verwandt, das eine Leistungsaufnahme von 735 W besaß (auf dem Leistungsschild niedriger angegeben), und eine „Degea-Küche" als deckelbeheizte Backform mit einer Aufnahme von 500 W. Kurve I in Abb. 6 zeigt die Erwärmung einer in den Backraum des Rohres gestellten Backform in Abhängigkeit von der Zeit, Kurve II die Erwärmung der gleichen Form mittels Deckelheizung. In den ersten 40 min erfolgt die Erwärmung bei Deckelheizung trotz niedriger Leistungsaufnahme schneller, dann nähert sich der Apparat dem stabilen Zustand, der bei etwa 240 ° erreicht wird, während Kurve I weitersteigt. Die Kurven gelten für den Leerlauf, also für nicht der Praxis entsprechende Verhältnisse. Füllt man die Formen mit Backgut, so werden ihre Temperaturen auf rd. 20 ° herabgedrückt, die dann bis zum Schluß des Prozesses bis auf etwa 110 ° steigen. Das mittels Deckels beheizte Gefäß ist nun gleichzeitig Außenmantel, stellt also den größten Teil der Wärme abgebenden Oberfläche dar, so daß seine tiefen Temperaturen maßgebend für die Wärmeverluste sind. Beim Backrohr dagegen wird die kühle Form vom heißen Luftbad eingeschlossen, für dessen Temperaturen die Kurve I Anhalt gibt. Nun erhalten die für die Wärmeverluste in Betracht kommenden Innenwände des Rohres infolge des notwendigen Wärmegefälles noch weit höhere Temperaturen. Es muß also angenommen werden, daß man mit deckelbeheizten Backgefäßen einmal durch das Anpassen des Innenraumes des Apparates an den Nutzraum und weiter durch die direkte Wärmeübertragung mittels metallischer Leitung wesentlich wirtschaftlicher arbeitet.

Die Verhältnisse wurden untersucht und die Ergebnisse in Abb. 7 festgelegt. Das Brat- und Backrohr wurde, der Gebrauchsanweisung entsprechend, 20 min angeheizt, der Deckel der direkt beheizten Form 3 min. Dann wurden gleiche Formen mit gleichem Backgut eingeführt. Es zeigte sich, daß mit dieser wesentlich verschiedenen Anheizzeit die Temperaturen, welche im Backgut, und zwar auf dem Boden gemessen wurden, nahezu gleichliegen. Kurve I zeigt den Temperaturanstieg bei Verwendung des Brat- und Backrohres, Kurve II den bei der deckelbeheizten Form. 45 min nach Beginn des Backens wurde ausgeschaltet und nach weiteren 5 min die fertige Backware entnommen.

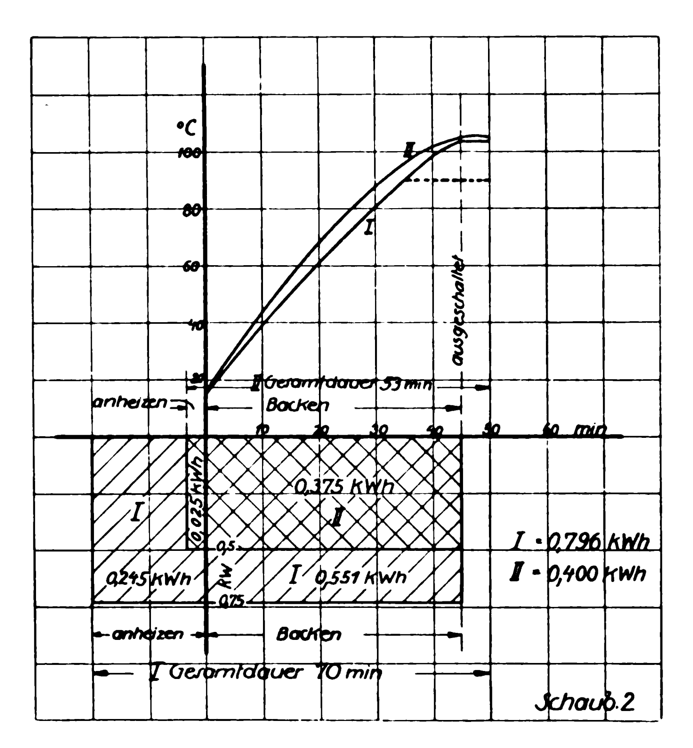


Abb. 7. Temperaturverlauf, Backzeit und Energieverbrauch: *I* beim Brat- und Backrohr, *II* bei Deckelheizung.

Der Leistungsverbrauch des Brat- und Backrohres betrug 0,245 kWh (Anheizen) + 0,551 kWh (Backen) = 0,796 kWh, der des deckelbeheizten Gefäßes 0,025 (Anheizen) + 0,375 (Backen) = 0,400 kWh, also rd. die Hälfte, die Gesamtzeit beim Brat- und Backrohr 70 min, bei dem deckelbeheizten Gefäß 53 min, also rd. 76 %. Wollte man selbst von dem nicht häufig vorkommenden Fall ausgehen, daß hintereinander mehrere Gerichte bereitet würden und somit die Anheizzeit nur einmal aufgewandt werden müßte, beträgt das Verhältnis immer noch 0,551 kWh/0,375 kWh zugunsten der deckelbeheizten Form.



Es wurde nun untersucht, ob die im Backrohr aufgespeicherte Energie zur Beendigung des Prozesses nutzbar gemacht werden kann. Zu diesem Zweck wurde bei einem weiteren Versuch der Strom nach 35 min unterbrochen. Wie die gestrichelte Linie in Kurve I zeigt, knickte dieselbe sofort ab, ohne daß der Backprozeß vollendet wurde.

Der Beweis der weit höheren Wirtschaftlichkeit der direkten Heizung bei Herstellung von Backwaren dürfte hiermit erbracht sein. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Braten. Als Nachteil der Anpassung des Innenraumes an den normal verwandten Nutzraum ist hier anzuführen, daß das Braten größeren Geflügels in einem Stück nicht möglich ist. Es wäre jedoch nicht gerechtfertigt, durch Rücksichtnahme auf diese seltener vorkommende Arbeit die Wirtschaftlichkeit der täglichen Benutzung derart stark zu beeinträchtigen, zumal die Eigenart der Zubereitung — schnelles Schließen der Fleischporen — ein Zerteilen ohne Beinträchtigung des Geschmackes gestattet.

Beim Kochen von reinen Flüssigkeiten ist die Erhitzung vom Boden aus die allein richtige. Hierhin gehören der Schnellwasserkocher und die Kochplatte. Dagegen bietet das Kochen von Gemüsen und Fleischgerichten mittels Deckelheizung den Vorteil der milden Einwirkung der Hitze, wodurch der Nährwert erhalten und ein „Ansetzen" der Speisen vermieden wird. Hierbei soll möglichst wenig Flüssigkeit zugefügt werden, womit gleichzeitig einer Forderung der Bromatik nachgekommen wird.

Die Deckelheizung läßt sich auch bei der Bratpfanne anwenden. Bisher wurden die Bratpfannen durch die elektrische Apparatur zu schwer; ferner zeigten Körperschlüsse und sonstige Defekte immer wieder, daß die Pfannen beim Reinigen ganz unter Wasser getaucht werden. Bringt man an dem beheizten Deckel eine Umsteckdose etwa mit den Leistungen 225/450/900 W an, so steigt bei der höchsten Stufe die Temperatur in der Pfanne in kurzer Zeit auf jede notwendige Höhe (Abb. 6, Kurve III), so daß außer den üblichen Pfannengerichten nach Einlegen eines Rostes auch Grillgerichte hergestellt werden können (Abb. 8). In 12½ min ist z. B. vom kalten Zustand aus die Grilltemperatur erreicht. Der Wärmenachschub ist so intensiv, daß Fleischscheiben in 3 ... 5 min, und zwar ohne Wenden, fertig gegrillt sind.

Dipl.-Ing. F. Bieling.

Bahnen und Fahrzeuge.

Beteiligung der deutschen Industrie an der Elektrisierung der französischen Südbahn. — Die französische Südbahn hat bisher etwa 1000 km ihres Netzes für elektrischen Betrieb umgewandelt, jetzt auf Grund eines Abkommens mit der Regierung die Mittel für die Elektrisierung von weiteren 1100 km erhalten und für diese neuen Strecken mit den Siemens-Schuckertwerken A.G., Berlin, und den Constructions Électriques de France S.A., Paris, einen Lieferungsvertrag abgeschlossen. Zunächst kommen 100 Lokomotiven und 15 Triebwagen für Gleichstrom 1500 V zur Ausführung.

Die Lokomotiven sind für die Beförderung von Personen- und Güterzügen bestimmt und erhalten die Bauart B-B (also 4 Triebachsen). Sie unterscheiden sich nur durch die Zahnradübersetzung voneinander. Jede Triebachse mit 1400 mm Dmr. wird von einem Motor mit Tatzenlageraufhängung mittels zweiseitiger Zahnradübersetzung angetrieben. Die Gesamtleistung aller 4 Motoren am Radumfang beträgt 1400 PS.

Generalunternehmer sind die Constructions Électriques, indessen haben die SSW den größeren Anteil der Lieferung erhalten. Dieser umfaßt den mechanischen Teil von 60 Lokomotiven, der von der Lokomotivfabrik I. A. Maffei, München, ausgeführt wird, die Triebmotoren für diese Lokomotiven und die Gehäuse sowie das Wicklungsmaterial für die Triebmotoren der übrigen 40 Lokomotiven, die die Constructions Électriques liefern. Ferner liefern die SSW die Kompressormotoren für alle 100 Lokomotiven, sämtliche Triebmotoren für die viermotorigen Triebwagen, alle Kompressormotoren für diese und noch andere Teile.

Die Lieferungen der deutschen Firmen erfolgen auf Reparationskonto.

Normal-Kettenfahrleitung elektrischer Eisenbahnen. — O. M. Jorstad empfiehlt für die elektrische Ausrüstung von in Krümmungen liegenden Gleisen die Anwendung von Fahrleitungen mit schräg liegendem Tragseil, das so zu spannen ist, daß der Fahrdraht dadurch in der für den Bügellauf des Stromabnehmers günstigsten Lage geführt wird (Abb. 9). Jorstad entwickelt eine Formel, die zur schnellen Bestimmung des erforderlichen Tragseilzuges für die Montagetemperatur dient, wenn die Einheitsgewichte von Tragseil und Fahrdraht und der Fahrdrahtzug gegeben sind. Sie lautet:

$$\frac{g_T}{g_F} = \frac{Z_T}{Z_F},$$

worin bedeuten:

g_T Einheitsgewicht des Tragseiles mit anteiligem Hängergewicht,
g_F Einheitsgewicht des Fahrdrahtes mit anteiligem Hängergewicht,
Z_T Spannkraft im Tragseil,
Z_F Spannkraft im Fahrdraht.

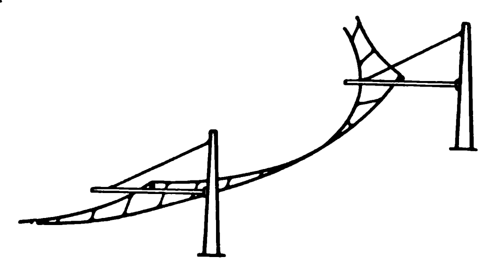


Abb. 9. Darstellung der in der Krümmung liegenden schiefen Kettenfahrleitung.

Die Formel gilt, wie der Verfasser betont, nur für die von ihm als „ideal geneigte Kettenfahrleitung" bezeichnete Konstruktion. Er meint damit eine Fahrleitung, deren sämtliche Hängedrähte denselben Neigungswinkel gegen die Horizontalebene haben. Dies kann aber nur der Fall sein, wenn der Fahrdraht in Form eines Kreisbogens verlegt ist, weil nur dann die Horizontalkomponenten der Hängedrahtzugkräfte eine unveränderliche Größe haben. Damit bleibt dann auch

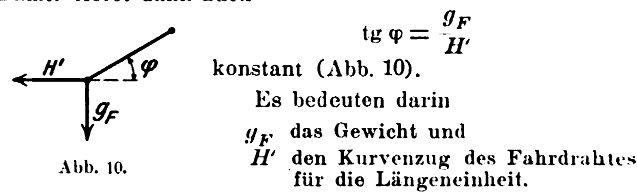


Abb. 10.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{g_F}{H'}$$

konstant (Abb. 10).

Es bedeuten darin

g_F das Gewicht und
H' den Kurvenzug des Fahrdrahtes für die Längeneinheit.

Diese Voraussetzung für die Gültigkeit seiner Formel hat O. M. Jorstad in seinem Aufsatz nicht genügend hervorgehoben, während er dagegen Nebensächlichkeiten in ermüdender Breite auseinandersetzt.

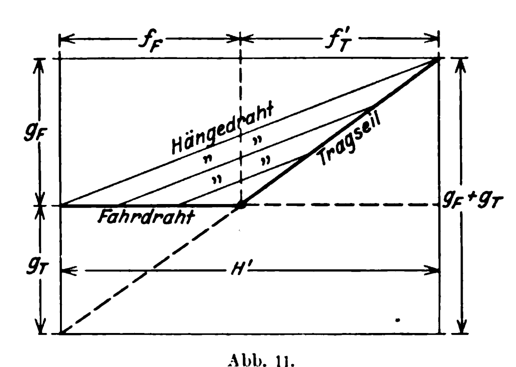


Abb. 11.

Mit Hilfe der erwähnten Formel, deren Ableitung weiter unten zu finden ist, überprüft Jorstad alsdann einige ausgeführte Fahrleitungen, kommt dabei aber zu dem Ergebnis, daß keine einzige dieser Leitungen der von ihm aufgestellten Beziehung gerecht wird. Die gemessenen Tragseilzüge waren durchweg erheblich höher als die von ihm errechneten, und zwar betrugen die Abweichungen bis zu 164 %.

Damit beweist er doch, wenn einwandfreies Arbeiten der untersuchten Leitungen vorausgesetzt wird, daß durchaus kein dringendes Bedürfnis nach seiner neuen Formel besteht und daß auch brauchbare Konstruktionen möglich sind, bei denen die Führung des Fahrdrahtes erheblich von der Kreisbogenform abweicht, die, wie schon oben gesagt, die Voraussetzung bei der Ableitung seiner Formel war.



Das, was uns hier in Deutschland am meisten interessiert hätte, nämlich Angaben über das Verhalten schiefer Fahrleitungen bei Winddruck und bei Temperaturänderungen, zumal für den Fall, daß keine seitliche Festlegung des Fahrdrahtes an den Masten stattfindet, sucht man in dem sich über 7 Druckseiten erstreckenden Aufsatz vergeblich.

Die in dieser Arbeit noch gegebenen Formeln zur Bestimmung des Neigungswinkels der Isolatorenkette und ihres Abstandes aus der Gleisachse sind allgemein bekannt. Es soll deshalb auf ihre Wiederholung an dieser Stelle verzichtet werden. Dagegen sei die Ableitung der eingangs aufgeführten Grundformel wiedergegeben. Der Beweis wird an Hand der Abb. 11, die einen Vertikalschnitt durch die Fahrleitung darstellt, geführt, worin die oben noch nicht erklärten Bezeichnungen folgende Bedeutung haben:

H' Horizontalkomponente der Zugkraft der Hängedrähte, bezogen auf die Längeneinheit des Fahrdrahtes, also

$$H' = \frac{Z_F}{R},$$

f_F horizontaler Durchhang des Fahrdrahtes,

f_T' Horizontalprojektion des Tragseildurchhanges.

Die Hängedrahtneigung ist bestimmt durch das Verhältnis $\frac{g_F}{H'}$ und der Neigungswinkel des Tragseiles durch den Bruch $\frac{g_F + g_T}{H'}$.

Nach Abb. 11 ist

$$\frac{g_T}{f_F} = \frac{g_F}{f_T'} \quad \text{oder} \quad \frac{g_T}{g_F} = \frac{f_F}{f_T'}.$$

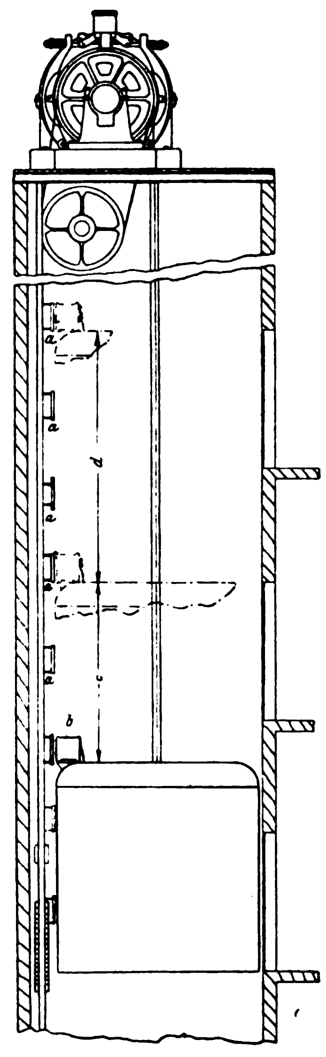
Da die Durchhänge zweier gleich stark belasteten Seile sich umgekehrt verhalten wie die Horizontalkomponenten ihrer Zugkräfte, da also $\frac{f_F}{f_T'} = \frac{Z_T}{Z_F}$ ist, so ergibt sich

$$\frac{g_T}{g_F} = \frac{Z_T}{Z_F}.$$

Fahrdraht und Tragseil werden in horizontaler Richtung gleich stark belastet, nämlich durch die Horizontalkomponenten der Hängedrahtkräfte. (O. M. Jorstad, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1307.) *Krm.*

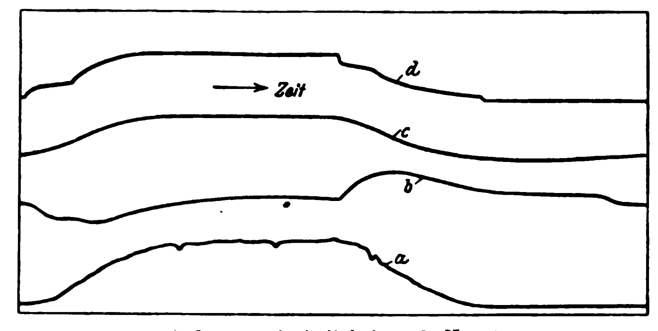
Hebezeuge und Massenförderungen.

Entwicklung der schnellfahrenden Aufzüge. — E. M. Bouton beschreibt eine neuartige Steuerung für schnellfahrende Personenaufzüge. Der Verfasser stellt zunächst einen grundsätzlichen Vergleich an zwischen der älteren Steuerung mit Widerstandschaltung (in Deutschland unter dem Namen „Meyerschaltung" bekannt) und der Steuerung mit Spannungsänderung (Leonardschaltung) und beweist die erhebliche Überlegenheit der letzteren auf Grund ihrer Anpassungsfähigkeit an alle Stromarten, ferner auf Grund des großen Regelbereichs, der bei allen Belastungen genaueres Einfahren in die Haltestellen gestattet, der Stoßfreiheit der Regelung und der Vermeidung aller Kontaktapparate für starke Ströme. Diese Vorzüge der Leonardschaltung bildeten die Grundlage für ein im einzelnen beschriebenes Steuerungssystem, das besonders für den Betrieb in Hochhäusern mit starkem Verkehr entwickelt wurde, und zwar aus dem Bestreben heraus, den Aufzugsführer möglichst zu entlasten und ein genaues Anhalten ohne die Inanspruchnahme seiner Geschicklichkeit zu bewirken. Zu diesem Zweck ist die Anordnung so getroffen, daß der Führer das Stillsetzen nur vorbereitet, indem er den Steuerhebel in die Nullstellung bringt, während das Anhalten an der nächsten Haltestelle selbsttätig durchgeführt wird. Hierbei wird die Fahrgeschwindigkeit zunächst von der normalen (3 m/s) auf rd. 0,15 ... 0,20 m/s vermindert, und erst kurz vor der Haltestelle wird der Motor stillgelegt und die Bremse aufgelegt. Besonders bemerkenswert ist nun, daß die Organe, die die Verzögerung und das Stillsetzen bewirken, zwar unmittelbar durch eine Wechselwirkung zwischen Teilen im Schacht und solchen an der Kabine betätigt werden, andernteils aber keine mechanischen Hilfsmittel hierzu verwendet werden. Durch die unmittelbare Einwirkung auf die Kabine wird mit Rücksicht auf das Fehlen aller Übersetzungen usw. (wie bei Kopierwerken) eine außergewöhnliche Genauigkeit erzielt, während gleichzeitig jede Geräuschbildung an mechanisch betätigten Teilen vermieden ist. Die Aufgabe wird durch die Anwendung der sogenannten Induktoren gelöst. Dies sind Eisenstücke, die an entsprechenden Stellen im Schacht verteilt sind und an denen Magnetsysteme auf der Kabine mit geringem Luftraum vorbeigleiten, die, obwohl sie erregt sind, eine Relaiswirkung erst ausüben, wenn sie den Induktoren genau gegenüberstehen (Abb. 12). Die Unterteilung im Schacht ist so vorgenommen, daß das Verzögern und das Stillsetzen auf den kürzesten Wegen geschieht; gleichzeitig ist aber die Wegstrecke, innerhalb der der Führer die Stillsetzung vorbereiten kann, so reichlich gewählt, daß nicht nur an seine Geschicklichkeit keinerlei Anforderungen gestellt werden, sondern daß ihm auch bis zum Stillsetzen die Möglichkeit bleibt, sich bereits mit dem Öffnen der Türen usw. zu beschäftigen. Es entfallen demnach alle Verzögerungen im Betrieb, die sich z. B. aus einem vorzeitigen Verringern der Fahrgeschwindigkeit und einem Nachsteuern zur Erzielung genauen Anhaltens ergeben würden. Es wird ohne Zuhilfenahme besonderer Feineinstellungen ein absolut genaues Anhalten erzwungen, so daß das Aus- und Einsteigen glatt vonstatten gehen kann, während erfahrungsgemäß auch die kleinste Ungenauigkeit im Anhalten eine gewisse Störung im Verkehr ergibt. Die Übergänge auf die einzelnen Geschwindigkeiten gestalten sich bei diesem System sehr stoßfrei, wie das Oszillogramm Abb. 13 (unterste Kurve) zeigt. Es sind eine ganze Reihe Aufzüge nach diesem Prinzip gebaut und haben ihre Überlegenheit gegenüber rein handbetätigten Systemen bewiesen. Die Steuerung kann noch eine Erweiterung erfahren durch ihre Verbindung mit der Signalanlage, durch die an den Haltestellen wartende Fahrgäste ihre Fahrtwünsche zu erkennen geben. Das Signal wird dem Führer nur innerhalb der Abstellzone der betreffenden Haltestelle sichtbar bzw. hör-



a Induktoren
b Induktorschalter
c Haltezone
d Strecke, innerhalb deren die Stillsetzung vorbereitet werden kann

Abb. 12. Personenaufzug mit selbsttätiger Halte-Einrichtung.



a Aufzugsgeschwindigkeit *b* Netzstrom
c Motor-Bürstenspannung *d* Generator-Nebenschlußstrom

Abb. 13. Oszillogramm eines Aufzuges mit selbsttätiger Halte-Einrichtung.

bar, so daß er sich über die Stellung der Kabine im Schacht keine Rechenschaft zu geben braucht. Ferner kann man auch das Signalsystem unmittelbar auf die Induktorsteuerung wirken lassen, so daß die Kabine ohne Mitwirkung des Führers selbsttätig an der Haltestelle zum Stillstand kommt, an der Fahrgäste einzusteigen beabsichtigen. (E. M. Bouton, The Electric Journ. Bd. 24, S. 299.) *Schz.*

Landwirtschaft.

Hochspannungs-Gleichrichter für Elektrokultur. — Bekanntlich kann das Erträgnis landwirtschaftlicher Kulturen durch Ionisierung der über dem Boden lagernden Luft merklich erhöht werden. Der wirtschaftliche Erfolg solcher Maßnahmen bleibt indes wegen der hohen Einrichtungskosten der elektrischen Anlage und der ebenfalls relativ großen Betriebskosten meist aus. Man muß deshalb, um die Frage wirtschaftlich arbeitender Elektrokulturen ernsthaft zu prüfen, zunächst einen geeigneten Stromerzeuger entwickeln, der niedrigen Anschaffungspreis mit hohem Wirkungsgrad vereinigt. Hierfür erscheinen Elektronenröhren, als Ventilrohre geschaltet, recht geeignet. Es wurden mit einer solchen Apparatur bei 2000 V Betriebspannung Versuche vorgenommen, indem man in rd. 20 cm Entfernung über den Pflanzenspitzen elektrisierte Drähte ausspannte, die während der Wachstumsperiode entsprechend nachgestellt wurden. Unter dem Vorbehalt einer späteren Korrektur durch wiederholte Versuche konnte festgestellt werden, daß die elektrisierten Keimlinge (Gerste und Weizen) bis zu 60 % Mehrgewicht aufwiesen als gleichzeitig beobachtete nichtelektrisierte Kontrollpflanzen; dabei zeigte sich insbesondere eine besonders große relative Gewichtszunahme bei den in frühester Jugend elektrisierten Kulturen.

Vor dem Urteil über den Wert solcher Versuche wird man genauere Ergebnisse mit Angabe auch der quantitativen Versuchsbedingungen abwarten müssen. Vielleicht können die von Gábor und Reiter jüngst durchgeführten Untersuchungen (Strahlentherapie 1928, S. 125) dazu beitragen, das Problem der Elektrokultur etwas tiefer zu begründen, als es durch wesentlich elektrotechnische Arbeiten geschehen kann. (P. Jaccard u. W. Ostwald, Bull. SEV Bd. 19, S. 54.) *Oldff.*

Fernmeldetechnik.

Erzeugung von sehr kurzen elektrischen Wellen mittels Hochfrequenzfunken. — In dem Bestreben, kürzere Wellen herzustellen, als man sie mit Röhren erhält, also Wellen, die wesentlich kürzer sind als 2 m, verwendet E. Busse einen kleinen, mit Funken erregten Sender, bestehend aus einem geschlossenen Funkenkreis und einem damit galvanisch gekoppelten geradlinigen Sendedraht. Um große Leistungen zu erzielen, wird die Funkenzahl auf 10^6 in der Sekunde gesteigert. Dies wird durch einen Teslatransformator erreicht, der auf der Primärseite mit ungedämpften Schwingungen erregt wird. Teilweise erhielt dieser Lufttransformator mit variabler Koppelung noch einen Zwischenkreis. Zur Erzeugung der ungedämpften Speiseschwingungen diente ein Röhrengenerator für 500 W Hochfrequenzleistung. Die im Sendedraht erregte Schwingungsleistung wurde aus Stromstärke und Dämpfungswiderstand auf 50 W geschätzt. Mit dieser Anordnung wurden Reichweiten- und Empfangsversuche angestellt, und zwar mit 3 m langen Wellen, weil für diese Empfangsgeräte vorhanden waren. Eine Strecke von etwa 20 km Länge konnte bei Telegraphierversuchen mit dieser Anordnung noch sicher überbrückt werden. Mit Wellen von der ungefähren Länge 30 cm wurden Abhängigkeiten der Wellenlänge und der Dämpfungsdekremente vom Elektrodenmaterial gefunden. Ferner werden Sendecharakteristiken mitgeteilt, die mit Detektorempfängern aufgenommen sind. Besondere Mühe mußte auf gute Kühlung der Funkenstrecken verwendet werden. (E. Busse, Jahrb. drahtl. Telegr. Bd. 31, S. 97.) *Kb.*

Der sprechende Film in Amerika. — Die Vorbereitungen zur Verbreitung des sprechenden Films haben in den letzten Wochen in den V. S. Amerika greifbare Fortschritte gemacht. Die Einführung des sprechenden Films erfolgt unter Zugrundelegung von Patenten der Western Electric Co. und der American Telephone & Telegraph Co., die auf die Electrical Research Products Corp., eine Tochtergesellschaft der Western Electric Co., übertragen worden sind. Letztere hat nunmehr mit der Paramount-Famous-Lasky-Corp., der Metro-Goldwyn-Pictures Corp. und der United Artists Corp. Verträge über die Verwertung ihrer Patente abgeschlossen. Die Fox Film Corp. und die Warner Brothers Pictures Corp. stellen bereits sprechende Filme nach den Western Electric-Patenten her, und analoge Verträge mit den First National Pictures, den Universal Pictures und Keith-Albee-Orpheum stehen vor dem Abschluß. Alle großen Filmgesellschaften der V. S. Amerika werden somit bei der Herstellung von sprechenden Filmen die Western Electric-Patente verwenden. Nunmehr werden Vorbereitungen zu der Einführung des sprechenden Films von den Filmproduzenten und den Theaterbesitzern getroffen. Die Western Electric Co., die die Ausrüstungen liefert, hat mitgeteilt, daß bereits 300 Lichtspielhäuser mit den benötigten Vorführungsapparaten ausgerüstet sind und daß bis Jahresende in den V. S. Amerika nicht weniger als 1000 Theater sprechende Filme vorführen würden. (El. Nachr. Techn. Bd. 5, S. 275.)

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Elektronenströme und Raumladung in dichten Gasen. — F. Skaupy und W. Daudt haben die Tatsache genauer untersucht, daß Verstärkerröhren, die mit Stickstoff oder Stickstoff und Argon gefüllt sind, ähnliche Erscheinungen wie evakuierte Röhren zeigen, nämlich einen auf Raumladung beruhenden Elektronenstrom ohne Neigung zu Glimm- oder Bogenentladung. Die Abhängigkeit des Anodenstroms von der Gitterspannung wurde von Drucken von 600 mm bis zu 300 mm gemessen; bei kleineren Drucken tritt meist bereits bei Gitterspannungen von etwa 20 V Kurzschluß durch Lichtbogenbildung ein. Die Sättigungsströme steigen mit abnehmendem Druck. Die Erscheinungen sind schwächer ausgeprägt als bei Vakuumröhren. Bei gleicher Heiztemperatur sind die Sättigungsströme durchschnittlich viermal kleiner. Geringe Verunreinigungen von Kohlenoxyd setzten die Emission auf das 4- bis 9fache herab. Zusätze von Kohlendioxyd bewirken Schwärzung von Gitter und Anode und baldiges Durchbrennen des Heizfadens durch den aus Kohlendioxyd gebildeten Sauerstoff. (F. Skaupy u. W. Daudt, Phys. Z. Bd. 28, S. 313.) *Br.*

Untersuchungen an der Doppelgitterröhre in Raumladungsnetzschaltung. — Es wird über Unregelmäßigkeiten berichtet, die bei der Aufnahme der normalen Kennlinien von Doppelgitterröhren in Raumladungsnetzschaltung auftreten. Als Ursache dieser Abweichungen vom normalen Kurvenverlauf ergibt sich Selbsterregung, veranlaßt durch das Raumladungsnetz-Potentiometer (nicht selbstinduktionsfreier Schiebewiderstand) infolge des negativen Widerstandes der Strecke Raumladungsnetz—Kathode. Bei der Aufnahme von Kennlinien wurde dieselbe durch Parallelschalten eines Kondensators großer Kapazität zum negativen Widerstand vermieden. Es werden Stromkurvenscharen in Abhängigkeit von der Raumladungsnetz-, Steuergitter- und Anodenspannung wiedergegeben, jeweils mit den anderen Spannungen als Parameter, und die Veränderungen der charakteristischen Größen der Röhre mit denselben im Sättigungsgebiet diskutiert. Als Hauptergebnis läßt sich feststellen, daß der Anstieg der Steuergitterkennlinie $[i_a = f(e_g)]$ nicht geradlinig erfolgt; der Raumladungsnetzstrom hat für die gesamte Aussteuerung des Anodenstromes eine fallende Charakteristik, so daß damit die Gefahr der Selbsterregung gegeben ist; die fallende Charakteristik wird mit der Abnahme der abfangenden Wirkung des Raumladungsnetzes auf die Elektronen infolge der geringer werdenden Raumladung des durchs Netz fliegenden Elektronenstromes bei zunehmender Raumladungsnetzspannung erklärt; endlich sind die charakteristischen Größen der Raumladungsnetzröhre nicht konstant, vor allem hängen auch die Durchgriffswerte sehr von den gewählten Betriebsbedingungen ab. (J. Dantscher, Arch. El. Bd. 20, H. 4, S. 333.)

Über die Induktionswirkung von Starkströmen auf benachbarte Leitungen. — Es wird die Strom- und Spannungsverteilung in einer langen Leitung mit verteiltem Widerstand, Kapazität und Selbstinduktion untersucht, die der induktiven Einwirkung einer beliebigen Anzahl von parallel verlaufenden Starkstromleitungen ausgesetzt ist. Die allgemeinen Gleichungen werden für eine Reihe von Spezialfällen näher erörtert, und es wird besonders der Einfluß des Zustandes der Leitungsenden besprochen. Es ergibt sich, daß die Extremwerte der Stromstärke mit den Nullstellen der Spannung zusammenfallen. Zu Beginn und am Ende eines von einer Starkstromleitung beeinflußten Bereiches treten in der beeinflußten Leitung Spitzen in



den Spannungskurven und Wendepunkte in den Stromkurven auf. Durch Erdung der beeinflußten Leitung an ihren Enden wird das Potential der Leitung auf ihrer ganzen Länge beträchtlich herabgesetzt, die Stromstärke hingegen erhöht. Die theoretischen Ausführungen werden auf den Fall eines von parallellaufenden Starkströmen beeinflußten Fernmeldekabels angewendet. Es wird eine Schaltung angegeben, die die Erdung der Betriebsfernmeldeleitungen ermöglicht, ohne den Fernmeldebetrieb zu stören. Dies geschieht in der Weise, daß die Mitten der der beeinflußten Kabelstrecke zugewendeten Wicklungen der Endübertrager an Erde gelegt werden. Durch dieses Verfahren wird einerseits das Potential der Schwachstromleitungen auf ihrer ganzen Länge wesentlich herabgesetzt. Unsymmetrien in den Erdkapazitäten geben daher in wesentlich geringerem Ausmaße zu störenden Ausgleichströmen Anlaß als in dem Falle von isolierten Leitungen. Außerdem wirken die in den Betriebsadern fließenden Ströme auf die benachbarten Leitungen zurück, und es wird dadurch offenbar dieselbe Wirkung erzielt wie durch den Kabelmantelstrom (den man noch durch zusätzlich über der Kabelseele angeordnete Kupferdrähte zu verstärken bestrebt war), ohne daß es notwendig wäre, das Kabel mit sonst totem Material zu belasten. Die Wirksamkeit des Verfahrens wird durch Versuche bestätigt. (H. Schiller, Arch. El. Bd. 20, H. 3, S. 252).

Verschiedenes.

Vom Hause der Technik. — Das Haus der Technik in Essen, das bereits 2 Vortragsemester mit Erfolg durchgeführt hat, bringt das neue Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1928/29 heraus. Aus dem engeren, den Elektrotechniker interessierenden Gebiet seien folgende Themata genannt:

R. Rüdenberg, Die Relaissteuerungen der modernen Elektrotechnik.
V. Blaess, Einführung in die technische Schwingungslehre unter Vorführung von Modellen.
R. Haas, Deutsche Elektrizitätswirtschaft.
Heidebroek, Arbeitsvorbereitung in industriellen Betrieben als systematische Aufgabe.
E. Reuleaux, Neuerungen auf dem Gebiete des Eisenbahnsignal- und Sicherungswesens.
F. Rötscher, Berechnung und Konstruktion im Maschinenbau.
F. Weidert, Die Anwendung optischer Methoden in der Technik.
O. Ohnesorge, Grundsätzliches aus dem Patentwesen.
F. Dessauer, Technik und Erziehung.

Außerdem werden eine Reihe von Vorträgen gehalten, welche die Ingenieure aller Fachrichtungen, Architekten, Bauingenieure, Verkehrs-, Berg- und Hütteningenieure sowie Chemiker und Physiker interessieren. Die Vorlesungen fallen in den Zeitraum vom 23. X. 1928 bis zum 12. III. 1929. Die Hörgebühr beträgt für eine Vortragstunde 1 RM. Hörerkarten sind in den bekannten Essener Buchhandlungen, beim Essener Verkehrsverein, der Bergschule Essen oder an der Abendkasse eines jeden Vortrages erhältlich. Alles Nähere ist bei der Geschäftsführung des Hauses der Technik, Essen, Herbertstr. 13, zu erfahren. *of.*

Verein Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E. V. — Die diesjährige Hauptversammlung des Vereins Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E. V. hat beschlossen, die Tätigkeit des Vereins, die bisher im wesentlichen auf das Straßenbahn-, Kleinbahn- und Privateisenbahnwesen beschränkt war, auch auf den öffentlichen Kraftwagenverkehr auszudehnen. Entsprechend diesem erweiterten Tätigkeitsgebiet ist der bisherige Name des Vereins Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen E. V. in Verband Deutscher Verkehrsverwaltungen E. V., Telegrammanschrift Vaudevau, abgeändert worden.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Die Elektrotechnik auf der Pressa. — Bei der Bedeutung, welche der Elektrotechnik im heutigen Nachrichtenverkehr und diesem im Rahmen des gesamten Pressewesens zukommt, mußte das elektrische Fernmelden im Aufbau der Kölner Presseausstellung eine wichtige Rolle spielen. Eine fast 100 m² große Nachrichten-Weltkarte zeigte in sinnfälligster Weise, wie sich Fernsprecher und Telegraph, Funk und Kabel im Weltverkehr an der Übertragung und Verbreitung der Nachrichten beteiligen. Kleine Türme stellten auf dieser Karte die bedeutendsten Sende- und Empfangsstellen des Nachrichtenverkehrs dar, verschiedenfarbig leuchtende Lampen und Vakuumröhren zeigten die Art und den Weg der Leitungsübermittlung; für den Funk waren die Sender und die Empfänger durch Funkenstrecken verschiedener Form verkörpert. Durch allmähliches Einschalten der Stationen und Leitungen wurde nun jedem Besucher unter kurzen Begleitworten gezeigt, wie eine Nachricht z. B. über den Ozean zunächst durch Funk, bald darauf durch Kabel anlangt, wie sie von der Transozeanstelle weitergegeben wird und schließlich, sich durch Fernsprecher und Telegraph verzweigend, immer weiter in die Länder verbreitet. Kleinere Karten und Modelle ließen den Weg der Meldungen im Lande und bis in die Räume der Nachrichtenbureaus und Zeitungsschriftleitungen verfolgen.

Welche Entwicklung die Fernmeldetechnik in der Zeitspanne von stark einem Jahrhundert genommen hat, ergab ein Vergleich dessen, was einerseits in der historischen Schau, anderseits in der Abteilung der modernen Tageszeitung ausgestellt war. Dort ließen die Urstücke oder Nachbildungen der Geräte eines Sömmering, Gauß und Weber, Steinheil und Reiß in ihren noch primitiven Formen ahnen, welche Schwierigkeiten die Wege der Erfinder hemmten. Hier sah der Pressabesucher die schon zum Alltag gehörenden neuesten Einrichtungen des Fernmeldewesens jüngster Entwicklung vor sich. Die Reichspost hatte nicht nur die verschiedenen Arten Telegraphengerät vom Klopfer über den Mehrfachtelegraphen bis zur Schnelltelegraphen-Maschine, sodann Selbstanschluß-Fernsprecher für Orts-, Schnell- und Fernverkehr mit allem Zubehör im Betrieb ausgestellt, sondern auch einen Bildtelegraphen nach dem System Siemens-Carolus-Telefunken aufgebaut, der im Verkehr mit Berlin stand und rege Benutzung durch die Ausstellungsbesucher fand. Aus der Abteilung Funktechnik der Reichspost ist die anschauliche Art hervorzuheben, in der durch Bilder und Geräte die Funkstörer unbelebter Natur, wie Klingeln, Motoren, Lichtwerbeschalter, Radioluxgeräte und dergl., sowie die Gegenmittel — Kondensatoren und Spulen — gezeigt wurden.

Unter den Vorführungen der Telegraphen-, Kabel- und Radiogesellschaften waren die leuchtenden Darstellungen der Leitungsnetze besonders wirksam. Die Reichsbahn zeigte u. a. plastische Darstellungen, welche die Bedeutung des Nachrichtenwesens für die Kassengebarung und die Wagengestellung erläuterten. Als Nachrichtengerät im weitesten Sinne waren auch die Einrichtungen aufzufassen, welche die Haltesignale der Bahnstrecke auf den Zug wirken lassen, falls sie dem Lokomotivführer entgehen; an kleinen Modellen der Reichsbahn erkannte man die Wirkungsweise einer mechanischen sowie einer elektromagnetischen Fahrsperre.

In einer Sonderabteilung waren die Stände der im Fernmeldewesen führenden Firmen zusammengefaßt. Hier konnte der Besucher u. a. neuere Anwendungen bekannter Geräte in Form von Polizeirufanlagen, Schutzeinrichtungen für Gebäude, Unfallmelder für Autostraßen, ferner Meßgeräte, vor allem zur Überwachung der mit Verstärkern betriebenen Anlagen finden. Für das große Publikum besonders lehrreich war die augenfällige Art, in der von einem großen Werk die Menge der zur Fertigung eines Stückes Kabel gebrauchten Stoffe in natura gezeigt wurde.

Über die ebenso interessante wie wertvolle Betätigung der Starkstromtechnik im Druckereibetrieb der Pressa ist von anderer Seite schon eingehend berichtet worden[1]. Hoerner.

„Bauten der Technik". — Wir entnehmen den VDI-Nachr., daß das Folkwang-Museum, Essen, in Verbindung mit der Nordwestdeutschen Arbeitsgemeinschaft des Deutschen Werkbundes vom 14. bis 18. XI. eine Ausstellung „Bauten der Technik" veranstaltet, die einen Überblick über den Stand des Industriebaus der Nachkriegszeit bieten soll. Eine Reihe von Lichtbildervorträgen bedeutender Fachleute ist vorgesehen.

Energiewirtschaft.

Weltenenergieprobleme. — Die Weltkraftkonferenz wird ihre zweite Hauptversammlung 1930 in Berlin abhalten und sich hauptsächlich mit den Fragen beschäftigen, die den Zusammenhängen zwischen Energiemarkt

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1473.



und Energieerzeugung zum Zweck größtmöglicher Verbilligung der Energie nachgehen[1]. Im Hinblick hierauf verdient ein Vortrag besondere Beachtung, den Dipl.-Ing. zur Nedden im März bei einem Herrenabend des Berliner Bezirksvereins deutscher Ingenieure gehalten hat[2]. Der Vortragende hob besonders hervor, daß die größte Ingenieuraufgabe aller Zeiten, nämlich die sichere und wohlfeile Versorgung der Menschheit mit Kraft, Licht und Wärme, nur im Zusammenwirken zwischen Ingenieur, Geschäftsmann, Staatsmann, Volkswirt, Schulmann und der Presse als Vertreterin der breitesten Öffentlichkeit gelöst werden könne. Notwendig sei daher die Entsendung technischer Sachverständiger in die Parlamente des Reichs, der Länder und der Gemeinden sowie eine zweckmäßige Ausbildung unseres Nachwuchses.

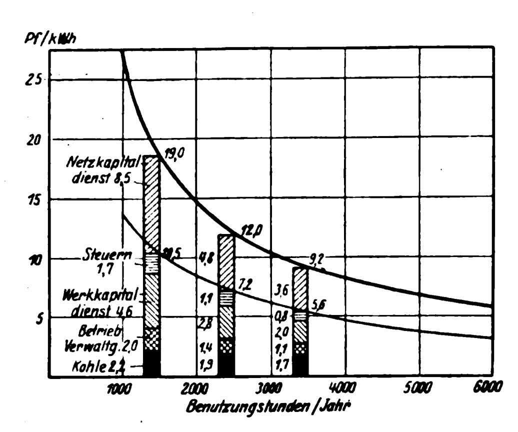


Abb. 14. Einfluß der Benutzungsdauer auf die Gestehungskosten der verkauften Kilowattstunde (Dampfkraftwerk).

Der Eingriff der Staatskunst in die Energieversorgungsprobleme ist bisher in den verschiedenen Ländern in sehr verschiedener Weise vor sich gegangen, auf welche zur Nedden näher einging. In Deutschland ständen wir noch mitten in der Lösung; es müsse aber gefordert werden, daß diejenigen, die an ihr maßgebend mitarbeiten, mit den Grundforderungen unserer deutschen Energiewirtschaftspolitik genau vertraut seien. Die erste Grundforderung sei, daß wir an die Rohstoffeinheit soviel Arbeitsmöglichkeiten wie irgend tunlich knüpfen, die zweite: eine günstige Energiehandelsbilanz, ein Begriff freilich, der selbst politischen Kreisen heute noch ziemlich ungewohnt ist; die dritte: die Erhöhung der Sicherheit der Energieerzeugung und -verteilung. Diese Sicherheitsforderung bedingt planmäßige Entwicklung der mitteldeutschen Energiequellen, nicht zu viele und nicht zu wenige Energieerzeugungsstätten sowie deren weitestgehende Mechanisierung und gegenseitige Kuppelung.

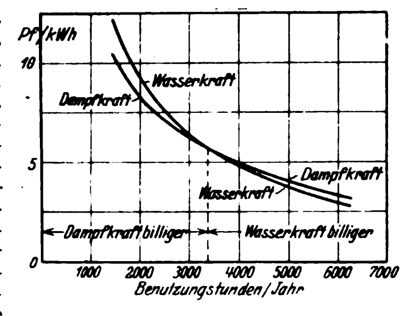


Abb. 15. Vergleich der Stromkosten eines Dampf- und eines Wasserkraftwerks.

Das Hauptproblem aber, in allen Ländern der Welt im wesentlichen das gleiche, ist die Verbilligung der Energieversorgung. Hierauf geht zur Nedden ausführlich ein, beschränkt sich aber auf die elektrische Energieversorgung. An Hand verschiedener, im Vortrag gezeigter Kurventafeln, errechnet auf Grund des Buches „Landeselektrizitätswerke" von Schönberg-Glunk, wird der starke Einfluß der Benutzungsdauer auf die Gestehungskosten der verkauften Kilowattstunde gezeigt, einmal für ein Dampfkraftwerk mit einer Leistung von 20 000 kW bei einem Kohlenpreis von 20 RM/t (Abb. 14), zum anderen für ein 75 km entferntes günstiges Laufwasserkraftwerk. Es werden die Mittel und Wege zu einer Verbilligung des wichtigsten Postens, nämlich des Kapitaldienstes, besprochen. An einem weiteren Kurvenblatt (Abb. 15) wird ein Vergleich zwischen einem Wasser- und einem Dampfkraftwerk angestellt und gezeigt, daß unter den gemachten Annahmen beide die Abhängigkeit der Erzeugungskosten von der Benutzungsdauer darstellenden Kurven sich bei 3500 Jahresbenutzungsstunden schneiden. Ist die Benutzungsdauer kleiner, so ist die Dampfkraft, ist sie größer, die Wasserkraft wirtschaftlicher. Diese Betrachtungen geben auch Aufschluß darüber, in welcher Reihenfolge der Staatsmann die Energiequellen seines Landes entwickeln soll.

Ein weiteres großes Weltenergieproblem ist die Frage, durch welche Mittel sich die Absatzdichte unserer Elektrizitätsmärkte heben läßt. Ein interessantes gesetzgeberisches Mittel wird von Polen angeführt. Hier sorgt die neue Elektrizitätsgesetzgebung dafür, daß kein neues Elektrizitätswerk gebaut oder kein bestehendes erweitert werden darf, ohne den Nachweis, daß die benötigten Strommengen nicht billiger zugekauft werden können, als das neue Werk oder die Erweiterung sie herzustellen erlaubt. „Es ist durchaus zu erwägen", meint der Vortragende, „ob man Ähnliches nicht auch in anderen Ländern versuchen sollte."

Als weiteres Mittel wird empfohlen, die Marktdichte besonders auch bei den Kleinabnehmern zu heben, die bei ihrer heutigen äußerst geringen Benutzungsdauer der Anschlußwerte Strompreise von etwa 2 RM/kWh zahlen müßten, wenn ihre Versorgung wirtschaftlich sein soll. Die Werke müssen zum Verbrauch anreizende Tarife einführen und „wir Ingenieure müssen unsere Köpfe anstrengen, möglichst viele neue anziehende Verwendungsmöglichkeiten und betriebssichere, dummheitssichere Elektrizitätsgeräte zu schaffen". Auf das überaus wichtige Speicherproblem geht zur Nedden nur kurz ein. Den Elektrizitätsspeicher nennt er einen „Geldtransformator" und vertritt die Auffassung, daß diese seine Funktion wichtiger sei als sein Wirkungsgrad.

Mit ganz besonderem Nachdruck macht der Vortragende wiederholt darauf aufmerksam, daß die Techniker weit mehr als bisher zu Wirtschaftlern erzogen werden müßten und ihr Hauptaugenmerk nicht auf „Rekordwirkungsgrad-Garantien hoch gezüchteter Maschinen und Kesselaggregate", sondern darauf richten sollten, daß einfache, betriebsichere, elastische Erzeugungs- und Verteilungsanlagen geschaffen und vor allen Dingen gut ausgenutzt werden. Thierbach.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Die Rhein-Main-Donau A. G., München, hat 1927 im Kachletwerk den Probebetrieb mit vier Maschinensätzen aufgenommen und im ersten Vierteljahr 1928 die weiteren vier in Dienst gestellt, so daß im April die volle Leistung von 60 000 PS zur Verfügung stand. Die erzeugte elektrische Arbeit wurde hauptsächlich nach Nürnberg übertragen, doch diente ein Teil auch zur Versorgung des niederbayerischen Gebiets. Das Kraftwerk Viereth, dessen Leistung dauernd voll ausgenutzt worden ist, hat im Berichtsjahr rd. 20 Mill. kWh produziert und über das Netz des Bayernwerks nach Nürnberg und Würzburg geliefert. Die Erzeugung des Kraftwerks Untere Mainmühle betrug 2,56 Mill. kWh, die das Städtische Elektrizitätswerk Würzburg aufnahm. Die Wasserbauarbeiten an den Staustufen des Mains bei Obernau, Kleinwallstadt und Klingenberg sind im Gange, in Obernau hat man auch mit der Kraftanlage begonnen. Wie die Verwaltung sagt, ist die Ausführung der Kraftwerke gleichzeitig mit den Schiffahrtsanlagen an den 13 Mainstaustufen zwischen Aschaffenburg und Würzburg dadurch sichergestellt, daß über den Absatz der elektrischen Energie sämtlicher Werke ein langfristiger Vertrag mit der Bayernwerk A. G. abgeschlossen wurde. Aus den Erträgnissen dieser Verwertung lassen sich die Ausgaben für Verzinsung und Tilgung der Anlagekosten sowie für den Betrieb, die Unterhaltung und Erneuerung der Kraftwerke decken, so daß die Berichterstatterin von jedem finanziellen Risiko für die Kraftwerke befreit ist. Die Bilanz des Unternehmens, das auch für 1927 auf die Aufstellung einer Gewinn- und Verlustrechnung verzichtet hat, schließt mit 85 614 815 RM (76 373 446 i. V.) bei unverändert 2,7 Mill. RM Aktienkapital.

Der Stromabsatz des Märkischen Elektricitätswerks A. G., Berlin, ist 1927 von 312,162 auf 427,969 Mill. kWh, d. h. um rd. 37 % gestiegen, an welcher Erhöhung die Großabnehmer, besonders die Industrie, mit 89,4, die Kleinabnehmer (Verbrauchszuwachs 32,3 %) mit 6,7, die Genossenschaften und Güter (Verbrauchszuwachs 18,9 %) mit 3,9 % beteiligt waren. Die

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1368.
[2] Monatsblätter des genannten Vereins 1928, Nr. 5. Ihnen sind die beiden Abbildungen entnommen.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1517.



Strompreise sind im Berichtsjahr durchschnittlich um weitere 14,4 % gegen das Vorjahr gefallen. Versorgt wurden 3535 Städte und Ortschaften (3180 i. V.). Der im April 1927 in Finkenheerd eingeführte Hochdruckdampfbetrieb mit 40 at hat sich bewährt und wird künftig für alle Erweiterungen dieses Kraftwerks zur Anwendung gelangen. Der dritte Ausbau um 30 000 kW ist in Betrieb, aber die starke Zunahme des Konsums verlangt eine möglichst schnelle Ausführung des vierten um weitere 40 000 kW. Nach seiner Vollendung wird Finkenheerd über rd. 130 000 kW verfügen. Ein in Hennigsdorf vorgesehenes Dieselkraftwerk für zunächst 15 000 kW soll die natürlichen Belastungsspitzen aufnehmen und die Sicherheit der Versorgung des westlichen Gebietsteils erhöhen. Die 100 kV-Anlagen der Gesellschaft erfuhren durch die Errichtung des 100 kV-Freiluft-Umspannwerks Hennigsdorf (32 000 kVA) und den Umbau der 46 km langen Doppelleitung Straußberg—Hennigsdorf auf 100 kV eine Erweiterung. Die Leitungslänge der Hochspannungsnetze betrug Ende 1927 10 491 km. Die Beteiligungen des MEW haben sich durch den Abgang der Kursächsischen Braunkohlenwerke A.G. und den Verkauf von Anteilen am Städtischen und Kreis-Kraftwerk Spandau G. m. b. H. verringert, durch eine 50prozentige Beteiligung an der Elektrowirtschaft Grünberg G. m. b. H. und der Gasversorgung Spremberg aber vermehrt. Der Bruttogeschäftsgewinn betrug 18 790 414 RM (15 118 753 i. V.) und der Reingewinn 4 122 517 RM (3 140 987 i. V.). Aus ihm wurden wieder 10 % Dividende auf 30 Mill. RM Aktienkapital verteilt.

Das Jahr 1927 hat der im Versorgungsgebiet der A.G. Sächsische Werke, Dresden, vertretenen Industrie einen Beschäftigungsgrad gebracht, der nicht nur zur Anforderung wesentlich erhöhter Strommengen, sondern auch zum Anschluß einer größeren Anzahl von Industriebetrieben an die Leitungsanlagen der Gesellschaft bzw. ihrer Abnehmer führte. Auch die Anwendung der Elektrizität in Haushalt, Landwirtschaft und Gewerbe hat weitere Fortschritte gemacht. Die Erzeugung der ASW betrug in den Wärmekraftwerken Hirschfelde, Böhlen, Pirna, Ölsnitz, Lichtenberg, Bergen 515,592 Mill. kWh (385,729 mit Olbersdorf i. V.) und in den Wasserkraftwerken Himmelmühle, Aue, Klosterbuch, Muldenberg, Wurzen und Pirk 23,282 Mill. kWh (11,128 mit Waldenburg, aber ohne Wurzen und Pirk i. V.). Das sind zusammen 538,874 Mill. kWh (396,857 i. V.) und mit einem Bezug von 226,260 Mill. kWh (193,773 i. V.) insgesamt 765,134 Mill. kWh (590,630 i. V.). Die Jahreshöchstbelastung hat sich auf 215 200 kW (177 800 i. V.), u. zw. in Hirschfelde auf 106 000 kW (104 200 i. V.) erhöht. Der nutzbare Stromabsatz ist von 503,649 auf 659,711 Mill. kWh, d. h. um rd. 31 %, gewachsen, wovon 465,535 Mill. kWh (360,468 i. V.) auf fremde Elektrizitätswerke, 168,014 Mill. kWh (120,987 i. V.) auf Groß- und 26,162 Mill. kWh (22,194 i. V.) auf Kleinabnehmer in den unmittelbaren Versorgungsgebieten der Elektrizitätswerke entfielen. Mit dem Verbrauch der eigenen Betriebe in Höhe von 28,219 Mill. kWh (25,189 i. V.) ergibt sich eine Gesamtlieferung von 687,930 Mill. kWh (528,838 i. V.). Das Großkraftwerk Böhlen wird um 70 000 kW erweitert und die Gesamtleistung dieser Anlage und der Zentrale Hirschfelde damit auf 0,3 Mill. kW gebracht werden. Das vom Freistaat Sachsen errichtete, von der Berichterstatterin erpachtete Wasserkraftwerk an der Mulde in Wurzen mit im Mittel rd. 2700 kW ist in Betrieb gekommen, ebenso die Hauptschaltanlage in Böhlen. Die 100 kV-Leitungen von hier nach Chemnitz-Nord und Hirschfelde-Görlitz sind fertig; letztere wird zunächst mit 40 kV betrieben. Auch die 40 kV-Leitung Rodewitz-Langburkersdorf kam in Betrieb. Die ASW haben das Elektrizitätswerk Pirk erworben und mit der Stadt Leipzig einen Vertrag geschlossen, der einen wesentlich größeren Bezug dieser, u. zw. von Böhlen, vorsieht. Bezüglich der Lieferung zur Ergänzung der aus den Wasserkräften des Revierwasserkraftwerks gewinnbaren Strommenge ist eine Einigung mit der Stadt Freiberg und der Revierwasserlaufsanstalt erzielt worden. Nach einem weiteren Abkommen mit der „Eintracht" Braunkohlenwerke und Brikettfabrik A.G., Neu-Welzow, wird Überschußstrom aus deren Brikettfabrik in Werminghoff in das Leitungsnetz der ASW übernommen. Die Betriebe und Beteiligungen erbrachten 21 124 701 RM; mit Sonstigem ergibt sich ein Erträgnis von 27 170 745 RM (19 831 162 i. V.). Aus dem 3 786 597 RM betragenden Reingewinn (2 806 880 i. V.) kamen wieder 10 % Dividende auf 20 Mill. RM Aktien A und außerdem 5 % auf den gleichen Betrag der Aktien B zur Verteilung.

RECHTSPFLEGE.

Die Rechtsnatur der Fernleitungen eines Elektrizitätswerkes, der Trägermasten, Transformatorenhäuschen usw. — Der vom Reichsgericht mit Urteil vom 16. II. 1928 — VI 443/27 — entschiedene Rechtsstreit ergab sich aus folgendem Sachverhalt: Im Jahre 1901 war zwischen zwei Werken ein Vertrag zustande gekommen, wonach das eine Werk verpflichtet war, nach einer Reihe von Jahren sein Leitungsnetz dem anderen Werk zu überlassen. Notariell oder gerichtlich beurkundet wurde damals der Vertrag nicht. Im Laufe der Jahre erwarb die Eigentümerin des Leitungsnetzes eine Reihe von Grundstücken, über die die Leitungen gingen und auf deren Grund und Boden Masten und Transformatorenhäuschen errichtet waren, und wollte nun, als die Übergabe des Leitungsnetzes zur Verhandlung stand, diese Grundstücke als nicht zum Vertrag gehörig angesehen wissen. So entstand für die Spruchgerichte die Rechtsfrage, ob unter dem Verkauf eines Leitungsnetzes die mit diesem in Zusammenhang stehenden eigenen Grundstücke des Verkäufers mit zu verstehen sind und wie es grundsätzlich um die Rechtsnatur der Fernleitungen, der Masten, Transformatorenhäuschen usw. bestellt ist. LG. und OLG. (Augsburg) entschieden in gleichem Sinne wie das RG., so daß die Wiedergabe der Formulierungen des letztgenannten Gerichtes genügen dürfte.

Die von einem Elektrizitätswerk ausgehenden Fernleitungen sind regelmäßig als „bewegliche Sachen" im Sinne des § 95 BGB. anzusehen, sagt das RG., und wenn auch die Trägermasten und sonstigen Stützpunkte für das Leitungsnetz mehr oder weniger fest mit dem Grundstück, auf welchem sie ruhen, verbunden sind, so sind sie doch, soweit sie auf fremdem Grund und Boden stehen, nicht als Bestandteil des Grundstückes rechtlich und tatsächlich zu betrachten (vgl. auch RGE. Bd. 87, S. 51). Ist dagegen der Eigentümer des Grund und Bodens zugleich Eigentümer des darüber hinweggeführten Leitungsnetzes, so wird sich die Bestandteilseigenschaft nicht verneinen lassen für die auf dem Grundstück errichteten Anlagen, wie Masten, Türme, Häuschen usw., zumal dann nicht, wenn die Grundstücke eigens zu dem Zwecke angeschafft wurden, um als Unterlage für die Anlagen zu dienen. Zweifelhaft ist eigentlich nur, ob die wiederum mit den „Bestandteilen" des Grundstückes verbundenen Inneneinrichtungen, z. B. die Transformatoren, Schalter, Sicherungen, Drahtnetze und das sonstige Zubehör, welche alle das zur Verteilung und Fortleitung des elektrischen Stromes dienende, wirtschaftlich die Hauptsache darstellende Leitungsnetz im engeren Sinne bilden, auch als mittelbarer Bestandteil des Grundstückes rechtlich zu gelten haben. Das OLG. verneinte nun für diese Einrichtungen die Bestandteilseigenschaft, weil diese Gegenstände nur in leicht lösbarer Verbindung mit den Grundstücksbestandteilen ständen und wegen der öfters notwendigen Auswechslung der einzelnen Teile für die Anwendung des Begriffs „Grundstücksbestandteil" überhaupt kein Raum sei. Das RG. kam zu gleichem Ergebnis.

Die Rechtsnatur der Fernleitungen, der Masten, Transformatorenhäuschen usw. sowie die des Zubehörs zu diesen Einrichtungen war damit festgestellt: Grundstücksbestandteil nur bei Anlagen auf eigenem Grund und Boden. Die weitere Frage lautete: Sind unter dem Verkauf des Leitungsnetzes die mit diesem im Zusammenhang stehenden eigenen Grundstücke des Verkäufers mit zu verstehen und können die Anlagen auf eigenem oder fremdem Grund und Boden überhaupt selbständig Gegenstand schuldrechtlicher Verträge sein? Das RG. bejaht die Frage grundsätzlich einmal für die Anlagen auf fremdem Grund und Boden mangels Bestandteilseigenschaft hinsichtlich der Grundstücke, zum anderen für die Inneneinrichtungen schon wegen der Trennbarkeit (§ 93 BGB). Für die Anlagen auf eigenem Grund und Boden, die ja als Bestandteile der Grundstücke erkannt sind, gilt nach der Entscheidung des RG. folgendes. Es hängt im wesentlichen von dem Vertragswillen der Parteien ab, ob unter dem Verkauf des Leitungsnetzes die mit diesem im Zusammenhang stehenden eigenen Grundstücke des Verkäufers mitverstanden sein sollen. Hat sich der tatsächliche oder mutmaßliche Vertragswille aber nicht auf die Überlassung auch der Grundstücke gerichtet, so steht nichts im Wege, daß das Leitungsnetz als solches allein selbständig den Eigentümer wechselt, weil es — ebenfalls vom Grund und Boden trennbar — Gegenstand eines Vertrages trotz seiner Bestandteilseigenschaft sein kann.

Da bei Abschluß des im vorliegenden Fall streitig gewordenen Vertrages der Eigentümer des Leitungsnetzes über eigene Grundstücke noch gar nicht verfügte, der Vertrag über die Behandlung etwa später hinzukommender Grundstücke nichts enthielt, nahm das RG. an, daß der

Vertragswille auch nicht auf den Mitübergang später hinzukommender Grundstücke gerichtet war, und bezeichnete demnach die Grundstücke als nicht zum Vertrag gehörig.

Haben die Elektrizitätswerke eine allgemeine Pflicht, die mit Strom belieferten Hausanschlüsse auf Betriebssicherheit zu prüfen? — Diese Rechtsfrage wurde vom RG. mit Urteil vom 16. III. 1928 — VII 389/27 — entschieden und ergab sich aus folgendem Sachverhalt: Ein Mühlenbesitzer, der hauptsächlich zum Betriebe seiner Mühle ein Elektrizitätswerk unterhält, lieferte einer Reihe von Ortseinwohnern ebenfalls Licht- und Kraftstrom. Auf dem Anwesen eines dieser Stromabnehmer entstand durch Kurzschluß ein Brand, der erheblichen Schaden verursachte. Die in Anspruch genommene Versicherungsgesellschaft regulierte den Schaden, begehrte aber von dem Stromlieferer Ersatz mit folgender Begründung: Der Brand sei durch Kurzschluß infolge der Mangelhaftigkeit der Leitungsanlage auf dem Anwesen des Stromabnehmers entstanden, und der Stromlieferer sei deshalb verantwortlich, weil er die Belieferung mit elektrischem Strom begonnen habe, ohne diese Anlage, die offenbar durch einen nicht genügend ausgebildeten Installateur hergestellt worden sei, einer Prüfung zu unterziehen, auch die Stromlieferung fortgesetzt habe, ohne trotz wiederholter, ihm bekannt gewordener Lichtschwankungen und Kurzschlüsse eine Prüfung vorzunehmen; er habe damit gegen die durch den Stromlieferungsvertrag übernommenen Pflichten verstoßen.

OLG. (Kiel) und RG. folgten indessen diesen Ausführungen nicht. Die vertragliche Verpflichtung zur Lieferung elektrischen Stromes umfasse nicht ohne weiteres die Pflicht zur Prüfung und Überwachung der nicht von dem Stromlieferer hergestellten Hausleitungen der Abnehmer. Insbesondere bestehe auch eine Verkehrssitte, wonach dem Stromlieferer jene Pflicht obliege, nicht, vielmehr sei die Übung der größeren Elektrizitätswerke, die Anschlußleitungen vor Beginn der Stromlieferungen nachzuprüfen, im allgemeinen aus einem von ihnen beanspruchten Kontroll recht, nicht aus der Anerkennung einer Kontroll pflicht herzuleiten. Eine Nachprüfungspflicht ergäbe sich selbst dann nicht, wenn dem Stromlieferer etwa die Unzulänglichkeit des vom Abnehmer in Anspruch genommenen Installateurs bekannt gewesen wäre oder wenn er Lichtschwankungen im Leitungsnetz wahrgenommen haben sollte. Solche Wahrnehmungen würden ihn, den Stromlieferer, nur verpflichten, seine eigenen Leitungen bis zu den Zählern bei den Anschlußinhabern nachprüfen zu lassen, und die Kenntnis der Unzulänglichkeit des die Hausanschlüsse herstellenden Handwerkers könne dem Werk keine besondere Nachprüfungspflicht auferlegen, solange das Gesetz nicht einen Befähigungsnachweis für solche Arbeiten verlange. Die weitere Frage, ob der Stromlieferer etwa zur Einstellung der Lieferung verpflichtet ist, wenn ihm bestimmte Mängel der Anlagen der Abnehmer bekannt werden, aus denen bei Fortsetzung der Stromzufuhr unmittelbare Gefahr droht, hat das RG. nicht entschieden, man ist aber geneigt, zum mindesten die Berechtigung zur Einstellung der Stromzufuhr in solchen Fällen anzunehmen.

Nun hat aber das RG. in seinem Urteil vom 13. III. 1925 — VI. 411/24 — eine elektrischen Strom liefernde Gesellschaft für verpflichtet erklärt, einem Stromabnehmer den ihm durch Erdschluß in seiner Leitung verursachten Schaden zu ersetzen, weil sie den Anschluß zugelassen habe, ohne den Abnehmer über eine bei der Prüfung festgestellte Ordnungswidrigkeit der Anlage aufzuklären oder Verbesserung zu verlangen. Aus diesem Urteil suchte im vorliegenden Fall die klagende Versicherungsgesellschaft denn auch die von ihr behauptete allgemeine Kontroll pflicht der Elektrizitätswerke herzuleiten. Die Auffassung ist indessen rechtsirrig, wie das RG. in seinem Urteil ausdrücklich hervorhebt, denn in jenem Fall habe der Stromlieferer dem Abnehmer gegenüber vertraglich die Verpflichtung übernommen, den zu liefernden Strom nur durch eine sachgemäß hergestellte Anlage (Hausanschlüsse usw.) zu leiten. Darin liege die Übernahme einer vertraglichen Kontrollpflicht der vorhandenen Anlage, deren nicht gehörige Wahrnehmung schadensersatzpflichtig mache. Eine solche vertragliche Kontrollpflicht habe aber im vorliegenden Fall der beklagte Unternehmer nicht übernommen, und da sie ihm auch nicht durch eine Verkehrssitte, auch nicht durch eine Gesetzesvorschrift und schließlich auch nicht durch eine Polizeiverordnung auferlegt sei, habe der Stromlieferer sich durch die Unterlassung der Prüfung auch nicht schadensersatzpflichtig gemacht. Dr. jur. C. v. dem Busch.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 23. Oktober 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B., Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Dr. phil. von Issendorf: „Neuere Untersuchungen über das betriebsmäßige Verhalten von Quecksilberdampfgleichrichtern" (mit Filmvorführungen).

Inhaltsangabe:

1. Theoretisches Bild des räumlichen Entladungsvorganges:
   Die Ladungsträger im Quecksilberdampf, ihre Bewegung beim Stromtransport. Wandaufladung. Elektronen-Geschwindigkeitsverteilung. Sättigungsströme und Raumladungsschichten. Leuchterscheinungen und Restladungen. Wiedervereinigung im Raum und an festen Körpern. Energetik.
2. Untersuchungsergebnisse von Gleichrichtern im normalen Betrieb:
   Vorführung eines Zeitlupenfilms zum Studium der Vorgänge in der Sperrphase: Restladungen und Glimmentladung. Oszillogramme des Rückstromes als Bestätigung der Zeitlupenbeobachtung. Mittel zur Verminderung des Rückstromes.
3. Rückzündungen:
   Versagen der Ventilwirkung. Ausbildung einer Bogenkathode an der Gleichrichteranode. Entwicklungsvorgang (Trickfilm). Bedingungen für das Entstehen einer Rückzündung. Direkter und indirekter Einfluß des Rückstromes. Vermeidung der Rückzündungen durch Verminderung des Rückstromes.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Für Gäste werden am Eingang Gastkarten bereitgehalten.

Eingeführte Gäste willkommen!

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie" in Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Vorläufige Anzeige.

Die technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin veranstalten auch in diesem Jahre das

„Fest der Technik"

in sämtlichen Räumen des Zoologischen Gartens in Berlin am **Dienstag, dem 13. November 1928**

Das Fest hat den Charakter eines repräsentativen Balles; bestimmungsgemäß wird sein Überschuß den Vereinen für Unterstützungen zugeführt.

Nähere Bekanntmachungen folgen in der nächsten Nummer der ETZ.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule zu Charlottenburg über „Selbstanschluß-Fernsprechtechnik"

(7 Doppelstunden).

Die Vortragsreihe soll allen denen, die nicht Spezialisten auf dem Gebiete der SA-Technik sind, die aber im öffentlichen oder privaten Leben mit ihr in Berührung



kommen, Gelegenheit geben, einen Einblick in diese Technik und die maßgebenden wirtschaftlichen Fragen zu erhalten.

29. X. 1928: 1. Einleitung. Die grundsätzlichen Verbindungsmöglichkeiten im Fernsprechverkehr. Grundschaltungen und Schaltorgane. Der Handbetrieb als Vorstufe des SA-Betriebes. Die verschiedenen Aufgaben und ihre Lösungsmöglichkeiten. Die besonderen Schaltorgane des SA-Betriebes. Nummernschalter, Wähler usw. — Vortragender: Herr Professor Dr. R. Franke (Technische Hochschule).

5. XI. 1928: 2. Die grundsätzlichen Forderungen an das Netz und die Schaltungen. — Vortragender: Herr Direktor Langer von der Fa. Siemens & Halske, Wernerwerk.

12. XI. 1928: 3. Die Bemessung und Größenordnung der Bauteile der Nummernschalter-Relais und Wähler. — Vortragender: Herr Arthur Flad (Siemens & Halske, Wernerwerk).

19. XI. 1928: 4. a) Die Beschaltung und Bekabelung von Fernsprechämtern. Leitungsmaterial, Entstehung von Schrankkabeln, Beschaltung von Apparatgestellen, Verbindung von Gestell- und Schrankgruppen, Kabelroste, Verbindungsorgane. — Vortragender: Herr Direktor Neuhold (Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie).

b) Der Privatverkehr. Die Systeme der deutschen Industrie für kleine und große Privatanlagen. Die Besonderheiten des Behörden-, Banken-, Fabrik-, Privatverwaltungs-Verkehrs, ihre technische Befriedigung. — Vortragender: Herr Direktor Hoffmann (Mix & Genest).

26. XI. 1928: 5. Die Entwicklung des Fernsprechers in großen Städten. New York, London, Paris, Berlin. Die Systemwahl. Überleitungsfragen. — Vortragender: Herr Postrat Günther (Reichspostzentralamt).

3. XII. 1928: 6. Der Landverkehr. Die besonderen wirtschaftlichen Schwierigkeiten. Die Forderungen der Landbevölkerung. Die Technik. Schnellverkehr und Netzgruppen. — Vortragender: Herr Ministerialrat Dr. Steidle (Reichspostministerium, Abteilung München).

10. XII. 1928: 7. Die wissenschaftlichen Arbeiten im SA-Gebiet. Das Herausschälen der Ideen. Die Aufstellung der allgemeinen Grundsätze. Grundlagen für allgemeine Systemkritik. Die besonderen Aufgaben für die elektrische und akustische Physik, Chemie, Mechanik. Das Eindringen der Mathematik in die Verkehrsfragen. — Vortragender: Herr Professor Dr. Lubberger (Siemens & Halske, Wernerwerk).

Zeit: Montag abends pünktlich 6½ bis 8 Uhr.

Ort: Physikalischer Hörsaal der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Zimmer Nr. 138a;
b) im Elektrotechnischen Verein E. V., Berlin W 35, Potsdamer Str. 118a II. Postscheckkonto: Berlin Nr. 13 302.

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins . . . 8 RM
b) für deutsche Studenten . . . . 4 RM
c) für andere Teilnehmer . . . . 12 RM.

Karten für einzelne Vorträge werden nicht abgegeben.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Betrifft: Fachbericht Sonderheft der VDE Jahresversammlung Berlin 1928.

Wir machen auf die Beilage in Heft 38/1928 aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des Fachbericht-Sonderheftes enthält. Der Inhalt der Fachberichte ist besonders wertvoll und aktuell. Die Preise, die erheblich niedriger als im Vorjahre liegen, sind:

geheftet: RM 4,— } f. Mitglieder des VDE; RM 7,— } f. Nichtmitglieder des VDE.
gebunden: „ 5,— } f. Mitglieder des VDE; „ 8,— } f. Nichtmitglieder des VDE.

Bei größeren Bestellungen wird Preisermäßigung gewährt. Bestellungen erbitten wir umgehend; der Versand erfolgt sofort nach Erscheinen des Heftes.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

In der ETZ 1928, Seite 112, war ein Entwurf zu „Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad elektrischer Anlagen" veröffentlicht.

Auf Grund der eingegangenen Einsprüche hat der Ausschuß einen zweiten Entwurf

„Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen, V.E.S./1929"

aufgestellt, der nachstehend bekanntgegeben wird.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. Dezember an die Geschäftsstelle zu richten.

Entwurf 2.

Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen. V.E.S./1929.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.

Die Vorschriften treten am 1. Juli 1929 in Kraft.

§ 2. Geltungsbereich.

Die Vorschriften beziehen sich auf elektrische Anlagen von 1 kV an. Ihnen unterliegen alle der Betriebsspannung ausgesetzten Teile der Anlage, also Isolatoren (wie Freileitungsisolatoren, Stützer, Durchführungen, Endverschlüsse), Leitungsausführungen von Transformatoren und Erdisolierung von Kondensatoren, ferner ganze Geräte, wie Schalter, Meßwandler, Kurzschlußdrosselspulen, Überspannungschutzgeräte usw.

Unter besondere Vorschriften fallen die Maschinen, die Wicklungen der Transformatoren sowie isolierte Leitungen, Kabel mit ihren Muffen und die Innenisolierung von Kondensatoren; ferner Heizgeräte und Heizeinrichtungen.

Die Prüfvorschriften beziehen sich auf neues Material vor dem Einbau, das in Anlagen bis 1000 m Höhe verwendet wird.

Die Prüfung der gesamten Schalt- und Leitungsanlage wird durch § 21 geregelt.

II. Begriffserklärungen.

§ 3. Spannungs- und Verhältniswerte.

Die Spannung U irgendeines Teiles der elektrischen Anlage kann sich sowohl zeitlich wie örtlich ändern.



Im allgemeinen wird sie um bestimmte Mittelwerte herum schwanken.

Als Betriebspannung U_b wird die in leitend zusammenhängenden Netzen an den Klemmen der Stromverbraucher im Mittel (räumlich und zeitlich) vorhandene Spannung bezeichnet. (Vgl. „Normen für Betriebspannungen elektrischer Starkstromanlagen". Die genormten Betriebspannungen sind in diesen Normen festgelegt.)

Die jeweilige Netzspannung darf innerhalb eines bestimmten Spannungsbereiches gewisse Abweichungen von der Betriebspannung aufweisen. Die genormten Abweichungen sind in den obengenannten „Normen" festgelegt.

Als Reihenspannung U_r von Geräten ohne spannungsführende Wicklung und von Leitungsteilen wird die Spannung bezeichnet, nach der ihre Isolation bemessen ist. Die Reihenspannung entspricht von 1 kV an stets einer der genormten Betriebspannungen; unter 1 kV gelten die Spannungswerte 250, 380, 500 und 750 V.

Unter 1 kV stellt die Reihenspannung die höchste Spannung dar, die das Gerät oder der Leitungsteil im Betrieb annehmen darf; über 1 kV ist im Betrieb ein Überschreiten innerhalb des Spannungsbereiches zulässig.

Die Nennspannung U_n von Maschinen, Transformatoren, Spannungswandlern und Geräten mit spannungsführenden Wicklungen oder spannungsführenden Widerständen ist die auf deren Schild angegebene Spanung. Die Nennspannungen, die den genormten Betriebspannungen zugeordnet sind, werden als genormte Nennspannungen bezeichnet.

Die jeweilige Spannung an den Wicklungen oder Widerständen kann innerhalb des Spannungsbereiches von der Nennspannung abweichen.

Prüfspannung U_p ist der Wert der Spannung, die dem zu prüfenden Gegenstand entsprechend den nachstehenden Bestimmungen nach beendeter Herstellung aufgedrückt wird.

Überschlagspannung $U_ü$ ist der Spannungswert, der bei allmählicher Steigerung der Spannung zum Überschlag in Luft außerhalb der festen oder flüssigen Isolierstoffe führt.

Durchschlagspannung U_d ist der Spannungswert, der bei allmählicher Steigerung der Spannung zum Durchschlag innerhalb der festen oder flüssigen Isolierstoffe führt.

Zur Feststellung der Durchschlagspannung ist es meistens erforderlich, den zu prüfenden Gegenstand in einen elektrisch festeren Isolierstoff als Luft einzubetten.

Der Prüfgrad ist das Verhältnis der Prüfspannung U_p zur Reihenspannung U_r oder zur Nennspannung U_n.

Der Überschlagsgrad eines Isolators oder Gerätes ist das Verhältnis der Überschlagspannung $U_ü$ zu ihrer Reihenspannung U_r.

Der Sicherheitsgrad der Anlage ist das Verhältnis der geringsten Überschlagspannung $U_ü$ an irgendeiner Stelle der ganzen Anlage zu ihrer Betriebspannung U_b

Alle diese Angaben beziehen sich bei Wechselstrom auf den Effektivwert der sinusförmigen Spannung von der Frequenz 50 Per/s.

III. Bestimmungen.

§ 4. Prüfung von Einzelteilen.

Die einzelnen Geräte der Anlage müssen im allgemeinen mit der gleichen Spannung geprüft werden, auch wenn sie verschiedene Leistung, Größe oder Lage in der Anlage haben.

Die Reihenspannung der Geräte darf nicht unter der Betriebspannung der Anlage liegen. Es ist jedoch zulässig, für gewisse Teile der Anlage Geräte für eine höhere Reihenspannung zu wählen.

§ 5. Einteilung der Prüfungen.

Die Prüfung der Innenraum- und Freiluftisolatoren und -geräte wird im trockenen Zustande als Stückprüfung ausgeführt. Für die Prüfung der Freiluftisolatoren und -geräte unter Regen genügt die Typenprüfung.

§ 6. Frequenz der Prüfspannung.

Die Prüfungen nach § 5 sind mit 50 Per/s sowohl für Gleich- und Wechselspannungsgeräte wie auch für Gleich- und Wechselspannungsmaschinen vorzunehmen. Für Typenproben mit Sprung- oder Stoßwellen, gedämpften Hochfrequenzschwingungen und Gleichspannungen gelten Sondervorschriften.

§ 7. Besondere Bestimmung für die Typenprüfung.

Bei der Typenprüfung von Innenraum- und Freiluftisolatoren und -geräten ist das im Betrieb herrschende elektrostatische Feld nachzuahmen; besonders ist der im Betrieb an Erde liegende Teil zu erden. Diese Vorschrift gilt nicht für die Stückprüfung.

§ 8. Geräte mit fester und flüssiger Isolation.

Die Durchschlagspannung von Schaltgeräten und Meßwandlern mit fester oder flüssiger Isolation muß größer als der in § 13 festgesetzte Mindestwert der Überschlagspannung in Luft sein.

§ 9. Beanspruchung der Isolation.

Beim Überschlag von Isolatoren oder Apparaten sollen nur geerdete Teile getroffen werden; besonders dürfen niemals Teile eines anderen Netzes getroffen werden, das für sich gegen Erde isoliert ist. Die Isolation von Netz zu Netz muß daher an den gefährlichen Stellen stärker als die Isolation des Netzes mit der höheren Spannung zur Erde sein.

§ 10. Prüfspannungen.

Die Prüfspannung U_p von Geräten und Leitungsteilen von voll isolierten Anlagen beträgt:

von 1 bis 2,5 kV $10\,U$

über 2,5 kV $2{,}2\,U + 20$ kV.

Bei Innenisolatoren bezieht sich die Prüfspannung auf den trockenen Zustand, bei Freiluftisolatoren auch auf den nassen Zustand.

Die Zahlenwerte der Prüfspannungen für die genormten Spannungswerte zeigt Tafel 1.

Tafel 1.
Prüfspannungen.

Stromart	Betriebspannung U_b Reihenspannung U_r Nennspannung U_n kV	Prüfspannung U_p kV	Überschlagspannung $U_ü$ § 14 kV	Gleitfunkengrenze kV
I. Gleichstrom	1,1	11	12	9
	1,5	15	16	12
	2,2	22	24	18
	3	26	29	20
II. Drehstrom von 50 Per/s	1	10	11	8
	3	26	29	20
	6	33	36	26
	10	42	46	33
	15	53	58	41
	20	64	70	50
	30	86	95	68
	45	119	131	94
	60	152	167	120
	80	196	216	155
	100	240	264	190
	150	350	385	277
	200	460	506	365
	300	680	748	540
III. Einphasenstrom von $16^2/_3$ Per/s	6	33	36	26
	15	53	58	41
	30	86	95	68
	60	152	167	120
	100	240	264	190
	200	460	506	365

Ist die Reihenspannung eines Gerätes oder Leitungsteiles höher als die Betriebspannung (§ 4), so ist die Prüfspannung U_p der Reihenspannung U_r zuzuordnen.

§ 11. Durchführung der Spannungsprobe.

Die Dauer der Prüfung beträgt 1 min, sofern nicht Sonderbestimmungen eine längere Prüfdauer vorschreiben (z. B. „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen" R.E.H. § 69 und „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen" V.S.K. § 9).

Bei der Prüfung ist die Spannung allmählich auf den vollen Wert der Prüfspannung zu steigern.

Als Regel gilt:

1. Bei der Vornahme der Spannungsprüfung darf nur höchstens 50 % der Endspannung durch Einschalten mittels Schalters auf das Prüfobjekt gegeben werden.



2. Die Steigerung der Spannung vom halben Wert zum Endwert soll stetig oder in einzelnen Stufen von höchstens je 5 % der Endspannung erfolgen.
3. Die Zeit der Spannungsteigerung vom halben Wert bis zum Endwert soll nicht kleiner als 10 s sein.
4. Die Prüfdauer wird vom Augenblick des Erreichens der vollen Prüfspannung ab gerechnet.
5. Diese Regeln beziehen sich auf sämtliche Spannungsproben von Isolatoren und Apparaten, also nicht nur auf die Spannungsprüfung, sondern auch auf die Überschlag- und Durchschlagsprüfung.

§ 12. Prüftransformator.

Für die Mindestleistung des Prüftransformators sind besondere Vorschriften in Vorbereitung.

§ 13. Überschlagspannung.

Der Mindestwert der Überschlagspannung muß 10 % über der Prüfspannung liegen. Die Überschlagsprüfung gilt als Typenprobe. Sie bezieht sich bei Transformatoren nur auf die Durchführungen. Die Zahlenwerte der Überschlagsspannungen für die genormten Spannungen zeigt Tafel 1.

§ 14. Gleitfunken.

Gleitfunken längs der isolierenden Oberfläche dürfen bis zu Spannungen von $8\,U$ unterhalb von $U = 2{,}5$ kV und $1{,}75\,U + 15$ kV, oberhalb von $U = 2{,}5$ kV nicht auftreten. Bei Transformatoren und Spannungswandlern ist die Gleitfunkenprüfung nur mit den Durchführungen allein auszuführen.

Beim Steigern der Spannung wird die elektrische Festigkeit der umgebenden Luft im allgemeinen zuerst an scharfen Kanten der isolierten oder geerdeten Elektrode überschritten. Dieses äußert sich in einem gleichmäßigen Glimmen der Luft, die diesen Kanten mittelbar benachbart ist. Bei weiterer Steigerung der Spannung können aus den Elektroden längere Büschel in die Luft oder Gleitfunken längs der Isolatoroberfläche herausschießen, die den anderen Pol nicht erreichen. Sie bilden keinen Überschlag, können aber den Isolator bei längerer Dauer beschädigen. Schließlich findet ein Funkenüberschlag von Elektrode zu Elektrode statt, der bei ausreichend starker Leistung der Spannungsquelle einen Kurzschlußlichtbogen bildet.

§ 15. Naßprüfung.

Die Naßprüfung von Freiluftisolatoren erfolgt bei Beregnung mit Wasser von 100 µS/cm (gleich 10 000 Ω cm), das mit einer Regenstärke von 3 mm/min unter 45 ° auffällt.

Die Prüfung erfolgt nach einer Vorberegnung ohne Spannung von 5 min Dauer.

§ 16. Sternpunktgeerdete Anlagen.

Bei Drehstromanlagen mit Sternpunkterdung bis zu 100 kV Nennspannung gelten die gleichen Prüfspannungen wie bei Anlagen mit isoliertem Sternpunkt nach § 10. Bei Drehstromanlagen mit Sternpunkterdung über 100 kV Nennspannung ist die Prüfspannung im allgemeinen nach der Formel in § 10 aus dem 0,75fachen der Betriebs-, Reihen- oder Nennspannung, also entsprechend $1{,}65\,U + 20$ kV zu berechnen.

Die Zahlenwerte der Prüfspannungen für die genormten Spannungswerte zeigt Tafel 2.

Tafel 2.

Betriebspannung U_b Reihenspannung U_r Nennspannung U_n kV	Prüfspannung kV Dreiphasen Sternpunkt geerdet	Einphasen einpolig geerdet
1	10	26
3	26	
6	33	42
10	42	
15	53	64
20	64	
30	86	119
45	119	
60	152	
80	196	
100	240	
150	260	
200	350	
300	510	
400	680	

Die Werte der Tafel gelten auch für Durchführungen solcher Transformatoren und Spannungswandler, deren Reihenspannung die in der Tafel stehende Nennspannung bis zu 15 % überschreitet.

§ 17. Isolierung von Sternpunkt und Sternpunktleitungen.

Die Ausführung des betriebsmäßig kurz geerdeten Sternpunktes ist mindestens entsprechend 1/10 der Nennspannung zu isolieren; Sternpunktleitungen, die nicht kurz geerdet sind, müssen für die volle Nennspannung des angeschlossenen Transformators isoliert werden; sie sind als nicht geerdet zu betrachten.

§ 18. Einpolig geerdete Anlagen.

Bei dauernder Erdung eines Poles ist im allgemeinen die Prüfspannung nach der Formel in § 10 aus dem 1,25-fachen der Betriebs-, Reihen- oder Nennspannung zu berechnen, also bis 2 kV entsprechend $12{,}5\,U$ und über 2 kV entsprechend $2{,}75\,U + 20$ kV. Bei Verwendung von genormten Spannungen für Einphasenstrom gelten die abgerundeten Werte der Prüfspannungen nach Tafel 2.

Anmerkung zu §§ 16 und 18.

Für die Höhe der Prüfspannung in Anlagen mit einpoliger Erdung oder mit Sternpunkterdung im Vergleich zur Prüfspannung für die am häufigsten verwendeten Drehstromanlagen mit isoliertem Sternpunkt kommen folgende Gesichtspunkte in Betracht, wobei die einfacheren Fälle vorangestellt sind.

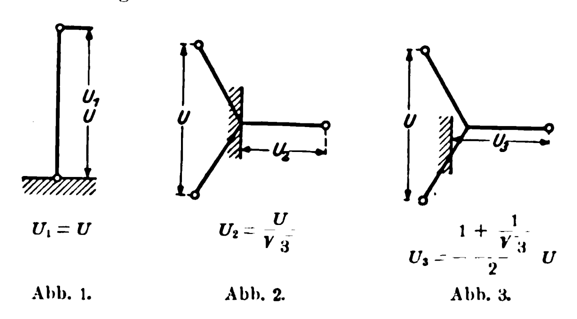


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3.

Für einpolig geerdete einphasige Anlagen ist die auf die Isolation wirkende Spannung U_1 ständig gleich der vollen Betriebsspannung U. Es ist also entsprechend Abb. 1

$$U_1 = U.$$

Für sternpunktgeerdete Drehstromanlagen nach Abb. 2 wirkt auf die Isolation ständig nur die Phasenspannung

$$U_2 = \frac{U}{\sqrt{3}}.$$

Bei sternpunktisolierten Drehstromanlagen nach Abb. 3, die am häufigsten verwendet werden, wirkt bei gesundem Betrieb mit symmetrischem Spannungssystem nur die Phasenspannung auf die Isolation. Bei zeitweisem Erdschluß eines Poles hingegen wird die Isolation von der verketteten Spannung beansprucht. Da dieser Betrieb in jeder derartigen Anlage gelegentlich vorkommt, so entspricht die Spannung, die die Isolation beansprucht, einem Mittelwert aus verketteter Spannung und Phasenspannung, nämlich

$$U_3 = \frac{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}}{2}\,U.$$

Bei einphasigen ungeerdeten Anlagen nach Abb. 4 wird die Isolation, je nachdem die Spannungen der

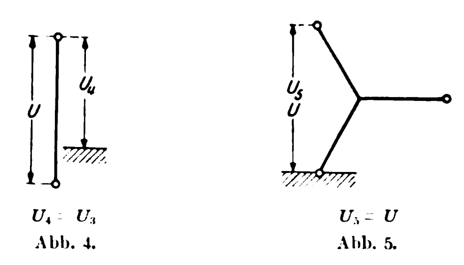


Abb. 4. Abb. 5.

Pole symmetrisch zur Erde liegen oder ein zeitweiser Erdschluß auftritt, mit einem Mittelwert aus Nennspannung und halber Nennspannung beansprucht. Der Einfachheit

halber wird mit dem gleichen Mittelwert wie bei isolierten Drehstromanlagen, also mit

$$U_4 = U_3$$

gerechnet.

Bei Drehstromanlagen mit dauernder einpoliger Erdung nach Abb. 5 wird die Isolation ständig mit der vollen verketteten Spannung

$$U_5 = U$$

beansprucht.

Als Grundwert für die Isolation muß der Wert U_3 für isolierte Drehstromanlagen betrachtet werden, denn auf diese Anlagen, deren Prüfspannungen in § 10 festgelegt sind, gründen sich im wesentlichen unsere Erfahrungen.

Als Richtwert für die Isolation von einpolig geerdeten Einphasen- oder Drehstromanlagen im Vergleich zu der Isolation von isolierten Drehstromanlagen gilt daher das Verhältnis

$$\frac{U_1}{U_3} = \frac{U_5}{U_3} = \frac{2}{1+\frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{1+\sqrt{3}} = 1{,}26.$$

Als Richtwert für die Isolation von sternpunktgeerdeten Drehstromanlagen im Vergleich zu der Isolation von isolierten Drehstromanlagen gilt das Verhältnis

$$\frac{U_2}{U_3} = \frac{2}{1+\sqrt{3}} = 0{,}74.$$

Diese Zahlenverhältnisse entsprechen im Mittel ungefähr dem Stufungsverhältnis der normalen Spannungsreihe. Man kann daher für alle Anlagen mit oder ohne Erdung praktisch mit der gleichen Stufung für die Isolation auskommen und braucht nur bei einpolig geerdeten Anlagen die nächsthöhere, bei sternpunktgeerdeten Drehstromanlagen die nächstniedrigere Isolationsstufe zu verwenden. Nur für Spannungen unter 6 kV stimmen die Stufungen der Normalspannungen nicht mit den Beanspruchungsverhältnissen überein. Hier liegt aber kein Bedürfnis für geerdete Anlagen vor. Es empfiehlt sich daher, bei geerdeten Anlagen gegebenenfalls die nächsthöhere über der umgerechneten Spannung liegende normale Spannung zu nehmen.

Bei neuen Drehstromanlagen mit Sternpunkterdung bis 100 kV Nennspannung soll zur Erzielung erhöhter Betriebsicherheit die volle Prüfspannung nach Tafel 1 angewandt werden. In Tafel 2 sind diese Prüfspannungen für geerdete Anlagen den normalen Nennspannungen zugeordnet.

§ 19. Hochspannung-Gleichstromanlagen

Für Hochspannungsanlagen mit Gleichstrom sind Sondervorschriften in Vorbereitung.

§ 20. Maschinen, Leitungen, Kondensatoren usw.

Die Fabrikprüfung der Innenisolierung von neuen Transformatoren, Maschinen, isolierten Leitungen, Kabeln an kurzen Stücken und Kondensatoren, die keinerlei Verschmutzung unterliegt, darf nicht mit weniger als der doppelten Nenn- oder Reihenspannung des betreffenden Gerätes gegeneinander erfolgen.

§ 21. Vollständige Anlagen.

Völlig neue Anlagen dürfen mit ihren Isolatoren und Geräten zur Feststellung grober Fehler mit einer Spannung geprüft werden, die das arithmetische Mittel zwischen der Betrieb- und der Prüfspannung der Geräte ist. Die Prüfspannung für isolierte Anlagen ist demgemäß

für Nennspannungen von über 1 bis 2,5 kV = 5,5 U,
für Nennspannungen über 2,5 kV = 1,6 U + 10 kV.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Bekanntmachung.

Die Prüfstelle hat einen Nachtrag nach dem Stande vom 1. X. 1928 zu der „Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung des VDE-Zeichens sowie der zugewiesenen Firmenkennfäden nach dem Stande vom 1. I. 1928" herausgegeben.

Wir machen aufmerksam, daß dieser Nachtrag gegen Einsendung des Portos kostenlos abgegeben wird.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 19. X. 1928, Konzerthaus: Lichtbildvortrag Dipl.-Ing. Birkenbeul, „Feuermeldeanlagen".

Elektrotechnischer Verein zu Breslau. 23. X. 1928, abends 8h, gr. Hörsaal d. Elektrotechn. Inst. d. T. H.: Vortrag Dr.-Ing. Heinrich, „Das Bürstenproblem bei el. Maschinen".

Physikalische Gesellschaft zu Berlin (gemeins. mit der Dt. Ges. für techn. Physik). 19. X. 1928, abds. 7½h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. T. H.: Vortrag A. Smuroff, „Über die physikal. Natur der el. Vorgänge in Isolatoren".

Röntgen-Vereinigung zu Berlin u. Ärztlicher Verein für Strahlenkunde. 25. X. 1928, abends 8h, Langenbeck-Virchow-Haus (kl. Saal), Luisenstr. 58—59: 1. Vortrag Tugendreich u. Schereschewsky, „Röntgenologische Befunde bei neuralgischen und ischiasähnlichen Beschwerden"; 2. Vortrag Schneider, „Zur Bekämpfung des Röntgenkaters nach Tiefentherapie"; 3. Vortrag Frik, „Demonstrationen aus der praktischen Röntgendiagnostik"; 4. Vortrag Chaoul, „Meine Untersuchungen über das normale Schleimhautrelief des Magens und einige pathologische Befunde".

Außeninstitut der T. H. Berlin. Freitags 8 bis 10h, Hörsaal noch unbestimmt. Vortragsreihe „Fabrikationskontrolle auf Grund statistischer Methoden". 2. XI. 1928: a) Prof. M. Pirani, „Zufall u. Gesetze bei Massenerscheinungen. Veranschaulichung der Entstehung statist. Gesetzmäßigkeit an einem mechan. Modell". b) Dr. H. Plaut, „Die Häufigkeitskurven als Grundl. d. techn. Statistik. Probleme aus der Praxis". 9. XI. 1928: a) Prof. R. Rothe, „Grundlagen der mathemat. Statistik". b) Dr. J. Runge, „Die normale Häufigkeitskurve und ihre Bedeutung". 23. XI. 1928: Dr. H. Plaut, „Techn. Fabrikationskontrolle mit Hilfe stat. Methoden. Anordnung u. Beurteilung v. Versuchsreihen. Prüf. eines Fabrikats auf Gleichmäßigkeit. Nachweis von Qualitätsunterschieden, Kontrolle durch Stichproben". 30. XI. 1928: a) Prof. R. Becker, „Abnahmebedingungen und Garantien auf statistischer Grundlage". b) Prof. R. Rüdenberg, „Toleranzen im el. Maschinenbau". 7. XII. 1928: a) Prof. G. Schlesinger, „Prakt. Bewährung der dt. DIN-Passungen im Licht der Statistik". b) Dr. R. Holm, „Leistungsfähigkeit techn. Anlagen bei statistisch schwankender Beanspruchung. Dargestellt an einem Beispiel aus der Telephonie". 14. XII. 1928: a) Prof. W. Moede, „Leistungstatistik". b) Prof. R. Rothe, „Schlußworte".

Preis für die ganze Vortragsreihe 10 RM, für Angehörige aller Hochschulen gegen Ausweis 5 RM. Auskunft Steinpl. 9000.

PERSÖNLICHES.

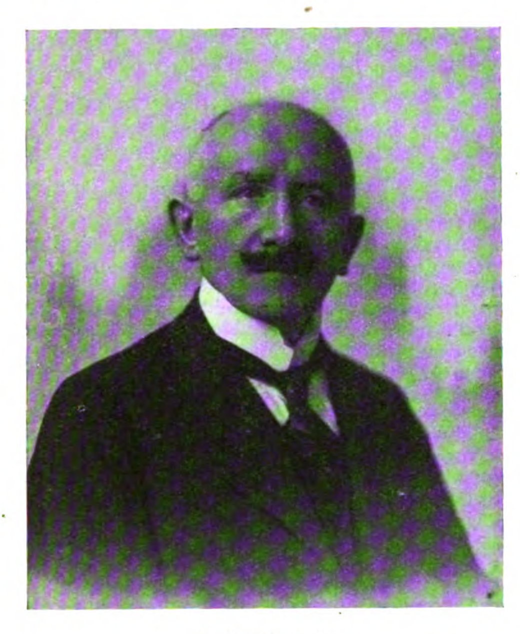
A. Seyfferth †.

Am 18. August d. Js. verschied in Krefeld nach schwerem Leiden unser früherer langjähriger Vorsitzender und dann Ehrenvorsitzender, Herr Direktor Alfred Seyfferth.

Der Verstorbene wurde 1869 in Leipzig geboren. Er besuchte die Gewerbeakademie in Chemnitz und bezog dann die T. H. Karlsruhe. Nachdem er bei einigen Firmen als Volontär gearbeitet hatte, trat er 1894 als Ingenieur bei der Firma Elektr. Act.-Ges. vorm. W. Lahmeyer & Co. in Frankfurt ein. Von 1896 bis 1897 war er bei der Gesellschaft für elektr. Industrie, Karlsruhe, tätig, und trat dann als Maschinen-Ingenieur in die elektrotechnische Fabrik von Chr. Weuste, Duisburg, ein, um 1901 dem Ruf als Oberingenieur und Leiter der elektrotechnischen Abteilung bei der Firma Düsseldorfer Maschinenbau A. G., Losenhausenwerk, Düsseldorf-Grafenberg, zu folgen. Mitte 1903 trat Herr Seyfferth als Oberingenieur in die Dienste der Firma Rheinische Elektro-Maschinen-



fabrik G. m. b. H., Krefeld, wo er nach einigen Jahren die technische Direktion übernahm. Nach inzwischen erfolgter Prokuraerteilung wurde er einige Jahre später als persönlich haftender Gesellschafter aufgenommen. Außerdem war er Vorsitzender des Verbandes Krefelder Metallindustrieller.



A. Seyfferth †.

Durch seinen Heimgang verlieren wir eines unserer ältesten, treuesten und eifrigsten Mitglieder. Er hat nicht nur unseren Verein mit gegründet, sondern als Vorsitzender etwa 15 Jahre lang, darunter in der schweren Kriegs- und Nachkriegszeit, als alles sich aufzulösen drohte, unermüdlich für seine Entwicklung gearbeitet. Der Verband Deutscher Elektrotechniker betrauert in dem frühzeitig Dahingeschiedenen ein treues Mitglied, das jederzeit den Zielen und Zwecken des Verbandes aufrichtiges und lebhaftes Interesse entgegengebracht hat und dessen reiche Kenntnisse und Erfahrungen bei seinen Fachgenossen volle Anerkennung gefunden haben. Wir beklagen aber auch den Verlust eines stets hilfsbereiten und liebenswürdigen Kollegen und Freundes, dem unser Dank und treues Gedenken über das Grab hinaus gewiß sind.

Elektrotechnischer Verein am Niederrhein

i. A.: Rollwagen.

Hochschulnachrichten. — Obering. Karl Küpfmüller vom Zentrallaboratorium der Siemens & Halske A. G. wurde die ordentliche Professur für Elektrotechnik (Theoretische Elektrotechnik und Meßtechnik) an der T. H. Danzig angeboten. Küpfmüller nahm den Ruf an. Sein Hauptarbeitsgebiet waren bisher Wechselstrommeßtechnik, Theorie der Schwingungen, Ausgleichvorgänge in Freileitungen und Kabeln, Störungserscheinungen in Fernmeldeleitungen und ähnliches. Seine Arbeiten sind von großer Bedeutung für die Fernsprech- und Telegraphentechnik geworden.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Zur Berechnung der Anlaßwiderstände eines Hauptstrommotors.

In der gleichnamigen Arbeit (ETZ 1926, S. 1316) gibt Herr J. HAK zwei graphische Rechentafeln (und zwar Fluchtlinientafeln) für den genannten Zweck, die ein von ihm näher dargelegtes Probier- und Näherungsverfahren erleichtern sollen. Es dürfte vielleicht von Interesse sein, daß sich die vorgelegte Aufgabe durch gewöhnliche kartesische Netztafeln lösen läßt, die die gesuchten Größen unmittelbar und ohne jeden Probiervorgang ergeben.

Die grundlegende Gleichung (Gl. 7 des genannten Aufsatzes) lautet

$$1-\frac{R_m}{R_0}=\frac{1-\gamma}{\gamma}\lambda\,\frac{1-\lambda^m}{1-\lambda} \quad \ldots\ldots (7)$$

Hierin sind

R_m = Anker- + Wicklungswiderstand = Widerstand auf dem m-ten Kontakt,
$R_0 = R_m$ + Widerstand sämtlicher Anlaßstufen = Widerstand auf dem 0-ten Kontakt $= E/J_{max}$,
E = Klemmenspannung in Volt,
J_n = normale Stromstärke in Ampere,
J_{max}, J_{min} = maximale, minimale Stromstärke beim Anlassen in Ampere,
$m+1$ = Anzahl der Kontakte,
m = Anzahl der Widerstandstufen,
Φ = Kraftlinienzahl,
v = Umdrehungszahl,
$\gamma = J_{min}/J_{max}$,
$\lambda = \gamma\,\Phi_{max}/\Phi_{min} = \gamma\,v_{min}/v_{max}$.

Statt des von Herrn J. HAK eingeschlagenen Probierweges kann so vorgegangen werden: Unter Zuhilfenahme der empirisch bekannten Geschwindigkeitscharakteristik $J=J(v)$ oder Magnetisierungscharakteristik $J=J(\Phi)$ ist bei gegebenem J_{max} = konst., wodurch auch v_{max} bzw. Φ_{max} mitbestimmt ist, γ als Funktion von λ: $\gamma=\gamma(\lambda)$ eindeutig festgelegt (siehe Abb. 1), wobei deren Darstellung in Form eines geschlossenen analytischen Ausdrucks für den vorliegenden Zweck gar nicht erforderlich ist. Diese Beziehung in Gl. (7) eingesetzt, gibt eine Beziehung zwischen den drei Veränderlichen $\frac{R_m}{R_0}$, λ und m, die bekanntlich stets durch mindestens eine Netztafel dargestellt werden kann.

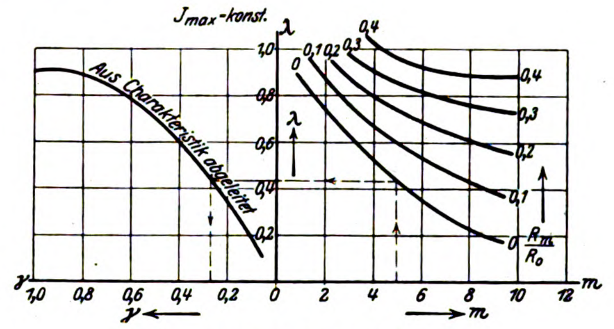


Abb. 1. Schematische Tafel für Gl. (7).

Die Konstruktion dieser Tafeln erfolgt derart, daß man — bei gegebenem J_{max} = konst. — zu gewählten λ und m zunächst das γ aus der aus der Charakteristik abgeleiteten Kurve $\gamma=\gamma(\lambda)$ entnimmt, womit die rechte Seite von Gl. (7) bekannt ist. Die linke Seite liefert dann die Bezifferung der punktweise erhaltenen $\frac{R_m}{R_0}$-Kurvenschar. Es sind also für verschiedene Werte von J_{max} = konst. derartige Netztafeln zu entwerfen. Eine zweckmäßige Anordnung einer derartigen Tafel zeigt völlig schematisch Abb. 1*[1].

Die Benutzung der Tafel geschieht folgendermaßen: In der Tafel für das gegebene J_{max} = konst. ergibt sich auf der Lotrechten zu dem gegebenen m im Schnitt mit der durch das ebenfalls gegebene $\frac{R_m}{R_0}$ festgelegten Kurve aus der Schar der gesuchte λ-Wert und über die aus der Charakteristik abgeleitete Kurve der ebenfalls benötigte γ-Wert. Mit den so gefundenen Werten γ und λ ist dann wie a. a. O. (über die Gl. (3), (4) usw.) zur Bestimmung der einzelnen Widerstandstufen fortzuschreiten.

Es führt also, wie schon Herr J. HAK mit Recht bemerkt, dort, wo, wie im vorliegenden Fall, analytisch nicht faßbare Zusammenhänge in den Berechnungsgrundlagen vorkommen, nur die Anwendung der Nomographie zu einfachen Berechnungsverfahren.

Prag, im Juni 1928. Alexander Fischer.

Erwiderung.

Die von Herrn A. FISCHER vorgeschlagene Konstruktion einer Kurvenschar, die die Werte von R_m/R_0 im Koordinatensystem m-λ angäbe, würde eine vollständige Lösung sämtlicher, für einen gegebenen Motor vorkommenden Fälle darstellen, und als solche würde sie natürlich das von DOVER angegebene Probierverfahren ersetzen. Sie würde aber nur für eine gegebene Charakteristik gültig

*[1] Statt der linken Hälfte der Abb. 1 könnte selbstverständlich auf der Lotrechten eine sog. „Doppelleiter" für γ, λ angebracht sein.

bleiben, d. h. für jeden Spezialfall müßte sie nach der Charakteristik neu konstruiert werden. Dies würde sich wohl nur noch bei einer Serie von Motoren lohnen, wo man aber gewöhnlich keine spezielle Berechnung von Anlaßwiderständen durchzuführen hat und sich vielmehr nach anderen Formeln und Normen für Anlaßgeräte richten kann. Da der von mir angegebene Rechnungsvorgang nur und besonders für spezielle Motoren gedacht wurde, und bei der Berechnung von Anlassern für solche Motoren auch entstanden ist, scheint mir das benutzte, für jede Charakteristik anwendbare Verfahren rascher und bequemer als die Konstruktion einer für jede Charakteristik speziellen Kurvenschar zum Ziel zu führen.

Paris, 27. VI. 1928. Ing. J. Hak.

LITERATUR.

Besprechungen.

Isolierte Leitungen und Kabel. Erläuterung. zu d. f. isoliert. Leit. u. Kabel geltend. Vorschrift. u. Normen d. VDE. Im Auftrage des VDE herausg. von Dr. R. Apt. 3. neubearb. Aufl. mit 20 Textabb., IX u. 235 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928 Preis kart. 12 RM, geb. 13 RM.

Dieses ausgezeichnete Buch ist nun in 3. Auflage erschienen. Der Verfasser ist wie kaum ein zweiter berufen, Erläuterungen zu den Normen herauszugeben, weil er als langjähriger Mitarbeiter der Draht- und Kabelkommission in den vielen Besprechungen, welche der Fassung von Vorschriften und Normen vorausgehen, am besten sowohl die Absichten als die zu erwartenden Einwände und Schwierigkeiten kennengelernt hat. Der „Apt" hat sich auch schon längst als ein zuverlässiges Nachschlagebuch eingeführt, besonders deshalb, weil der Verfasser seine Erläuterungen so eingehend vornimmt, daß das Buch für den Nichtspezialisten geradezu zum Lehrbuch wird. Deshalb werden der projektierende Ingenieur und der Betriebsmann, welche nicht immer Zeit und Gelegenheit haben, die verstreute Literatur nachzuschlagen, mit größtem Vorteil das Buch zu Rate ziehen. Das Buch erscheint ferner durchaus berufen, im Verkehr zwischen Kabel- und Leitungsfabrikanten und den Verbraucherkreisen eine vermittelnde Rolle zu spielen, weil es manche Rückfrage vermeiden und manchen Briefwechsel durch einen Hinweis abkürzen läßt.

Die jetzige Auflage hat infolge der starken Änderungen und Neuaufnahmen von Vorschriften und Normen eine vollständige Umarbeitung erfahren, welche den letzten Entwicklungen Rechnung trägt. So ist z. B. die Berechnung der Hochspannungskabel sehr eingehend behandelt. Eine Tabelle bringt die größten Spannungsgradienten bei Ein- und Mehrleiterkabeln für alle Querschnitte und die Spannungen von 6...30 kV. Da die Verlegung von Einleiterwechselstromkabeln, besonders für höhere Spannungen, immer größere Bedeutung gewinnt, werden Formeln für die Berechnung der auftretenden elektrischen Verhältnisse gebracht. Nach diesen werden an einem Beispiel die Bleimantelspannung, das Verhältnis der Stromstärke im Bleimantel zur Stromstärke im Leiter und das Verhältnis des Verlustes im Bleimantel und Leiter als Funktion des Abstandes durch Schaulinien sinnfällig gemacht. Daß die Kabelprüfungen in diesem Buch ganz besonders gewürdigt sind, ist selbstverständlich.

Der Verlag hat das Buch in der bei ihm üblichen sorgfältigen Ausstattung in Ganzleinenband herausgebracht. Ein alphabetisches Inhaltsverzeichnis, das die letzte Auflage vermissen ließ, erleichtert das Nachschlagen. Föttinger.

Deutschlands Großkraftversorgung. Von Dr. G. Dehne. 2., neu bearb. u. erweit. Aufl. Mit 70 Textabb., VI u. 142 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geh. 11,50 RM; geb. 12,50 RM.

Die lebhafte Entwicklung, welche die deutsche Großkraftversorgung genommen hat, veranlaßte den Verfasser, sein wertvolles gleichnamiges Werk[1] einer Neubearbeitung zu unterziehen. Auch in der Neuauflage hat er denselben Aufbau und die Stoffeinteilung beibehalten. Nach einer kurzen Einführung, in der er den Sieg der Großkraftzentralen, die Energievorräte Deutschlands, die Struktur seiner Elektrizitätswirtschaft, die Vormacht der öffentlichen Hand und Deutschlands Großkraftwerke schildert, teilt er in dem Hauptteil seiner Arbeit die Großkraftversorgung betriebstofflich, d. h. nach der Erzeugung aus der Steinkohle, der Braunkohle und den Wasserkräften ein. Jedem Abschnitt schickt er die technisch-wirtschaftlichen Grundlagen voraus und reiht ihnen die Entwicklung in den einzelnen Gebieten an. Im Schluß faßt er noch einmal die Gründe der Entwicklung zusammen und bringt ein zusammenfassendes Bild der Kraftwerke Deutschlands und seiner Hochspannungsleitungen nach dem Stande Anfang 1928. In ihm zeigt er, wie Deutschland bereits ein ziemlich geschlossenes Netz von Hochspannungsleitungen überzieht und sich drei Haupterzeugungsgebiete herausgebildet haben:

1. Rheinland-Westfalen, gestützt auf die Braunkohlen der Kölner Bucht und die Ruhr-Steinkohlen,
2. Mitteldeutschland, gestützt auf die mitteldeutschen Braunkohlenlager,
3. Süddeutschland, gestützt auf die süddeutschen Wasserkräfte.

Die Gründung der A.G. für Elektrizitätswirtschaft erfolgte durch Deutschlands größte Großkraftunternehmungen: die Elektrowerke, die Preußische Elektrizitäts-A.G. und das Bayernwerk. Ihre Aufgabe besteht darin, ähnlich wie im Westen auch im Osten eine 220 kV-Verbindung zwischen Norddeutschland und den süddeutschen Staaten zu schaffen und in allen elektrizitätswirtschaftlichen Fragen eine enge Gemeinschaftsarbeit zwischen den einzelnen Elektrizitätsversorgungsgesellschaften, deren Kreis jederzeit erweiterbar ist, herbeizuführen. Sie bahnt den Weg für den planmäßigen Aufbau der Elektrogroßwirtschaft Deutschlands.

Durch die Verkuppelung der deutschen Netze mit denen der Nachbarstaaten, insbesondere der wasserkraftreichen Alpenländer, werden infolge der Mischung der verschiedenartigsten Belastungsspitzen die Wasserkräfte restlos erfaßt, durch Sparung wertvoller Kohlenschätze wird eine energiewirtschaftliche Rationalisierung in größtem Ausmaße ermöglicht. Bei der beschränkten Lebenszeit der deutschen Braunkohlenlager ist eine dauernde Verlegung des Schwerpunktes der Stromerzeugung auf die Braunkohle nicht möglich. Es ist daher angebracht, sich nach anderen, mächtigeren Energiequellen umzusehen. In Süddeutschland baut man die größten Wasserkräfte aus, deren Lebensdauer praktisch unbegrenzt ist. Deutschlands größte Energievorräte sind jedoch seine Steinkohlenlager. Der Weg zur erhöhten Nutzbarmachung ihrer Energiewerte für die Krafterzeugung führt über die Nebenproduktgewinnung. Außer den Wasserkräften wird daher die technische und wirtschaftliche Ausgestaltung der Steinkohlenveredlung, insofern man nicht neue und bessere Energiequellen findet, für die Zukunft der deutschen Elektrizitätswirtschaft von größter Bedeutung sein.

Im einzelnen ist zu den Ausführungen des Verfassers folgendes zu bemerken: Die Beibehaltung des früheren Aufbaues der Arbeit, die Behandlung der Versorgungsgebiete nach den Betriebstoffen, führt den Leser häufig in bereits behandelte Gebiete wieder zurück, stellenweise Wiederholungen sind die Folge. Es erscheint daher zweckmäßiger, wenn der Verfasser für eine spätere Neuauflage den Weg der regionalen Einteilung in Wirtschaftsgebiete wählt. Wenn auch die Elektrizitätswirtschaft in Ostpreußen gegenüber den anderen Ländern weit zurücksteht, so verdient sie doch auch in diesem Buch hinreichendere Beachtung. — Zu S. 1 (Zeile 11 v. u.): Neben der schwierigen Brennstoffheranschaffung im Innern der Stadt war auch die Wasserbeschaffung ein Grund des Abwanderns der Werke in die Außenbezirke. — Zu S. 3 (Zeile 1): Neben der zu überbrückenden Entfernung ist es die Leistung, welche eine Erhöhung der Übertragungsspannung erforderlich macht. (Zeile 14 v. u.): Unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Verhältnisse kann man annehmen, daß Deutschlands Steinkohlenvorräte den Bedarf für nur etwa 650 Jahre, die Braunkohlenvorräte für etwa 160 Jahre decken[1]. Bei 26 Mia. kWh Wasserkraftleistung beim Vollausbau wird eine Kohlenersparnis von 35,4 Mia. t Steinkohle errechnet. Dies würde einem Verbrauch von 1,36 kg/kWh entsprechen. Der durchschnittliche Kohlenverbrauch für die erzeugte Kilowattstunde dürfte etwas tiefer liegen. Dasselbe trifft für S. 99, 6. u. 7. Zeile v. u. zu. (Zeile 5 bis 9 v. u.): Als Vergleich für die Verteilung der Energievorräte Deutschlands siehe auch die unter [1] genannte Quelle S. 54. — Zu S. 4: Abb. 1 ist inzwischen veraltet. (Zeile 1 bis 4 v. u.): Die Tabelle der Stromerzeugung aus den einzelnen Energieträgern stimmt mit den Ergebnissen der amtlichen Statistik nicht überein[2]. Erwünscht wäre es auch, wenn der Verfasser dort, wo er die installierte Maschinenleistung und die Stromerzeugung angibt, aus beiden die jährliche Be-

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 1418, 1461.

[1] Vgl. „Aufbau u. Entwicklungsmöglichkeiten der europäischen Elektrizitätswirtschaft." Herausg. v. Bankhaus Schwarz, Goldschmid & Co., Berlin 1928, S. 32.
[2] S. die vorgenannte Quelle S. 59, Zahlentafel IX.



nutzungsdauer der ersteren errechnet. Dies gibt dem wirtschaftlich Denkenden gleichzeitig ein Bild über die Ausnutzung der Anlage. Natürlich muß hierbei ein etwaiger Strombezug in Abzug gebracht werden. Dasselbe trifft zu für die Tabellen auf S. 9, 15, 22, 36, 42, 82, 106, 107 und 115. — Zu S. 15: Erwünscht wäre, wenn aus der Zahlentafel über die elektrizitätswirtschaftliche Entwicklung der Großstädte die installierte Leistung in Watt sowie die Arbeitsleistung in kWh je Kopf der Bevölkerung ermittelt wird. Sie würde außer der Zunahme der jährlichen Benutzungsdauer auch eine solche der Watt- und Arbeitsleistung nachweisen. Der Kopf der Spalte 4 und 5 muß Mia. kWh, nicht Mio. kWh heißen. — Zu S. 18 und 19: Es ist streng nach Hoch- und Höchstspannungsleitungen zu unterscheiden. Unter Höchstspannungsleitungen versteht man solche von 220 kV an. — Zu S. 29: Um Irrtümer zu vermeiden, ist die Bezeichnung „Kabel"-Strecken für Überlandleitungen durch „Freileitungs"-Strecken zu ersetzen. — Zu S. 44 (Zeile 5 v. o.): Es muß 112,5 Mio. kWh nicht 2,5 Mio. kWh heißen.— Zu S. 51: Die Angaben der Abb. 27 für 1922 sind überholt (s. die unter [1] genannte Quelle, S. 62). — Zu S. 52 (Abb. 28): Erwünscht wäre die Angabe des Heizwertes bzw. des Preises je Tonne. — Zu S. 79: In der Tabelle muß es bei der Eektrowerke A. G. 1,396 Mia. kWh und beim RWE 1,218 Mia. kWh heißen. — Zu S. 85: Die Uckermark gehört zum Versorgungsgebiet des MEW. — Zu S. 87: desgl. Steglitz zu dem der Bewag. — Zu S. 94 (Zeile 4 v. u.): Es muß heißen „Mit dem bayerischen Hochspannungsnetz" (nicht Höchstspannungsnetz). — Zu S. 99 (Zeile 2 v. o.): (15,15 %) s. Bemerkung zu S. 3, Deutschlands Wasserkräfte. — Zu S. 121 (Zeile 16 v. o.): Es muß heißen: „im Sommer ruhen", statt „im Winter ruhen". — Zu S. 134 (Zeile 11 v. u.): (82,9 % Gesamtvorräte) s. Bemerkung zu S. 3.

Die vorstehenden Bemerkungen sollen jedoch den Wert des Buches nicht herabsetzen. Bei dem zahlreichen und mit großem Fleiß zusammengetragenen Zahlenmaterial sind natürlich Irrtümer, die häufig auf Fehler Dritter zurückzuführen sind, kaum ausgeschlossen. Fast jeder Verfasser ist gezwungen, sich bei der Angabe statistischen Materials auf die Angaben Dritter zu stützen. Das Verdienst des Verfassers ist es, mit als erster einen Überblick über die deutsche Großkraftversorgung gegeben zu haben. Sein Entschluß, die inzwischen veraltete erste Auflage durch eine zweite zu ersetzen, muß von jedem, der sich mit der deutschen Elektrizitätswirtschaft vertraut machen will, begrüßt werden. Wenn auch gerade in der letzten Zeit mehrere Neuerscheinungen auf dem vom Verfasser behandelten Gebiete in der Literatur zu verzeichnen sind, so ist doch die Ergänzung seines früheren Werkes als eine wertvolle Bereicherung des die gesamte deutsche Wirtschaft berührenden Gebietes der Elektrizitätswirtschaft zu begrüßen. Sein Studium kann dem Statistiker, Ingenieur und Volkswirt dringend empfohlen werden.

W i n d e l.

Z u r T h e o r i e d e s F e r n s p r e c h v e r k e h r s. Einführung u. Überblick. Von K. F r e i. (E i n z e l d a r s t e l l. a u s d. e l. N a c h r i c h t e n t e c h n i k, herausgegeben v. F. M o e n c h. Bd. 1.) Mit 138 S. in 8°. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1927. Preis geh. 4,50 RM, geb. 6 RM.

In einer von F. M o e n c h herausgegebenen Buchfolge „Einzeldarstellungen aus der elektrischen Nachrichtentechnik" ist als erstes das vorliegende Bändchen erschienen. Der Zweck dieser Buchfolge soll sein, es dem Fachmann zu ermöglichen, sich in die Teilgebiete der elektrischen Nachrichtentechnik einzuarbeiten, und dem Fernerstehenden einen Überblick über die neueren Errungenschaften dieser Technik zu gewähren. Jedem einzelnen Bändchen fällt die Aufgabe zu, einen bestimmten, aktuellen Gegenstand nach dem derzeitigen Stande der technischen Entwicklung und wissenschaftlichen Erforschung als abgeschlossenes Ganzes zu zeigen und damit den jeweiligen Bedürfnissen der Praxis zu dienen. Für das Gebiet der Theorie des Fernsprechverkehrs hat Oberpostrat K. F r e i das gesteckte Ziel mit dem vorliegenden Bändchen völlig erreicht. Für den mit der Theorie des Fernsprechverkehrs nicht Vertrauten werden die Grundlagen dieser Theorie und ihre wesentlichen Ergebnisse soweit erläutert, daß die bisher vorliegenden Veröffentlichungen ohne andere Hilfsmittel mit vollem Verständnis gelesen werden können. Damit der Leser sich selbst ein Urteil über die Ergebnisse der Theorie bilden kann, ist namentlich die mathematische Behandlung einzelner dafür gerade geeigneter Teile ausführlich erörtert worden. Das Bändchen beschränkt sich jedoch nicht allein darauf, die bisherigen Ergebnisse lediglich zu registrieren und zu kritisieren, sondern bringt auch positive Lösungen einzelner, bisher nicht einwandfrei geklärter Fragenkomplexe. Gleichwohl werden auch durch die vorliegende Arbeit nicht alle Probleme dieser schwierigen Theorie des Fernsprechverkehrs restlos gelöst. Mancherlei bleibt für die Fachwelt noch zu klären; so besonders die genaue Ermittlung der Wartezeit als Betriebsgüte-Maßstab im Fernsprechverkehr. Trotzdem ist der Wert des vorliegenden Buches nicht gering einzuschätzen: Das Buch ist durchaus geeignet, die vom Verfasser gestellte Aufgabe, der Theorie des Fernsprechverkehrs in den Kreisen der leitenden Betriebsbeamten die gebührende Beachtung zu verschaffen und dadurch zur Klärung und Vervollkommnung der schwierigen Theorie anzuregen, zu erfüllen. In keiner Bücherei eines Fachmanns darf das Werkchen fehlen.

Besondere Hervorhebung verdienen noch die gute Ausstattung des Buches sowie der gute Druck und die übersichtliche Anordnung des Stoffes durch reichgegliederte Disposition.

W e i s h a u p t.

H a n d b u c h d e r E x p e r i m e n t a l p h y s i k. Herausg. von W. W i e n u. F. H a r m s. Bd. 1: M e ß - M e t h o d e n u. M e ß - T e c h n i k. Von L. H o l b o r n. T e c h n i k d e s E x p e r i m e n t s. Von E. v. A n g e r e r. X u. 484 S. mit 246 Abb. in gr. 8°. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1926. Preis geh. 40 RM, geb. 42 RM.

Auf über 300 Seiten bringt der Verfasser wohl so ziemlich alles, was sich bisher an Methoden und Meßapparaten in Physik und Technik bewährt hat. Neben den älteren bekannten Methoden bringt er auch die neuesten, so z. B. bei den Längenmessungen die optischen Interferenzmethoden, bei den Zeitmessungen die durch ein Elektronenrohr zum Schwingen angeregte Stimmgabel. Bei den Luftdruckmessungen bringt er die neuesten Druckmesser, die auf der Dämpfung eines schwingenden Systems beruhen, und die Radiometer von K n u d s e n usw. Etwas sehr kurz gehalten sind die Anwendungen von Elektronenröhren, so z. B. vermisse ich bei den Druckmessungen gänzlich die neuesten Methoden zur Dielektrizitätskonstantenbestimmung.

Im ganzen halte ich aber die Darstellung für überaus geeignet, sich einen guten Überblick über die verschiedenen Gebiete der Meßtechnik zu verschaffen[1].

W e h n e l t.

E l e c t r i c a l E n g i n e e r i n g P r a c t i c e. A practical treatise for electrical, civil and mechanical Engs. Von J. W. M e a r e s u. R. E. N e a l e. 2. Bd. 4. Aufl. Mit 244 Textabb., XII u. 532 S. in 8°. Verlag von Chapman & Hall, Ltd., London 1927. Preis geb. 25 sh.

Das Werk, in dem M e a r e s seine Erfahrungen als elektrischer Berater der indischen Regierung verwendet hat, wächst in der 4. Aufl. zu drei Bänden an. Der erste Band behandelt Einheiten, Stoffkunde, Meßkunde, Generatoren, Antriebsmaschinen, Kraftstationen, Kosten und Tarife. Der vorliegende zweite Band enthält eine Übersicht über Transformatoren, Umformer, Quecksilbergleichrichter, mechanische und elektrolytische Gleichrichter, Detektoren, Metalloxydgleichrichter und Elektronenröhren. Die Akkumulatoren werden kurz behandelt. Bei den Verteilungsanlagen und dem Installationsmaterial werden die Vorschriften der Inst. El. Engs. eingehend berücksichtigt. · Den Schluß bilden die Abschnitte über Beleuchtungsanlagen und die neuen von N e a l e bearbeiteten Teile über elektrisches Heizen, Schweißen und Schneiden. Der dritte Band wird den Abschnitten über Elektromotoren und über die Anwendung der Elektrizität in Industrie, Bergbau, Landwirtschaft, Traktion, Schiffahrt usw. gewidmet sein. Der Stoff des ganzen Werkes ist so umfangreich, daß es schwierig erscheint, ihn in einer solchen zusammenfassenden Darstellung zu erledigen. Der Erfolg der bisherigen Auflagen zeigt jedoch, daß das Werk einem Bedürfnis der Ingenieure und Studierenden entspricht.

T h o m ä l e n.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hans W e b e r, Die Braunkohlenablagerung in dem Gebiet zwischen dem Muskauer und Sorauer Flözzuge, ihre Entstehung und ihre Stellung zu den benachbarten Braunkohlenvorkommen. T. H. Berlin 1927.

Statish Chandra B h a t t a c h a r y y a, Einzel- oder Zentralgeneratorenanlagen in der Gasindustrie. T. H. Berlin 1928.

[1] Für den von E. v. A n g e r e r geschriebenen zweiten Teil vgl. die ebenfalls von W e h n e l t stammende Besprechung des Buches v. A n g e r e r, Techn. Kunstgriffe bei phys. Unters. ETZ 1928, S. 779.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Metallwirtschaft im Jahr 1927[1]. — Die den jetzt von der Metallgesellschaft A. G., Frankfurt a. M., allein herausgegebenen „Statistischen Zusammenstellungen" für 1927 entnommene Übersicht zeigt, daß die Welt-Hüttenproduktion der wichtigeren Nicht-Eisen-Metalle und, abgesehen vom Aluminium, auch deren Verbrauch weiter zugenommen haben, u. zw. erstere gegen den Durchschnitt der Jahre 1924/26 bei Zink um 17, bei Blei um 14, bei Aluminium und Zinn um 11, bei Kupfer um 8 und im ganzen um 13 %. Nach den Berechnungen der Metallgesellschaft stellte sich der Gesamtwert der Welterzeugung dieser Metalle im Berichtsjahr auf rd. 1,2 Milliarden $ gegen nahezu 1,6 Milliarden $ der Roheisenproduktion. Die Preise der wichtigeren N.-E.-Metalle weisen seit 1926, bei Zinn seit 1927, fallende Tendenz auf, die sich mit Ausnahme von Kupfer auch im 1. Halbjahr 1928 fortgesetzt hat. Blei und Zink waren dabei am meisten in Mitleidenschaft gezogen. Verglichen mit dem Durchschnitt von 1924/26 ist 1927 der Preis von Blei um 25, von Zink um 15, von Aluminium um 8, von Kupfer um 5 % gefallen, von Zinn dagegen um 11 % gestiegen und im Durchschnitt aller Metalle um 8 % zurückgegangen. Gegen den Durchschnitt von 1909/13 ergeben sich aber, mit Ausnahme von Kupfer (— 7 %), Zunahmen, u. zw. bei Blei um 61, bei Zinn um 60, bei Aluminium um 46 und bei Zink um 19, im ganzen um 36 %. Die Erweiterung des Verbrauchs verlief in den Nachkriegsjahren bei Blei, Zink und Zinn langsamer als bei Kupfer und vor allem bei Aluminium. Während die Produktions- und Verbrauchsziffern der letztgenannten beiden Metalle dank der günstigen wirtschaftlichen Entwicklung der Hauptabnehmergruppen, vor allem der Elektroindustrie und des Kraftwagenbaues, sowie produktionstechnischer Fortschritte schon 1924/26 relativ stark gestiegen sind, zeigen sie bei den übrigen Metallen erst gegen das Berichtsjahr einigermaßen entsprechende Zunahmen. Verglichen mit dem Vorkriegsjahr 1913 ist der Weltverbrauch von N.-E.-Metallen stärker (um rd. 34 %) als die Bevölkerung der wichtigeren Konsumländer (+ 8 %) gewachsen. Nicht nur absolut, sondern auch je Kopf der Bevölkerung ergeben sich 1927 höhere Beträge, u. zw. für die V. S. Amerika 16,2 (1913: 11,1), für England 14,5 (12,0), für Deutschland 11,5 (11,3) kg/Kopf; allein in Frankreich ist ein schwacher Rückgang (von 7,7 auf 7,4 kg) festzustellen. Was die Ersetzbarkeit der Metalle untereinander betrifft, so sind es nach den Ausführungen der Metallgesellschaft vor allem Aluminium und seine Legierungen, die wegen besserer technischer und wirtschaftlicher Eignung immer mehr Verbrauchsgebiete erobern, hauptsächlich die des Fahrzeugbaus und der Elektroindustrie, welche in noch nicht übersehbarem Maß neue Anwendungsmöglichkeiten für Aluminium und seine Legierungen bieten. Das starke Vordringen der Leichtmetalle unterscheidet den inneren Aufbau der N.-E.-Metallwirtschaft wesentlich von dem der Vorkriegszeit. Über Erzeugung und Verbrauch des für die Elektroindustrie besonders wichtigen Kupfers gibt obige Übersicht nähere Auskunft. Rund 78 % der gesamten Hüttenproduktion der Erde entfielen 1927 auf den amerikanischen Kontinent (V. S. Amerika, Chile, Peru, Mexiko, Kanada), rd. 11 % auf Europa, 7 % auf Afrika und rd. 4 % auf Asien-Japan. Dagegen ist Europa im Berichtsjahr zum größten Kupferverbraucher geworden, indem es — Regeneration und Alt- bzw. Abfallmetall nicht gerechnet — rd. 50 % des gesamten Rohmetallkonsums aufnahm, Amerika rd. 43 % und Asien rd. 5 %. Die Preispolitik der Copper Exporters Incorporated hat den Kupferpreis in den letzten Jahren ziemlich stabil gehalten, allerdings auf einem verhältnismäßig niedrigen Niveau, denn gemessen am Durchschnitt der Jahre 1909/13 betrug der Preisindex auf Grund der New Yorker Notierungen 1927 rd. 93 und im ersten Halbjahr 1928 rd. 101. Daß bei diesen Preisen die Erzeugung zunehmen konnte (gegen 1909/13 um rd. 61 %) erklärt sich nur durch eine wesentliche Senkung der Produktionskosten. Wirtschaftliche Erschließung bedeutender Erzvorkommen, produktionstechnische Fortschritte in der Aufbereitung und Verhüttung sowie die damit zusammenhängende Erhöhung der Erzeugungsmengen der einzelnen Betriebe waren in diesem Zusammenhang die treibenden Kräfte. Während 1913 die 16 größten Kupferbergbaugesellschaften der Welt mit rd. 42 % an der Gesamtgewinnung beteiligt waren, ist dieser Anteil 1927 auf 60 %, also um rd. 18 %, gewachsen. Die 10 größten Kupferbergbaugesellschaften der V. S. Amerika vermochten ihre Jahresproduktion je Gesellschaft von 33 800 t in 1913 auf 53 500 t, also um rd. 58 %, zu steigern. Gewinnung und Verbrauch von Blei sind in den letzten Jahren bei fallenden Preisen stetig gewachsen. Die Metallgesellschaft unterscheidet zwischen den älteren, heute noch bedeutenderen Produktionsgebieten, dann denjenigen, deren Erzeugung erst in der letzten Zeit größere Bedeutung erlangt hat, und der europäischen Hüttenproduktion und stellt fest, daß die älteren gegenüber dem Tempo, in dem die wirtschaftliche Entwicklung der jüngeren vor sich geht, zurückbleiben.

Metalle	Bergwerksproduktion		Hüttenproduktion		Rohmetallverbrauch	
	1927	1926	1927	1926	1927	1926
	1000 t					
Aluminium	—	—	206,1	202,1	180,9	187,4
Blei	1643,4	1574,4	1681,6	1603,8	1596,3	1560,3
Kupfer	1530,2	1478,0	1523,0	1463,2	1554,0	1505,8
Zink	1581,1	1547,5	1322,2	1240,1	1313,5	1240,3
Zinn	161,2	143,8	158,7	146,8	159,8	149,8
Länder	Kupfer (1000 t Kupferinhalt)					
Europa	145,0	130,6	167,4	139,5	780,7	633,5
Spanien	51,8	49,5	28,7	23,9	21,8	15,3
Deutschland	28,6	27,2	52,9	46,2	265,3	167,4
Afrika	110,9	99,1	102,3	90,1	11,0	11,0
Amerika	1194,4	1167,7	1179,9	1156,4	672,2	759,3
V. S. Amerika	763,9	789,1	837,2	856,3	648,5	735,6
Chile	239,2	202,3	224,4	188,4	2,0	2,0
Asien	68,3	70,4	63,4	65,6	80,9	92,2
Australien	11,6	10,2	10,0	11,6	9,2	9,8

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1547.

Elektrische Maschinen im schweizerischen Außenhandel. — Wie wir einem Referat der Schweiz. Bauzg.[1] über den Jahresbericht des Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller entnehmen, stellte sich der Außenhandel mit dynamoelektrischen Maschinen usw. vor dem Kriege und in den letzten drei Jahren folgendermaßen:

in t	1913	1925	1926	1927
Einfuhr	751	369	410	377
Ausfuhr	7 936	7 559	7 649	8 776

Die eingeführte Menge war also 1927 nur etwa halb so groß wie vor dem Kriege, während der Export den von 1913 um nahezu 11 % übertraf.

Aus der Geschäftswelt. — Das Arbeitsgebiet der jetzt in Frankfurt a. M. mit 50 000 RM Grundkapital eingetragenen H. Fuld & Co. Telephon- und Telegraphenwerke A. G. umfaßt den Betrieb von Fabriken und Unternehmungen im Gebiet der angewandten Elektrotechnik. — Die Bayerische Telefon-Gesellschaft m. b. H., München, hat ihre Firma in Gesellschaft für automatische Telephonie G. m. b. H. geändert. — Die kürzlich gegründete Energieversorgung Rothenburg G. m. b. H., Rothenburg o. T., bezweckt den Bau und Betrieb von Energieversorgungsanlagen für das Stadtgebiet von Rothenburg o. T. und Umgebung sowie die Beteiligung an ähnlichen Anlagen. Das Stammkapital beträgt 0,2 Mill. RM. — Herstellung und Vertrieb von Kühlanlagen sowie die Befassung mit allen dem Gesellschaftszweck dienenden Geschäften sind Gegenstand der in Leipzig unter maßgeblicher Beteiligung der Thüringer Gasgesellschaft mit 0,5 Mill. RM errichteten Kelvinator Elektro-Kühlanlagen A. G. — Mit 20 000 RM Stammkapital wurde in Berlin die Neon-Leuchtröhren-Gesellschaft m. b. H. eingetragen. — Für den Erwerb, den Ausbau und die Verwertung der dem Obering. Denes v. Mihaly gehörenden Schutzrechte für Vorrichtungen zum Fernsehen sowie zur Errichtung und Unterhaltung bezüglicher Anlagen ist in Berlin die Telehor-A. G. mit 60 000 RM Grundkapital gegründet worden. — Aus Worms wird die Eintragung der Salvis Gesellschaft m. b. H. Fabrik elektrischer Koch- & Heizapparate gemeldet. Das Stammkapital beträgt 20 000 RM.

Nochmals eine Ausschreibung in Luxemburg. — Die Compagnie Grand-Ducale d'Electricité du Luxembourg wird demnächst einen Submissionswettbewerb für Schalt-, Sicherungs- und sonstige Apparate für Transformatorenstationen ausschreiben. Die bezüglichen Belege (vgl. ETZ 1928, S. 1100) sind ihr bis 22. X. einzureichen.

[1] Bd. 92, 1928, S. 102.

Abschluß des Heftes: 13. Oktober 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 300 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

.HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 25. OKTOBER 1928
565—1596)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang — Berlin, 25. Oktober 1928 — Heft 43

Fortschritte im Bau von Mittel- und Hochfrequenzmaschinen.

Von Dr.-Ing. E. h. **Karl Schmidt**, Berlin-Lichtenrade.

Übersicht. Es werden die jetzigen Anwendungsgebiete für Mittel- und Hochfrequenzmaschinen geschildert. Ferner wird der vom Verfasser geschaffene S-Typ als Mittel- wie Hochfrequenzmaschine an verschiedenen Ausführungsbeispielen beschrieben und an Hand von ausgeführten Maschinen nachgewiesen, daß der S-Typ als die vorteilhafteste Maschine für Hoch- wie Mittelfrequenzen anzusprechen ist, da er konstruktiv wie ein Drehstrommotor, d. h. mit demselben Gehäuse auszuführen ist und daher billig wird, ferner sich elektrisch durch hohen Wirkungsgrad auszeichnet.

Als Stromquelle für tönende Sender wurden fast ausschließlich Mittelfrequenzmaschinen verwandt. Da nun der Löschfunkensender durch den Röhrensender allmählich verdrängt wurde, nahm der Bedarf an Mittelfrequenzmaschinen hierfür ab, und die Hochspannungs-Gleichstrommaschinen traten an ihre Stelle. Solange es noch nicht gelang, auch für kleinere Sender betriebsichere Hochspannungsmaschinen zu bauen, ging man den Umweg, daß man Mittelfrequenzmaschinen, unter Zwischenschaltung von Hochspannungstransformatoren und Röhrengleichrichtern, verwendete. Da sich aber zeigte, daß die Gleichrichterröhre für die Mittelfrequenz-Hochspannung neben einer gewissen Betriebsunsicherheit auch eine erhebliche Verteuerung der Anlage mit sich brachte, und es inzwischen gelang, Gleichstrom-Hochspannungsmaschinen von kleinerer Leistung, mit Spannungen bis zu 5000 V, zu bauen, ist auch auf diesem Gebiete die Mittelfrequenzmaschine verschwunden.

Zur Erzeugung drahtloser Wellen, insbesondere längerer Wellen und größerer Leistungen, ist die Hochfrequenzmaschine die gegebene Stromquelle. Sie konnte trotz schärfster Konkurrenz durch den Röhrensender das Feld behaupten.

Neuerdings werden Induktionschmelzöfen mit Mittel- wie Hochfrequenzströmen in immer ausgedehnterem Maße gespeist, so daß ein neues Anwendungsgebiet für die Hochfrequenzmaschine entstanden ist. Maschineneinheiten von 350 kW bis auf 2 kW im Frequenzbereich von 500 ... 10 000 Hz werden jetzt laufend für die Speisung der Schmelzöfen verwendet. Wir haben es hier also mit Öfen zu tun, die magnetisch nicht durch Eisen geschlossen sind; das magnetische Feld wird hier durch eine Luftspule erzeugt. Die Folge davon ist, daß ein derartiger Ofen zur Erzeugung des magnetischen Feldes einen großen wattlosen Strom benötigt, der durch die Maschine selbst nicht wirtschaftlich erzeugt werden kann. Man muß daher zur Kompensation dieses wattlosen Stromes Kondensatoren verwenden. Die Kapazitätsgrößen dieser Kondensatoren werden mit steigender Frequenz kleiner, daher auch meist billiger.

Ganz vorzüglich findet der Mittelfrequenzstrom in Form von Drehstrom zum Antrieb von Motoren mit hoher Drehzahl Anwendung. Bekanntlich werden derartige Motoren zum Antrieb der Holzbearbeitungsmaschinen, Kreiselkompasse, Zentrifugen usw. benutzt. Verwendet man z. B. einen Mittelfrequenzstrom von 500 Hz, so erreicht man bei einem zweipoligen Drehstrommotor fast 30 000 U/min. Man hat also hier ein sehr bequemes Mittel, beliebig hohe Drehzahlen ohne Zuhilfenahme von mechanischen Übersetzungen zu erzielen. Die Verwendung von Kommutatormotoren macht bei hohen Drehzahlen fast unüberwindliche Schwierigkeiten, so daß hier der Mittelfrequenzstrom zum Antrieb von Drehstrom-Asynchronmotoren ausschließlich in Betracht kommt und diese Kombination ein geradezu ideales Getriebe darstellt.

Als Stromquelle für die Unterwasser-Schalltelegraphie dient ebenfalls der Mittelfrequenzstrom, der neuerdings mit Frequenzen bis zu 8000 Hz angewendet wird. Die Maschinen für diese Zwecke arbeiten auf verhältnismäßig große Induktanzen und werden daher, um ihre Abmessungen klein zu halten, mit Kondensatoren abgestimmt, in derselben Art, wie die erwähnten Schmelzofenmaschinen.

Der Mittelfrequenzstrom hat sich auch im Materialprüfungswesen Eingang verschafft. Die fortschrittliche Materialuntersuchung geht dahin, das Material einer Dauerwechselbeanspruchung auszusetzen. Die einmalige Prüfung des Materials auf Zug und Druck entspricht in den meisten Fällen nicht mehr den praktischen Verhältnissen. Die im Maschinenbau fast allgemein periodisch auftretenden veränderlichen Kräfte beanspruchen das Material in einem ganz anderen Maße. In Erkenntnis dessen baut man auf sehr sinnreiche Art und Weise Materialprüfungsmaschinen, die das Probematerial periodisch veränderlichen Kräften aussetzen. Die Erzeugung dieser Kräfte geschieht mit Mittelfrequenzmagneten, die ein mechanisch auf die entsprechende Mittelfrequenz abgestimmtes Gebilde, in das das Prüfmaterial eingeschaltet ist, in Schwingung versetzen. Durch diese Art der Prüfung ist es außerdem möglich, die Zeit der Dauerbeanspruchungsprüfungen des Materials gegenüber den bisherigen Methoden gewaltig abzukürzen.

In der chemischen Industrie wird der Mittel- wie Hochfrequenzstrom in immer ausgedehnterem Maße verwendet. Die chemischen Wirkungen des Hochfrequenzstromes werden zur Zeit in vielen Laboratorien eingehend untersucht, und man hat bereits ganz neue Wirkungen erzielt. Eine ältere Anwendung des Mittelfrequenzstromes für chemische Zwecke ist die Erzeugung des Ozons, dessen Ausbeute mit steigender Frequenz wächst.

Die Mittelfrequenzmaschine in Verbindung mit dem Drehzahlregler des Verfassers[1] hat sich überall da Eingang verschafft, wo bisher Röhren als Schwingungserzeuger verwendet wurden, so z. B. für Mehrfachtelegraphie und -telephonie sowie für Meßzwecke u. dgl. So werden z. B. von der Post zur täglichen Prüfung der Verstärkungsziffern in den Fernämtern Meßmaschinen verwendet, die, durch einen Gleichstrommotor angetrieben, vier gebräuchliche Meßfrequenzen erzeugen. Dabei muß die Bedingung gestellt werden, daß die Frequenzänderungen unter $^1/_{10}$ % liegen und die erzeugten Schwingungen reine Sinusform besitzen.

Im folgenden werden einige Beispiele von ausgeführten Mittelfrequenzmaschinen einer besonders vorteilhaften Form beschrieben. Der Verfasser hat bereits an früheren Stelle dieser Zeitschrift[2] seinen Maschinentyp beschrieben, so daß es sich erübrigt, hier nochmals auf die Theorie dieser Maschine einzugehen. Wie aus den nachstehenden Ausführungsbeispielen zu ersehen ist, zeigt sich, daß dieser Maschinentyp, im folgenden S-Typ[3] genannt, allen anderen Hochfrequenz-Maschinentypen in bezug auf Wirkungsgrad, Leistung und Herstellungskosten überlegen ist. Die Vorteile des S-Typs sind:

1. Verwendung des normalen Gehäuses eines Drehstrommotors. Die normale Gleichpolmaschine dagegen erfordert für jede Blechbreite ein besonderes Gehäusemodell.

---

[1] Stübler, El. Nachr. Techn. Bd. 2, S. 84. ETZ 1923, S. 910.
[2] ETZ 1921, S. 245 u. 280.
[3] D. R. P. 303321. C. Lorenz A. G., Berlin-Tempelhof.

2. Hoher Wirkungsgrad, dadurch begründet, daß der ganze magnetische Kreis der Maschine lamelliert ist und die zusätzlichen Verluste, die bei der normalen Gleichpolmaschine erheblich sind, hier verschwindend klein werden.
   Ferner sind die Erregerwindungen sehr eng mit den Arbeitswicklungen gekoppelt, wodurch die Streuung des Erregerflusses sehr gering wird.
3. Die Wickelkosten betragen nahezu nur die Hälfte, da hier nur ein Stator zu wickeln ist.
4. Der S-Typ kann selbsterregt gebaut werden, indem der Rotor mit normaler Gleichstromwicklung und Kommutator versehen wird. Das ist ein nicht zu unterschätzender Vorteil, der besonders da auftritt, wo keine Gleichstromquellen zur Verfügung stehen, z. B. bei Antrieb durch Drehstrommotor oder Benzinmotor. Es kann sogar der S-Typ als Doppelstrommaschine gebaut werden, so daß Stator wie Rotor nahezu gleiche Leistungen abgeben können. Eine derartige Maschine kann ungefähr doppelt soviel leisten wie jeder andere Maschinentyp, da Stator wie Rotor an der aktiven Stromerzeugung beteiligt sind.

Im folgeden wird eine 100 kW-Maschine[4] von 500 Hz näher beschrieben. Diese Maschine liefert den Strom für einen Messingschmelzofen der Hirsch-Kupferwerke, Eberswalde; sie wird durch einen Drehstrommotor angetrieben (Abb. 1). Da der Umformer Tag und Nacht in Betrieb ist und der Strom nach Kilowatt bezahlt werden muß, wurde eine sehr hohe Wirkungsgradbedingung gestellt. Es wurde bei dem Maschinensatz in der Tat ein Gesamtwirkungsgrad von 84 % erreicht, ein Wirkungsgrad, wie er noch kaum von einem anderen Maschinensatz gleicher Leistung erzielt wurde. Zum Vergleich möge dienen, daß man diesen Wirkungsgrad bei einem normalen 50 Hz-Maschinensatz nur schwer erreichen kann. Die Drehzahl des Umformers beträgt rd. 1500 U/min, die Motorleistung 120 kW.

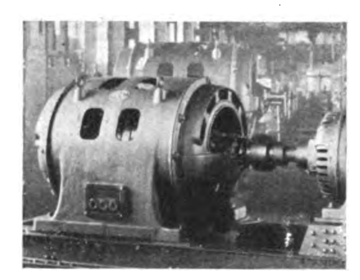


Abb. 1. 100 kW-Mittelfrequenzmaschine.

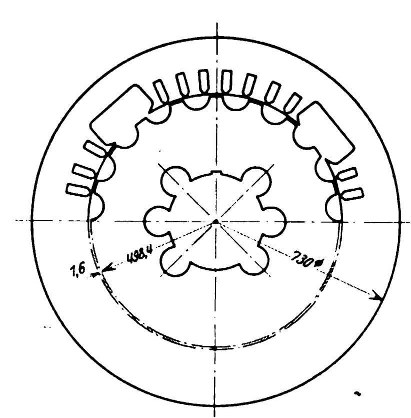


Abb. 2. Stator- und Rotorblechschnitt der 100 kW-Maschine.

In der Abb. 2 ist eine Schnittzeichnung des Generators dargestellt. Wie ersichtlich, hat der Generator einen Rotordurchmesser von 498 mm, einen Statordurchmesser von 730 mm; die effektive Eisenbreite beträgt 420 mm.

Die Größenkonstante

$$K = \frac{D^2\, b\, n}{\mathrm{kW}},$$

wobei
D = Rotordurchmesser,
b = Eisenbreite,
n = Drehzahl,
kW = Leistung in kW,

ergibt sich zu

$$K = \frac{5^2 \cdot 4{,}2 \cdot 1500}{100} = 1580.$$

[4] Gebaut von der C. Lorenz A.G.

Vergleicht man dagegen die Größenkonstante eines neuzeitlichen Drehstrommotors gleicher Leistung, so ergibt sich ein Wert von rd. 1200; der Drehstrommotor ist also nur um rd. 25 % stärker ausgenutzt. Von den marktüblichen normalen 50 Hz-Generatoren gleicher Größe wird diese Größenkonstante überhaupt nicht erreicht. Es zeigt sich also hier, daß man 500 Hz-Generatoren nach dem S-Typ mit kleineren Abmessungen als 50 Hz-Generatoren bauen kann.

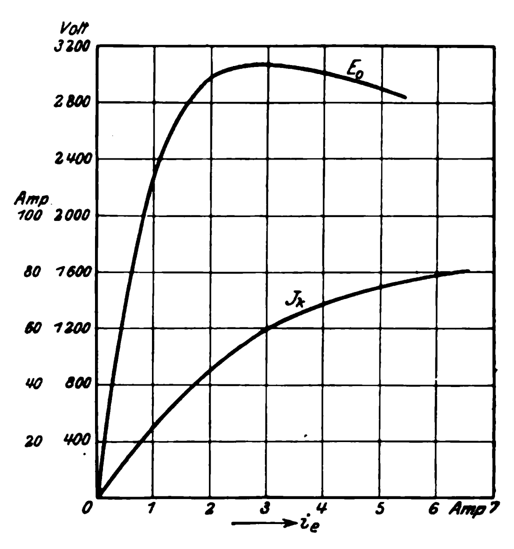


Abb. 3. Leerlauf und Kurzschluß.

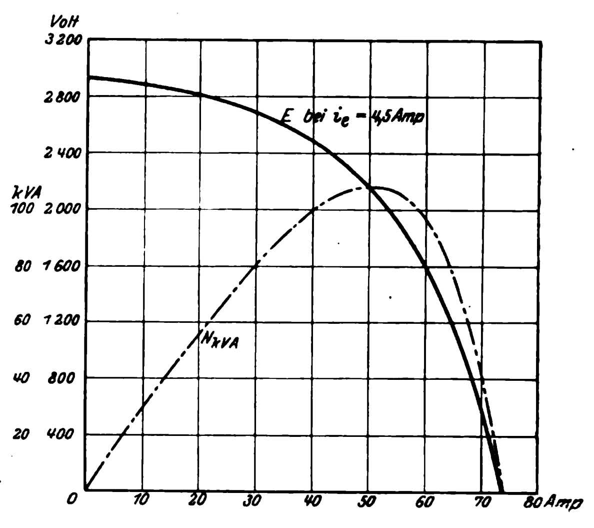


Abb. 4. Belastungskurve.

Der Generator besitzt vier Erregerpole mit je 7 Nuten für die Arbeitswicklung; in jeder Erregernut sitzen je 2 Spulenseiten mit 550 Windungen aus Kupferdraht von 1,25 mm Dmr. Für jeden Pol sind 8 Wechselstromspulen von je 10 Windungen vorgesehen, also auf 1 Nut 20 Leiter: Litze 2,8 · 5,6 mm. Stator und Rotor sind aus Transformatorblech von 0,33 mm Stärke herausgestanzt. Die Spannung der Maschine beträgt 1800 V bei einem Strom von 55,6 A. Als Gehäuse wurde ein normales Drehstrommotorengehäuse, wie aus der Abb. 1 ersichtlich, verwendet. Der gemessene Widerstand der Hochfrequenzwicklung beträgt 0,88 Ω, der der Erregerwicklung 72 Ω, die Erregerspannung rd. 350 V.

Wie aus den Kurven der Abb. 3 u. 4 ersichtlich, ist der Unterschied zwischen Kurzschlußstrom und Laststrom gering, eine besondere Eigenschaft der Mittelfrequenzmaschine, die insofern vorteilhaft ist, als die Maschine gegen Kurzschluß vollkommen unempfindlich ist und sogar dauernd im Kurzschluß laufen kann. So beträgt z. B. die normale Belastungsstromstärke bei 1800 V Spannung 55,6 A bei 4,5 A Erregerstrom. Der Kurzschlußstrom beträgt dagegen nur 72 A, also nur 25 % mehr als der normale Vollaststrom. Es wäre dies ganz besonders von Wert bei Verwendung derartiger Maschinen für Schweißzwecke. In Abb. 4 sind Leistungs- und Spannungskurve

in Abhängigkeit vom äußeren Widerstand bei verschiedenen Erregungen gegeben. Die Maschine wurde auf Wasserwiderstand belastet, also induktionsfrei.

Im folgenden seien noch einige Belastungspunkte des Generators gegeben:

Aufgenommene Motorleistung kW	Erregerstrom A	Dynamo Spannung V	Dynamo Strom A	abgegebene kW	Wirkungsgrad
59,6	1,5	1425	34	48,5	81,3
109,8	3	1810	51	92,5	84,3
125,3	4	2400	41,5	100	79,8
Wasserwiderstand geändert					
112	3,05	1850	49	90,6	81
126,3	4,05	1875	55	103	81,6
132,5	4,75	1850	57,5	106	80,4

Die gemessene Übertemperatur bei Dauerbelastung war im Maximum 42°. Wird die Maschine, wie es im praktischen Betriebe der Fall ist, mit voreilendem Strom belastet, so steigt die maximale Leistung derselben ganz erheblich an, so daß die Maschine dauernd mit 25 % Überlast laufen kann.

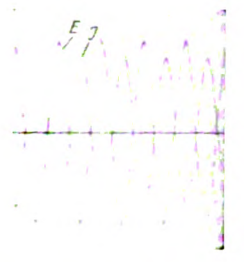


Abb. 5a. Strom und Spannung bei $i_e = 5{,}45$ A.

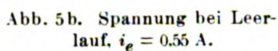


Abb. 5b. Spannung bei Leerlauf, $i_e = 0{,}55$ A.

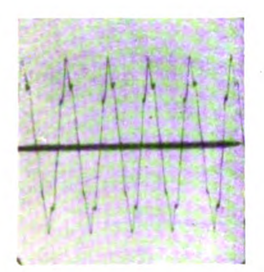


Abb. 5c. Spannung bei $i_e = 2{,}45$ A.

Abb. 5d. Spannung bei $i_e = 4{,}5$ A.

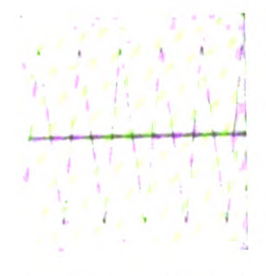


Abb. 5e. Spannung bei $i_e = 5{,}45$ A.

Im folgenden seien Oszillogramme von Spannung und Strom der Maschine gegeben. In der Abb. 5a ist das Oszillogramm von Strom und Spannung bei Vollast und $\cos\varphi = 0{,}985$ dargestellt. Der Generator war auf Wasserwiderstand belastet. Wie ersichtlich, sind die Strom- und Spannungskurven recht gut sinusförmig. Sehr interessant sind die folgenden Oszillogramme. In Abb. 5b ist die Spannungskurve bei Leerlauf und schwacher Erregung, $i_e = 0{,}55$ A, aufgenommen. Wie zu ersehen, sind hier einige höhere, stark ausgeprägte Harmonische enthalten. Wird der Generator stärker erregt, so verschwinden diese Harmonischen immer mehr, bis bei starker Erregung von den Harmonischen nichts mehr zu sehen ist (s. Abb. 5c, d, e). Der Erregerstrom war bei 5c gleich 2,45 A, bei 5d gleich 4,5 A und bei 5e gleich 5,45 A. Daß bei stärkerer Erregung der Maschine die Harmonischen allmählich verschwinden, hat seine Ursache in der Zunahme der Polstreuungen, die bei steigender Erregung den Nutzkraftfluß abflachen und mehr sinusförmig gestalten.

Ganz besondere Vorteile in der Dimensionierung bietet der S-Typ bei der Ausführung als Hochfrequenzmaschine. Die erwähnten Vorteile treten hier außerordentlich stark hervor und bewirken, daß der Preis derartiger Maschinen im Verhältnis zu anderen Typen nicht unerheblich niedriger gehalten werden kann.

Es sei im folgenden eine Maschine von 2 kW und 8000 Hz beschrieben, die durch ihre Kleinheit ganz besonders auffällt. Der Rotordurchmesser beträgt nur 228 mm bei einer Eisenbreite von 50 mm. Bei einer Drehzahl von 4500 kann die Maschine eine Dauerleistung von 2 kW bei 8000 Hz abgeben.

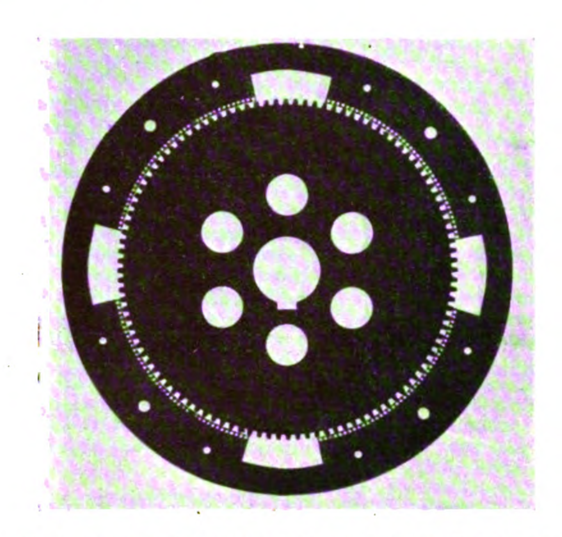


Abb. 6. Rotor- und Statorblechschnitt einer 8000 Hz-Maschine (S-Typ).

In Abb. 6 ist eine Photographie vom Stator- und Rotorblech dargestellt. Der Rotor hat $p = 108$ Zähne, also bei 4500 U/min 8100 Hz. Die Nutteilung beträgt nur 3,36 mm. Die Nuten sind rund und haben einen Durchmesser von 2,2 mm. Durch diese Nuten wird noch ein blanker Kupferleiter von 1,5 mm gezogen, so daß die Isolationstärke nur 0,35 mm beträgt. Trotzdem gelingt es noch, die Maschine gemäß den VDE-Vorschriften zu isolieren. Der normale Strom der Maschine beträgt rd. 36 A bei rd. 55 V Spannung; die Querschnittsbelastung der Statorwicklung beträgt daher rd. 20 A/mm². Diese hohe Stromdichte ist aber ohne weiteres zulässig, da die gesamten Kupferverluste verhältnismäßig gering sind. Der Ohmsche Widerstand der Statorwicklung beträgt 0,15 Ω, mithin ist der Kupferverlust nur 195 W. Eine Verdreifachung des Kupferverlustes ist bei dieser Maschine ohne weiteres zulässig, man könnte also mit der Leiterbelastung fast auf das Doppelte gehen.

In Abb. 7 sind die Leerlauf- und Kurzschlußkurven der Maschine dargestellt. Bei der Leerlaufkurve zeigt sich die bei Hochfrequenzmaschinen charakteristische Eigenschaft, daß bei höherer Erregung die Spannung infolge Zunahme der Polstreuung wieder zurückgeht. Die Spannung geht um so stärker zurück, je größer das Verhältnis von Luftspalt und Polteilung wird[5].

Abb. 8 zeigt Belastungskurven bei abgestimmter und nicht abgestimmter Maschine bei einer Drehzahl von $n = 5500$ U/min. Ohne Resonanzabstimmung beträgt die maximale Leistung 3 kW bei einem Erregerstrom von 0,32 A, auf Ohmschen Widerstand belastet; in Resonanzabstimmung kann die Maschine dagegen 5 kW leisten. Der Selbstinduktionskoeffizient der Maschine errechnet sich aus Leerlaufspannung und Kurzschlußstrom bei 0,3 A Erregung wie folgt:

$$\omega L = \frac{E_0}{J_k} = \frac{83}{67} = 1{,}24\,\Omega, \text{ also } L = 24\,700 \text{ cm.}$$

Bestimmt man dann daraus die erforderliche Resonanzkapazität, so ergibt sich:

$$C = \frac{10^6}{2\pi \,.\, 8000 \,.\, 1{,}24} = 16\,\mu\text{F}.$$

Der Versuch ergab eine Resonanzkapazität von 15,8 µF, also eine vorzügliche Übereinstimmung mit dem gerech-

[5] K. Schmidt. Die günstigste Polform bei Hochfrequenzmaschinen. ETZ 1915, S. 283.

neten Wert. In Abb. 9 sind Resonanzkurven bei verschiedenen Belastungswiderständen, konstanter Felderregung von 0,2 A und variabler Drehzahl dargestellt. Wie ersichtlich, flacht sich die Resonanzschärfe immer mehr ab, je höher der Belastungswiderstand wird.

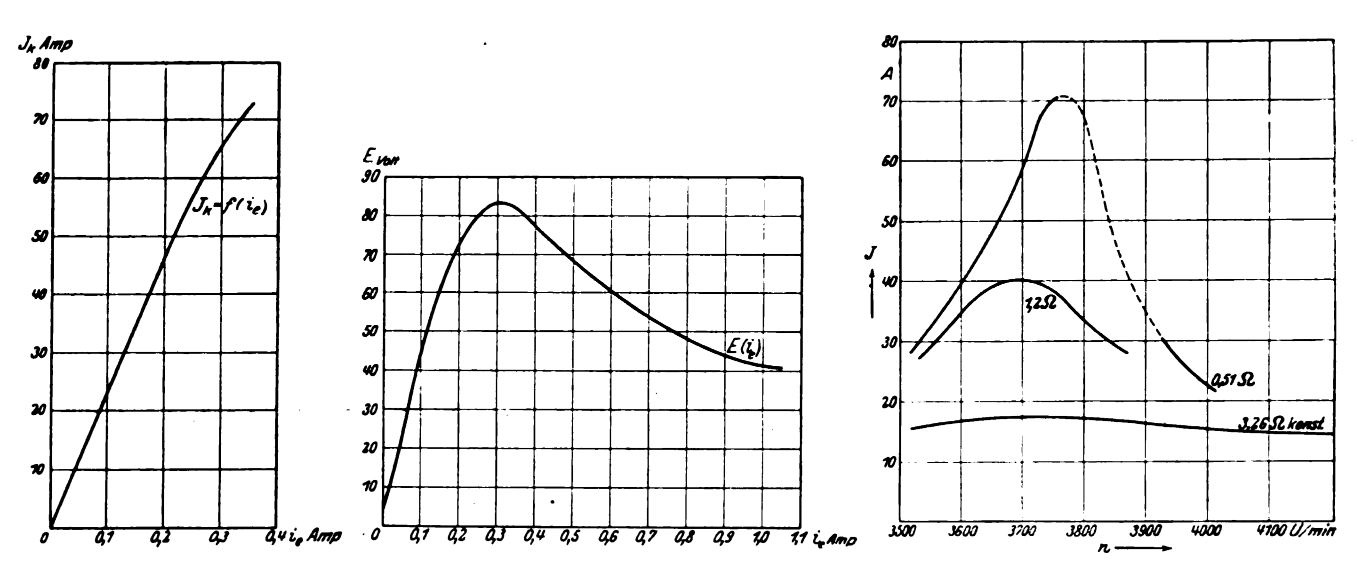


Abb. 7. Leerlauf- und Kurzschlußkurven.

Abb. 9. Resonanzkurven bei verschiedenen Belastungswiderständen.

Interessant ist die Aufnahme der Verteilung des Magnetfeldes unter den Polen. Es werden, wie Abb. 10 zeigt, einzelne Spulen der Statorwicklung herausgeführt und deren Spannungen gemessen. Es ergaben sich stark verschiedene Windungspannungen an verschiedenen Meß-

Schaltung

——— nicht abgestimmt
– · – · abgestimmt

Abb. 8. Spannungsabfall und Belastung bei abgestimmter und nicht abgestimmter Maschine.

stellen. Die verschiedenen Spannungen fanden ihre Ursache in der Verschiedenheit des Luftspaltes unter dem Pol, und zwar war der Luftspalt auf der einen Seite $\delta = 0{,}2$ mm, auf der anderen Polseite $\delta = 0{,}15$ mm. Diese 0,05 mm Luftspaltunterschied bewirkten, daß die Spannung bei 0,1 A Erregerstrom fast auf das Dreifache anstieg. Man kann hieraus ersehen, von wie großem Einfluß der Luftspalt auf die Leistungsfähigkeit der Maschine ist, und ganz besonders hier, wo verhältnismäßig kleine Teilungen in Anwendung kommen. Bei stärkerer Erregung wird jedoch der Unterschied in den Spannungen geringer, so z. B. besteht bei 0,35 A fast kein Unterschied mehr, und bei stärkerer Erregung von 0,5 A tritt das Entgegengesetzte wie bei 0,1 A auf, die Spannung nimmt bei kleinerem Luftspalt ab. Das hat seine Ursache, wie bereits oben erwähnt, in der Zahn- bzw. Polsättigung, wodurch die Polstreuungen ganz erheblich ansteigen. An der Stelle kleinen Luftspaltes ist dann die Leerlaufcharakteristik auf dem abfallenden Ast, während sie an der mit großem Luftspalt aufsteigend ist.

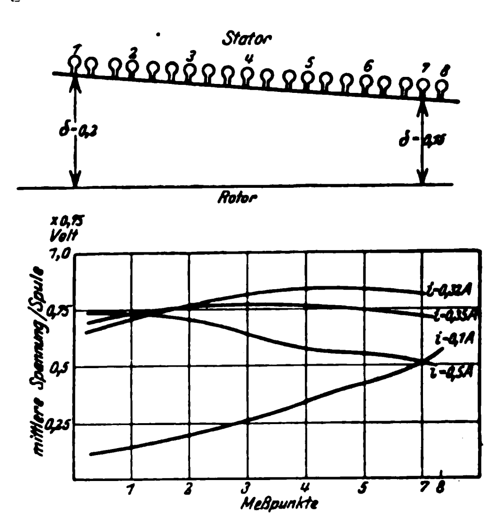


Abb. 10. Verteilung der Spannung auf die einzelnen Leiter. (Die Werte i bedeuten den Erregerstrom.)

Abb. 11 zeigt die Wirkungsgradkurve des Maschinensatzes, also die Werte

$$\eta = \frac{\text{abgegebene Hochfrequenzleistung}}{\text{zugeführte Gleichstromleistung}}$$

bei der normalen Drehzahl von $n = 4440$ U/min. Es wird hiernach bei 2 kW ein Maximalwirkungsgrad von 52 % erreicht; der Wirkungsgrad des Generators allein beträgt 74 %.

Bekanntlich kann der Rotor des S-Typs mit einer entsprechenden Gleichstromwicklung versehen werden; man kann dann der Maschine neben dem Wechselstrom noch Gleichstrom entnehmen oder man kann sie als Gleichstrom-Wechselstrom-Einankerumformer betreiben. Maschi-



nen dieser Art wurden und werden sehr häufig in Form von Mittelfrequenzumformern ausgeführt, zur Speisung von Funkensendern, unter Verwendung von Transformator und Gleichrichter auch zur Speisung von Röhrensendern usw., aber auch als Hochfrequenzumformer läßt sich der

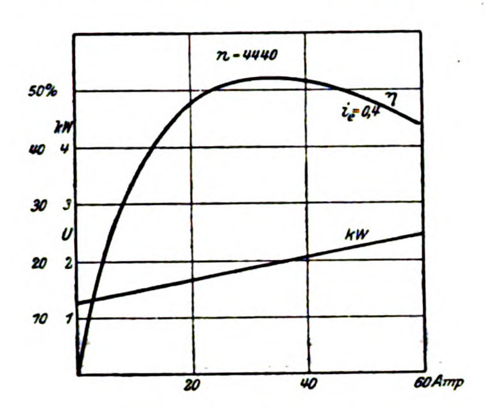


Abb. 11. Gesamtwirkungsgrade.

Maschinentyp ausführen. Dieser Typ zeichnet sich durch einen sehr guten Wirkungsgrad aus. Ferner hat die Maschine die besondere Eigenschaft, daß zwischen Leerlauf und Vollast keinerlei Drehzahlunterschied auftritt; das hat seine Ursache in der Rückwirkung der Wechselstrom-Amperewindungen auf das Gesamtfeld, denn sobald die Maschine belastet wird, entsteht eine Feldschwächung, die den Drehzahlabfall wieder kompensiert. Es wurden bei Mittelfrequenzleistungen von nur 300 W bereits Wirkungsgrade

$$\eta = \frac{\text{abgegebene Mittelfrequenzleistung}}{\text{zugeführte Gleichstromleistung}}$$

von 60 ... 65 %, bei 1,5 kW sogar 80 % erreicht.

Eine Ausführung als Hochfrequenzumformer von 300 W und 6000 Hz zeigt Abb. 12. Die Drehzahl der Maschine beträgt rd. 9000, die mit Rücksicht auf den kleinen Ankerdurchmesser von 80 mm ohne weiteres zulässig ist. Die Hochfrequenznuten sind noch verhältnismäßig groß, so daß die Ausführung der Wicklung keinerlei Schwierigkeiten macht. Beachtenswert ist die verhältnismäßig große Leistung von 300 W bei einer Eisenbreite von nur 80 mm. Der Umformer erreicht, wie bereits oben erwähnt, einen für diese kleine Leistung ungewöhnlich hohen Wirkungsgrad; er beträgt bei 300 W rd. 45 %.

Die Mittelfrequenzmaschinen finden zur Erzeugung von Meßfrequenzen für Brückenmessungen immer mehr Verwendung. Hier werden äußerst hohe Anforderungen gestellt, und es war nicht leicht, normal gebaute Maschinen für diesen Zweck zu verwenden. Vor allem wird hier mit Rücksicht auf Meßgenauigkeit eine äußerste Frequenzkonstanz im Bereich von mindestens ± 0,01 % verlangt bei Netzspannungsschwankungen bis zu 30 %. Diese Bedingung konnte mit dem Regler des Verfassers erfüllt werden.

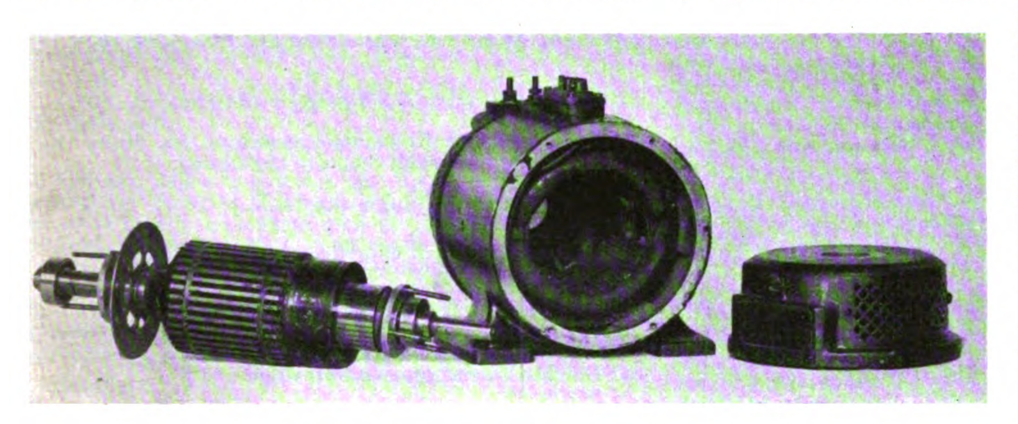


Abb. 12. Hochfrequenz-Einankerumformer, 300 W, 6000 Hz.

Größere Schwierigkeiten macht die Erzielung einer reinen Sinusform. Es gibt hier zwei Wege; entweder baut man verhältnismäßig große Maschinen mit großem Luftspalt und besonderen Polformen, ungefähr in der Art wie die bekannte Frankesche Meßmaschine, oder man baut normale Maschinen und verwendet Abstimmkreise bzw. Siebketten. Erstere Ausführungsform erfordert große und teure Maschinen und außerdem noch besondere Maßnahmen, die ideale Sinuskurve zu erhalten, während die Ausführung in letzterer Form — normale Maschinen in Verbindung mit Siebketten — verhältnismäßig billig kommt.

Die Meßmaschinen werden in der Regel für 4 Wellen ausgeführt. Am Wellenende des Motors sitzt der Regler. Wird die Meßmaschine nach dem S-Typ gebaut, so zeigt sich auch hier, daß der S-Typ Vorteile in bezug auf die Erregung der 4 Statoren durch eine gemeinsame Erregerspule aufweist. Die Maschine kann bei einem Rotordurchmesser von 80 mm für beliebige Periodenzahlen bis 3500 Hz ausgeführt werden. Die bis jetzt ausgeführte höchste Zahl verschiedener Frequenzen in einer Maschine betrug 10. Bei der Ausführung der Maschine braucht man keinerlei Rücksicht auf die Kurvenform zu nehmen, da sie durch die Siebkette sinusförmig gestaltet wird. Größere Schwierigkeiten machen nur die bei jeder Maschine von der Erregerpolzahl herrührenden Grundfrequenzen, die weder mit Drosselspulen noch mit Siebketten zu beseitigen sind. Der Verfasser hat auf diesem Gebiet eingehende Versuche gemacht und wird darüber in einem späteren Aufsatz berichten. Es sei hier nur kurz angedeutet, daß in jeder Maschinenwicklung die akustischen Geräusche der Maschine mittels Telephon vernehmbar sind. Es ist sozusagen eine jede Dynamomaschine eine Art magnetisches Mikrophon, indem beim Ummagnetisierungsvorgang die Molekularmagnete durch mechanische Erschütterungen beeinflußt werden; es war also eine Ausführung der Maschinen nötig, die die akustischen Geräusche beseitigt. Die für Meßmaschinen geforderten Leistungen bewegen sich zwischen 1 ... 50 W; die großen Leistungen werden benötigt, wenn mehrere Meßplätze mit Strom versorgt werden sollen.

Auch als Flugzeugpropellerdynamo hat sich der S-Typ neuerdings eingeführt und bewährt. Wie vorher erwähnt, kann dieser Typ nahezu die doppelte Leistung bei denselben Abmessungen wie jede andere Dynamomaschine hergeben, da Rotor wie Stator Arbeitswicklungen tragen, in denen induziert wird; man erhält hierbei zwei Stromarten, Gleichstrom und Mittelfrequenzstrom; beide Ströme können aber zur Beleuchtung wie Heizung ohne Bedenken verwendet werden.

In der Abb. 13 ist die Photographie einer Dynamo für 1 kW Leistung wiedergegeben. Das Gesamtgewicht einschl. des Spannungsreglers und selbsttätigen Rückstromschalters, die in der Maschine eingebaut sind, beträgt nur 9 kg. Die Maschine ist vollkommen geschlossen und den aerodynamischen Bedingungen kleinsten Luftwiderstandes, der sog. „Tropfenform", angepaßt; sie hat also die Dimensionen einer 500 W-Gleichstrommaschine, die Kommutator- sowie Ankerabmessungen stimmen mit ihr vollkommen überein. Für die Stromleitung kommt ein Dreileitersystem in Betracht, für jede Stromart eine Hinleitung und eine gemeinsame Rückleitung. Die Spannung beträgt beiderseits 12 V, die Drehzahl 4800 U/min.

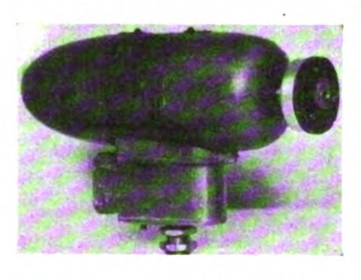


Abb. 13. Der S-Typ als Flugzeugdynamo. 1 kW Leistung bei 9 kg Gewicht.

Untersuchung über Polzahl und Spannung in Kaskade geschalteter Kommutatormaschinen.

Von **R. Langlois-Berthelot**, Jeumont (Frankreich).

Übersicht. Die Untersuchung von Kaskadenschaltungen war das Ziel zahlreicher technischer Veröffentlichungen der letzten Jahre. Im vorliegenden Aufsatz leitet Verfasser einige allgemeine Beziehungen ab, welche einen Vergleich der verschiedenen Schaltungsarten miteinander gestatten und welche bestimmte Eigenschaften beleuchten, die aus physikalischen Überlegungen nicht mit genügender Klarheit hervorgehen. Die Maschinen mit getrennt angeordneter Erregerwicklung werden besonders eingehend untersucht, und Verfasser zeigt an Hand einfacher Überlegungen, daß das Diagramm dieser Schaltung, entgegen einer verbreiteten Meinung, nicht immer ein Kreis ist.

I. Bedingung für Übereinstimmung der Frequenzen.

Es gibt eine große Anzahl verschiedener Arten der Kaskadenschaltung einer Induktionsmaschine (Hauptmaschine) mit einer Kommutatormaschine, welch letztere eine Geschwindigkeitsregelung der Hauptmaschine ermöglicht. Man unterscheidet zwei prinzipielle Schaltungen: die direkte Kaskade (die Kommutatormaschine ist mit der Hauptmaschine direkt gekuppelt) und die indirekte Kaskade (die Kommutatormaschine ist von der Hauptmaschine mechanisch getrennt und mit einer Hilfsmaschine gekuppelt). Die indirekte Kaskade heißt synchron oder asynchron, je nach Art der verwendeten Hilfsmaschine.

Zwischen den Polzahlen der Maschinen bestehen bestimmte Beziehungen, die aus der Notwendigkeit gleicher Frequenzen sich ergeben. Es sei $2p_a$ die Polzahl der Hauptmaschine, $2p_c$ die Polzahl der Kommutatormaschine, $2p_a'$ die Polzahl der Hilfsmaschine bei der indirekten Kaskade. Die erwähnten Beziehungen ergeben sich aus folgenden Überlegungen.

Ist ω die Kreisfrequenz des Netzes, die dem Primärkreis der Hauptmaschine aufgedrückt wird, so ist die Kreisfrequenz im Sekundärkreis der Hauptmaschine $s\,\omega$, wo s die Schlüpfung ist gemäß der Beziehung

$$s = \frac{n_s - n}{n_s};$$

hierbei bedeutet

$$\omega = 2\pi f \quad \text{und} \quad n_s = \frac{60 f}{p_a};$$

f ist also die Netzfrequenz, n die Drehzahl/min. Diese Definition der Schlüpfung ist nur zulässig, wenn die Hauptmaschine im Sinne ihres Drehfeldes rotiert, was hier immer vorausgesetzt sein soll. Der Sekundärkreis der Hauptmaschine ist in allen zu betrachtenden Fällen mit dem Kommutator der Kommutatormaschine verbunden; wir nennen diesen Kreis Läuferhauptkreis. In ihm ist die Kreisfrequenz $s\,\omega$.

Wir wollen nun die Kommutatormaschine betrachten: Die Frequenz an den Bürsten ist $s\,\omega$. Die Ständerfrequenz muß daher gleichfalls $s\,\omega$ sein. Dies ist eine Eigentümlichkeit aller Kommutator-Mehrphasenmaschinen, welches auch ihre Schaltung sei: die Frequenz im Ständer ist dieselbe wie an den Bürsten.

In der Kommutatormaschine ist ein Drehfeld vorhanden, dessen Geschwindigkeit bestimmt ist durch die Ständerfrequenz und durch die Polzahl $2p_c$. Die Schlüpfung s_c der Kommutatormaschine ist definiert durch die Beziehung

$$s_c = \frac{n_s' - n'}{n_s'},$$

wo

$$n_s' = \frac{60\,s f}{p_c};$$

es ist also $s f$ die Ständerfrequenz und n' die Drehzahl der Kommutatormaschine. Diese Bedingung für die Schlüpfung gilt nur, wenn sich die Kommutatormaschine im Sinne ihres Feldes dreht. Im entgegengesetzten Falle ist zu schreiben

$$s_c = \frac{n_s' + n'}{n_s'}.$$

Die synchrone Geschwindigkeit der Kommutatormaschine ist also nicht konstant, sondern hängt von der Schlüpfung des Hauptmotors ab. Die Ankerkreisfrequenz ist nach diesen Bedingungen $s\,s_c\,\omega$, die Ankerfrequenz also $s\,s_c f$. Diese Ankerfrequenz stellt also die relative Frequenz des Drehfeldes gegenüber der Ankerwicklung dar, d. h. die Frequenz, mit welcher der Fluß sich relativ zu den Ankerleitern bewegt. Unter Ankerfrequenz ist die sinusförmige Schwingung des Stromes in den Ankerleitern zu verstehen. Dieser Strom verläuft nämlich, wie bekannt, sinusförmig, wenn man sich auf die mittlere Kurve derjenigen beschränkt, die durch stückweise Zusammensetzung der sinusförmigen Ständerschwingung erhalten wird: diese Sinusschwingung hat eine ganz andere Frequenz wie ihre Komponenten, und das will man ausdrücken, wenn man sagt, der Kommutator sei ein Frequenzumformer. Das Verhältnis der Ankerfrequenz zur Ständerfrequenz bestimmt das Maß, in welchem die Kommutatormaschine als Frequenzumformer wirkt.

Die Drehzahl n' der Kommutatormaschine steht in keinem notwendigen Zusammenhang mit der Drehzahl der Hauptmaschine. Je nach der Art der mechanischen Kuppelung der Maschinen miteinander erhält man aber verschiedene Beziehungen zwischen n und n'.

1. Im Falle der direkten Kaskade ist n gleich n'. Die beiden Maschinen sitzen auf derselben Welle. Es sind zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem sich die Kommutatormaschine im Sinne ihres Drehfeldes dreht oder entgegengesetzt. Das Verhältnis der Polzahlen sei

$$a_1 = \frac{p_c}{p_a}.$$

a) Dreht sich die Kommutatormaschine im Sinne ihres Drehfeldes, so erhält man die Beziehung

$$s_c = 1 + a_1 - \frac{a_1}{s},$$

b) dreht sie sich im entgegengesetzten Sinne, so ist zu schreiben

$$s_c = 1 - a_1 + \frac{a_1}{s}.$$

2. Im Falle der indirekten Kaskade schreiben wir für das Verhältnis der Polzahlen

$$a_1' = \frac{p_c}{p_a'}.$$

a) Bei der indirekten synchronen Kaskade ist

$$n' = \frac{60 f}{p_a'}.$$

Dreht sich die Kommutatormaschine im Sinne ihres Drehfeldes, so erhält man

$$s_c = 1 - \frac{a_1'}{s};$$

dreht sie sich im entgegengesetzten Sinne, so ist

$$s_c = 1 + \frac{a_1'}{s}.$$

b) Bei der indirekten asynchronen Kaskade wollen wir mit s' den Schlupf der asynchronen Hilfsmaschine bezeichnen und setzen Rotation im Sinne des Drehfeldes voraus; dann ist

$$s' = \frac{n_0 - n'}{n_0},$$

wo

$$n_0 = \frac{60 f}{p_a'};$$

damit folgt

$$s_c = 1 - \frac{a_1'(1 - s')}{s}.$$

Meist kann man s' gegen die Einheit vernachlässigen, womit dieser Fall auf den vorigen zurückgeführt ist.

Wir wollen uns nunmehr der Ankerfrequenz zuwenden. Hierbei sind verschiedene Fälle zu unterscheiden:

a) Besitzt die Kommutatormaschine eine Ständerwicklung, welche (ganz oder zum Teil) das Feld erzeugt,

und die, wie erwähnt, mit Strom von der Schlupffrequenz gespeist werden muß, so ist die Frequenz f_a des Ankerstromes:

α) bei der direkten Kaskade und bei Rotation im Sinne des Drehfeldes
$$f_a = f[(1 + a_1) s - a_1],$$

β) bei der direkten Kaskade und bei Rotation gegen das Drehfeld
$$f_a = f[(1 - a_1) s + a_1],$$

γ) bei der indirekten Kaskade und Rotation im Sinne des Drehfeldes
$$f_a = f(s - a_1'),$$

δ) bei der indirekten Kaskade und Rotation gegen das Drehfeld
$$f_a = f(s + a_1').$$

Das Verhältnis der Polzahlen, a_1 bzw. a_1', ist in den betrachteten Fällen willkürlich. In allen Fällen ist f_a eine in s lineare Funktion von der Form
$$f_a = f(\alpha s + \beta).$$

α und β sind dabei Konstante; den oben unterschiedenen Fällen entsprechen die Werte:
$$\alpha = \begin{cases} 1 + a_1 \\ 1 - a_1 \\ 1 \\ 1 \end{cases} \qquad \beta = \begin{cases} -a_1 \\ +a_1 \\ -a_1 \\ +a_1'. \end{cases}$$

b) Besitzt die Kommutatormaschine eine Ankerwicklung, welche das Feld erzeugt, und die über Schleifringe gespeist wird, so muß die Ankerfrequenz f_a gleich sein der Frequenz an den Schleifringen. Praktisch kommen zwei Fälle vor:

α) Die Schleifringe werden mit Netzfrequenz gespeist. Dann muß sein
$$(\alpha s + \beta)\,\omega = \omega,$$
was bedingt, daß $\alpha = 0$, $\beta = 1$ ist. Diese Bedingung kann nur mit der direkten Kaskade erfüllt werden, und zwar muß $a_1 = 1$ sein, außerdem muß die Maschine gegen ihr Drehfeld rotieren. (Man kann auch eine Kommutatormaschine mit einer Polzahl verwenden, die von der der Hauptmaschine verschieden ist: Nehmen wir nämlich eine Kommutatormaschine mit der Polzahl $2p_c'$ und mit der synchronen Geschwindigkeit
$$n_s' = k\,n_s,$$
so daß also
$$k = \frac{p_a}{p_c'}$$
ist, und drehen wir diese Maschine k-mal schneller als die Hauptmaschine, also mit der Drehzahl $n' = k\,n$, so ist ihre Schlüpfung
$$\frac{n_s' - n'}{n_s'},$$
d. h. gleich der des Hauptmotors; das Übersetzungsverhältnis k ist gleich dem Verhältnis der Polzahlen.)

β) Die Schleifringe werden mit der Frequenz $f(s-1)$ gespeist. Dann muß sein
$$(\alpha s + \beta)\,\omega = (s - 1)\,\omega,$$
was bedingt, daß $\alpha = 1$, $\beta = -1$ ist. Diese Bedingung kann nur bei der indirekten Kaskade erfüllt werden, und zwar muß $a_1' = 1$ sein und der Anker im Sinne des Drehfeldes rotieren.

Man erkennt somit, daß die Möglichkeiten bei Erregung vom Anker aus sehr beschränkt sind. Es muß die Polzahl der Kommutatormaschine gleich sein der Polzahl der mit ihr gekuppelten Maschine. Bei Ständererregung dagegen ist die Polzahl der Kommutatormaschine unabhängig von der der Haupt- oder Hilfsmaschine.

Sonderfälle.

Wir wollen uns einige häufig vorkommende Fälle überlegen und nehmen dazu an:
$$f = 50, \quad 2p_a = 16, \quad s = 0{,}2;$$
die Frequenz f_a wollen wir berechnen.

α) Direkte Reihenschluß-Kaskade.

Die Erregung der in Reihe geschalteten Maschine geschieht von ihrem Ständer aus (Fall a). Aus Gründen der Kommutierung ist es üblich, die Maschine im Sinne ihres Feldes zu drehen. Mit den oben aufgestellten Beziehungen findet man bei der direkten Kaskade
$$f_a = 10 \text{ bei } 2p_c = 8$$
$$f_a = 0 \quad „ \quad 2p_c = 4$$
$$f_a = 30 \quad „ \quad 2p_c = 16.$$

β) Frequenzwandler-Kaskade.

Der Anker wird aus dem Netz gespeist und erzeugt das Feld (Fall b). Notwendigerweise ist hier
$$f_a = 50 \text{ und } 2p_c = 16.$$

γ) Direkte Kaskade mit Ankererregerwicklung,

welche von der Kommutatorwicklung getrennt ist und aus dem Netz gespeist wird. Dieser Fall ist derselbe wie der vorhergehende.

δ) Direkte Kaskade mit Ständererregerwicklung,

welche entweder aus den Schleifringen der Hauptmaschine gespeist wird oder von einer Erregermaschine, die auf der Welle der Hauptmaschine sitzt und gleiche Polzahl wie diese hat (Fall a). Bei Rotation gegen das Drehfeld und $2p_c = 16$ ist $f_a = 50$, unabhängig von der Schlüpfung.

Bei Rotation gegen das Drehfeld und $2p_c = 8$ ist $f_a = 30$,
„ „ im Sinne d. Drehfeldes u. $2p_c = 16$ „ $f_a = 30$,
„ „ „ „ „ „ „ $2p_c = 8$ „ $f_a = 10$.

ε) Indirekte Kaskade mit Ständererregerwicklung,

welche wie im Falle δ gespeist wird (Fall a). Mit $2p_c = 2p_a'$ und Rotation im Sinne des Drehfeldes wird $f_a = 40$.

ζ) Indirekte Kaskade mit Ankererregerwicklung,

welche getrennt ist von der Kommutatorwicklung und über 3 Schleifringe aus einer Wechselstromerregermaschine gespeist wird, die auf der Welle der Hauptmaschine sitzt (Fall b). Die Erregermaschine speise die Schleifringe mit 40 Hz; dann ist notwendigerweise
$$f_a = 40 \text{ und } 2p_c = 2p_a'.$$

II. Die Bedingungen für das Spannungsgleichgewicht.

Die Spannung an den Schleifringen des Hauptmotors beim Schlupf s ist $U_0\,s$. Die Spannung U_2 am Kommutator beim Schlupf s steht, wie wir sehen werden, in einer bestimmten, durch die Schaltung vorgeschriebenen Beziehung zu $U_0\,s$.

1. Reihenschlußmaschine.

Die der Maschine aufgedrückte Gesamtspannung $U_0\,s$ entfällt zum Teil auf den Ständer (Spannung U_1), zum Teil auf den Anker (Spannung U_2). Es gilt die vektorielle Beziehung:
$$U_0\,s = U_1 + U_2.$$
Es ist somit U_2 ein bestimmter Bruchteil von $U_0\,s$ und wir können mit Hilfe der für die Reihenschluß-Kaskade gültigen Gleichungen näherungsweise schreiben[1]:
$$\frac{U_2}{U_0} = s\,\frac{a_1 - (1 + a_1)\,s}{a_1\,(1 - s)}.$$
U_2 hat seinen Maximalwert bei
$$s = 1 - \sqrt{\frac{1}{1 + a_1}}$$
und wird Null bei
$$s = \frac{a_1}{1 + a_1}.$$
Mit s_1 wollen wir den maximal auftretenden Schlupf bezeichnen, der durch den verlangten Drehzahl-Regelbereich vorgeschrieben wird und der eine bekannte Größe unseres Problems ist.

Der Schlupf s_1 kann vor oder hinter dem Schlupf liegen, der dem Maximum der Spannungskurve $U_2 = f(s)$ entspricht. Verwendet man eine Induktanz zur Regelung der Drehzahl bei Leerlauf, so darf der Leerlaufschlupf s_1 keinen kleineren Wert annehmen als den, bei dem die Kurve U_2 die s-Achse schneidet; andernfalls wäre es nicht möglich, mit Hilfe der Induktanz den Schlupf s_1 bei Leer-

[1] R. Langlois, Le couplage machine d'induction — machine série à collecteur en cascade. Rev. Gén. de l'El. 1921.

lauf herzustellen. Daraus ergibt sich folgende Grenzbedingung für das Verhältnis a_1:

$$p_c \geq p_a \frac{s_1}{1-s_1}.$$

Man erkennt, daß bei gegebenem s_1 und U_0 der Maximalwert von U_2 nur von a_1 abhängt: Die Kommutatorspannung hängt im hohen Maße von der Polzahl der Kommutatormaschine ab.

Die Spannung am Kommutator ist also bei der Reihenschluß-Kaskade nur ein Bruchteil der Gesamtspannung $U_0 s$. Dies ist der grundlegende Vorteil dieser Schaltung.

2. Frequenzwandler-Kaskade.

Bei dem einfachen Frequenzwandler ist im Leerlauf

$$U_2 = \pm U_0 s.$$

Das doppelte Vorzeichen ist zu beachten, da die Kaskade unter- oder übersynchron laufen kann, und zwar entspricht das positive Zeichen dem Untersynchronismus, das negative Zeichen dem Übersynchronismus. Es bedeute s_v' den Schlupf bei Untersynchronismus und s_v'' den Schlupf bei Übersynchronismus. Es ist

$$s_v' = -s_v'' = \frac{U_2}{U_0}.$$

Setzen wir

$$\alpha = \frac{U_2}{U_0},$$

so ist

die kleinste Leerlaufdrehzahl $n_{\min} = n_s(1-\alpha)$,
die größte Leerlaufdrehzahl $n_{\max} = n_s(1+\alpha)$.

3. Maschine mit getrennt angeordneter Erregerwicklung.

Wir wollen diese Maschine eingehender untersuchen, da ihre hauptsächlichsten Eigenschaften wenig bekannt sind.

a) Allgemeine Beziehungen.

Wir betrachten zunächst die Erregerwicklung. Es bedeute:

L Selbstinduktionskoeffizient der Erregerwicklung,
J_e Erregerstrom,
U_e Klemmenspannung der Erregerwicklung,
ω_e Kreisfrequenz des Erregerstromes.

Vernachlässigt man den Wirkwiderstand gegenüber dem Blindwiderstand, so ist

$$U_e = j\,\omega_e L J_e. \quad \ldots \ldots \ldots (1)$$

Je nach der Art der Erregung erhält man verschiedene Ausdrücke für die Spannung:

α) Die Spannung U_e ist konstant. Das ist der Fall, wenn sie von einem Frequenzwandler mit regelbarer Spannung geliefert wird.

β) Die Spannung U_e ist der Schlüpfung proportional. Dies ist der Fall, wenn die Spannung dem Sekundärkreis eines Transformators entnommen wird, dessen Primärwicklung an den Schleifringen des Induktionsmotors parallel zu seinem Rotorkreis liegt.

$ü$ sei das Übersetzungsverhältnis; man bekommt

$$U_e = \frac{U_0}{ü} s,$$

denn die Schleifringspannung ist $U_0 s$.

γ) Die Spannung U_e ist der Drehzahl proportional. Dieser Fall liegt vor, wenn die Spannung von einer konstant erregten Wechselstrommaschine geliefert wird, die auf dem Wellenende der Hauptmaschine sitzt. Man kann dann schreiben

$$U_e = c(1-s),$$

wo c eine Konstante ist.

Nunmehr wollen wir die Hauptwicklung betrachten. Wir bezeichnen mit U_2 die Spannung am Kommutator und mit U_k die Spannung an der Kompensationswicklung. Die Spannung an den Klemmen des Ankers ist dann

$$U_a = U_2 - U_k;$$

die beiden Wicklungen wirken einander entgegen. Die Spannung U_2 ist proportional J_e und ω_a, wo ω_a die der Rotorfrequenz f_a entsprechende Kreisfrequenz ist; man kann schreiben:

$$U_2 = j\,a\,J_e\,\omega_a,$$

wobei a eine Konstante bezeichnet.

Die Spannung U_k ist von der Form

$$U_k = j\,a\,J_e\,\omega_k,$$

wenn ω_k die der Frequenz in der Kompensationswicklung entsprechende Kreisfrequenz bezeichnet.

In allen Fällen ist $\omega_k = s\,\omega$, denn im Ständer und an den Bürsten ist die Frequenz dieselbe. Die Konstante ist in den Gleichungen für U_2 und U_k dieselbe, wenn der Anker vollkommen kompensiert ist.

Schließlich ist

$$U_a = j\,a\,J_e(\omega_a - \omega_k) = a\frac{U_e}{L}\frac{\omega_a - \omega_k}{\omega_e};$$

bei Ankererregung ist $\omega_e = \omega_a$, bei Ständererregung ist $\omega_e = \omega_k$, stets ist $\omega_k = s\,\omega$.

Die Spannung U_2 am Kommutator ist mit U_a durch die Beziehung verknüpft

$$U_2 = U_a \frac{\omega_a}{\omega_a - s\,\omega}.$$

b) Maschinengleichung.

Die Gleichungen der Kaskade sind, wenn wir die bekannten allgemeinen Beziehungen[2] verwenden,

$$U = (R_1 + j\,\omega L_1) J_1 + j\,\omega M J_2$$
$$U_a = (R_2 + j\,s\,\omega L_2) J_2 + j\,s\,\omega M J_1.$$

Hierbei ist U die Netzspannung, U_a die oben erwähnte Ankerspannung der Kommutatormaschine.

Soll das Problem eindeutig sein, so muß der Phasenwinkel α von U_a gegen U bekannt sein. Nun ist U_a in Phase mit U_e, wenn man, wie wir es getan haben, den Wirkwiderstand der Erregerwicklung gegenüber ihrem Blindwiderstand vernachlässigt. Es genügt also, die Phasenlage der Spannung U_e gegen die Netzspannung zu kennen.

Allgemein ist zu schreiben

$$U_e = (R_e + j\,\omega_e L) J_e$$

und daher

$$U_k = U_e \frac{a\,j\,\omega_k}{R_e + j\,\omega_e L}.$$

Der Winkel zwischen U_k und U_e ändert sich mit ω_e, was die Untersuchung erschwert.

c) Sonderfälle.

α) Ankererregung durch das Netz.

$$\omega_e = \omega_a = \omega.$$

U_e ist konstant, weshalb auch J_e sowie $U_2 = j\,a\,J_e\,\omega$ konstant ist. Es wird daher

$$U_a = j\,a\,J_e\,\omega(1-s).$$

Der Phasenwinkel α der Spannung U_e gegen die Netzspannung ist konstant. Da $\omega_e = \omega$, so darf man R_e gegen $j\,\omega L$ vernachlässigen; U_k ist daher mit großer Annäherung in Phase mit U_e und gegen die Netzspannung U um den Winkel α verschoben. Dieser Fall wird durch ein Kreisdiagramm beschrieben. Es gilt die Beziehung

$$U_2 = \frac{U_a}{1-s}.$$

β) Ständererregung durch eine Kommutator-Hilfserregermaschine.

$$\omega_e = \omega_k = s\,\omega,$$
$$\omega_a = \omega(\alpha s + \beta).$$

U_e ist konstant;

$$U_a = C\left(\alpha - 1 + \frac{\beta}{s}\right),$$

wo C eine Konstante ist. Der Phasenwinkel α der Spannung U_e gegen die Netzspannung ist konstant. Bei kleinen Schlüpfungen darf R_e nicht mehr gegen $j\,s\,\omega L$ vernachlässigt werden; U_k ist daher nur bei großen Schlüpfungen in Phase mit U_e. Aber auch in diesem letzten Falle ist das Diagramm kein Kreis, da U_a nicht linear in s ist. U_2 ist gegeben durch die Beziehung

$$U_2 = U_a \frac{\alpha s + \beta}{(\alpha - 1) s + \beta}.$$

[2] R. Langlois, Les machines asynchrones à champs tournants, à bagues et à collecteur. Paris 1926.



Im Falle der direkten Kaskade mit $a_1 = 1$ und Drehung gegen das Feld ist

$$\alpha = 0 \text{ und } \beta = 1,$$

$$U_a = C\frac{1-s}{s} \text{ und } U_2 = \frac{U_a}{1-s}.$$

Bei Drehung mit dem Feld und $a_1 = 1$ gilt für U_a dieselbe Beziehung wie oben, denn es ist

$$\alpha = 2 \text{ und } \beta = -1.$$

Im Falle der indirekten Kaskade ist bei Drehung gegen das Feld und $a_1' = 1$

$$\alpha = 1 \text{ und } \beta = 1; \quad U_a = \frac{C}{s}.$$

γ) Ankererregung durch eine Wechselstrommaschine.

$$\omega_e = \omega_a = \omega(s-1).$$

U_e ist proportional $(1-s)$, also ist U_a konstant. Die Spannung U_e ist um den konstanten Winkel α gegen U verschoben. Bei allen Schlüpfungen darf man R_e gegen $j(1-s)\,\omega L$ vernachlässigen. Das Diagramm ist ein Kreis und unterscheidet sich nicht vom Diagramm des einfachen Frequenzwandlers.

δ) Ständererregung aus den Schleifringen des Hauptmotors.

Für die Frequenzen gelten dieselben Beziehungen wie im Falle β), doch ist hier $U_e = \frac{U_0}{ü}\,s$ proportional s. U_a ist proportional $s(\alpha - 1) + \beta$.

Im Falle der direkten Kaskade, Drehung gegen das Feld und $a_1 = 1$ ist

$$U_a = K(1-s).$$

Im Falle der indirekten Kaskade, $a_1' - 1$ und Drehung gegen das Feld ist U_a konstant, und zwar

$$U_a = j\,a\,J_e\,\omega.$$

In beiden Fällen ist das Diagramm ein Kreis, vorausgesetzt, daß man den Wirkwiderstand der Erregerwicklung gegen ihren Blindwiderstand vernachlässigen kann.

d) Bedingungen bei Leerlauf.

Aus obigen Beziehungen ergeben sich die Bedingungen bei Leerlauf dadurch, daß man $\pm U_0 s_0$ (s_0 ist der größte verlangte Schlupf) gleichsetzt dem Ausdruck für U_a', welchen wir für jeden Sonderfall aufgestellt haben (dabei ist s durch s_0 zu ersetzen). Das positive Vorzeichen entspricht immer dem Untersynchronismus, das negative dem Übersynchronismus.

Die Ausdrücke s_0' und s_0'' mögen die äußerst herstellbaren Schlüpfungen bezeichnen; um einen übersichtlichen Ausdruck für die Spannung am Kommutator zu erhalten, wollen wir U_a als Funktion von U_2 und s ausdrücken.

Ist im besonderen

$$U_a = U_2(1-s),$$

so findet man

$$s_0' = \frac{\alpha}{1+\alpha}, \quad s_0'' = -\frac{\alpha}{1-\alpha},$$

wobei

$$\alpha = \frac{U_2}{U_0}$$

gesetzt ist. Folglich ist

$$n_{\min} = \frac{n_s}{1+\alpha}$$

und

$$n_{\max} = \frac{n_s}{1-\alpha}.$$

Bei gleicher Spannung U_2 ist das Verhältnis der äußersten Drehzahlen dasselbe wie beim Frequenzwandler, doch ist die synchrone Drehzahl nicht gleich weit entfernt von ihren extremen Werten[3].

Bei Ständererregung aus den Schleifringen des Hauptmotors, indirekter Kaskade, $a_1' = 1$ und Drehung gegen das Feld ist im Leerlauf

$$U_0 s_0 = j\,a\,J_e\,\omega,$$

es ist also J_e proportional s_0, weshalb sich U_e proportional s_0^2 und $ü$ proportional $\frac{1}{s_0}$ ändert[4].

Die abgeleiteten Formeln gestatten, bei gegebenem Leerlaufschlupf die Spannung am Kommutator sowie die Frequenz im Anker zu ermitteln. Diese bestimmen den Kraftfluß der Maschine und ermöglichen somit, die Dimensionen der verschiedenen Ausführungsformen miteinander zu vergleichen. Nunmehr erkennt man auch die günstigste Polzahl, die ja innerhalb bestimmter Grenzen wählbar ist.

[3] Vgl. Kozisek, ETZ 1926, S. 1385.
[4] Vgl. Seiz, ETZ 1926, S. 1415.

Verkehrs-Lichtsignale.

Von **Werner Ahrens,** Berlin.

Übersicht. Es werden die vom Straßenbild, den Verkehrsmitteln u. a. m. abhängenden Anforderungen an die Verkehrsregelung erörtert und Ausführungsbeispiele gegeben.

Die für die Straßenverkehrsregelung mittels Lichtsignalen grundlegende Frage ist: Soll sich die Signalgebung in jedem Augenblick nach dem Fahrzeug- und Fußgängerstrom richten oder sollen diese Ströme sich in ihrer Geschwindigkeit und in ihrem Rhythmus dem festen Rhythmus einer Schaltanlage anpassen, die in ihrer Einrichtung natürlich wieder den Bedürfnissen des Verkehrs so vollkommen angepaßt wird, wie das bei der Starrheit der Schaltung eben geht. Die Amerikaner, bei denen ja auch in bezug auf die Fertigung am Bande dem Grundsatz Geltung verschafft worden ist, daß Menschen, die den verschiedensten Verrichtungen nachgehen, sich mit ihrer Arbeit einem starren Schrittmaß anzupassen vermögen, haben dem gleichen Grundsatz auch bei der Verkehrsregelung zu Ehren verholfen, ja, sie haben in New York und in den anderen in Betracht kommenden Städten die Zeichengebung auf die primitivste Form gebracht, derart, daß in einem Straßenzug gleichzeitig überall das rote und für die Querstraßen das grüne Signal gegeben wird, und daß nach kurzer allgemeiner gelber Leuchtzeit diese Leuchtfarben vertauscht werden. — Die Bedeutung der Farben (rot: Halt; gelb: Achtung; grün: Fahrt) ist international. Die Regelung in Berlin nach der erwähnten amerikanischen Methode vorzunehmen, ist unmöglich, wie der bekannte Versuch vor etwa zwei Jahren in der Friedrichstadt lehrte. Der Grund ist nicht allein darin zu suchen, daß die Menschen sich dem starren System nicht genügend anpaßten, sondern insbesondere darin, daß die Berliner Straßen nicht wie in New York schachbrettartig sind mit ungefähr gleichgroßen Entfernungen von Kreuzung zu Kreuzung. Den lotrechten Kreuzungen New Yorks steht in Berlin häufig der strahlenförmige Verlauf der Straßen gegenüber (Potsdamer Platz, Kaiser-Wilhelm-Gedächtniskirche, Hallesches Tor usw.). Dabei hat der Städtebauer begreiflicherweise den Abstand der Querstraßen meistens um so größer gewählt, je mehr man sich dem Brennpunkt des Strahlenbündels nähert. Man kann z. B., vom Halleschen Tor aus die Königgrätzer Straße hinauffahrend,

einen Weg von etwa 750 m zurücklegen, bis man auf die erste von rechts einmündende Straße stößt (Hedemannstraße), und etwa 1100 m, bis (beim Anhalter Bahnhof) die erste Straßenkreuzung kommt. Demgegenüber sind die Querstraßen der Friedrichstraße von der Taubenstraße bis zum Bahnhof Friedrichstraße im allgemeinen etwa 100 m weit voneinander entfernt, einige etwas mehr. In anderen Gegenden handelt es sich um doppelt oder dreimal so große Straßenabstände. Bei der zunächst in der Friedrichstadt eingeführten grünen Welle ist dieser Ungleichmäßigkeit des Straßenbildes Rechnung getragen worden. Ein Teilstück der Straße leuchtet in den roten Farben, das daran anschließende in den grünen, usw. Die Teilstrecken in der Friedrichstadt zwischen Leipziger Straße und Linden sind etwa 200 m lang, und jede Teilstrecke wird außer an den Enden in der Mitte noch einmal von einer Querstraße gekreuzt. Anderswo kommen auch Teilstrecken vor, die von zwei oder auch von gar keiner Straße gekreuzt werden. Das Streben geht dahin, die Teilstrecken alle einigermaßen gleich lang zu machen und überall gleiche Leuchtzeiten einzuhalten.

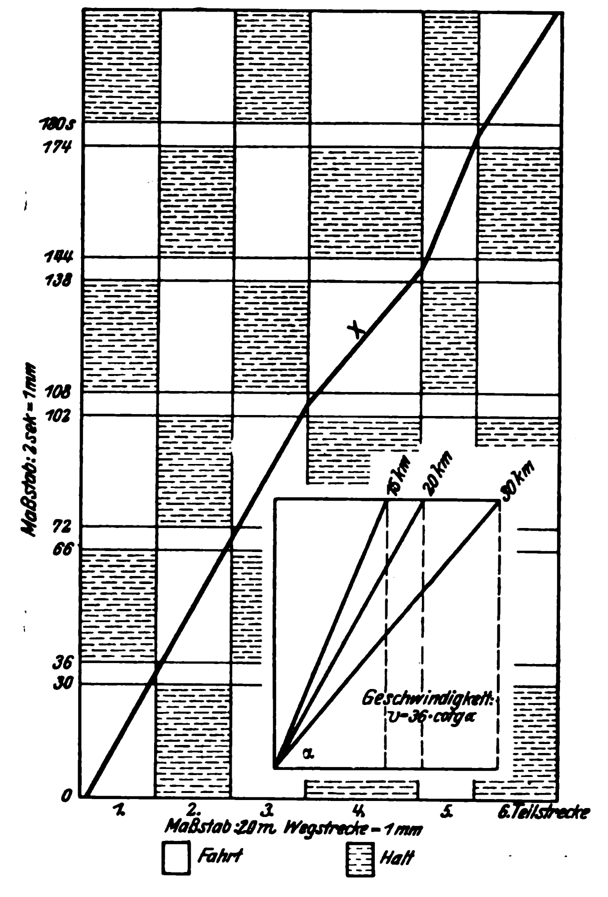


Abb. 1. Schaubild zur Darstellung der Durchschnittsgeschwindigkeit auf verschieden langen Teilstrecken. Stundengeschwindigkeit auf der 200 m langen Teilstrecke 20 km als Durchschnitt während der grünen und anschließenden gelben Leuchtzeit (30 + 6 s).

In der Friedrichstadt sind die Leuchtzeiten z. Zt.:

30 s	für das grüne	Licht
6 s	„ „ gelbe	„
30 s	„ „ rote	„
6 s	„ „ gelbe	„

Ein Wagen, der nur während der grünen Leuchtzeit in Bewegung ist, hat dabei auf der 200 m-Strecke durchschnittlich 24 km Stundengeschwindigkeit, und ein während der grünen und anschließenden gelben Leuchtzeit fahrender 20 km Durchschnittsgeschwindigkeit. Die Geschwindigkeit von 20 km kann für die 200 m-Strecken als Durchschnitt angenommen werden. Die Abweichung der Fahrgeschwindigkeit bei anderen Teilstreckenlängen kennzeichnet in Abb. 1 der Neigungswinkel der Linie *X* zur Horizontalen. Die Stundengeschwindigkeit ($v = 36 \cdot \text{ctg}\, \alpha$) ist durch die Neigungswinkel für einige Fälle angegeben.

Man darf unterstellen, daß den Ortskundigen (z. B. den Taxameterführern, die das Fahrtempo für die übrigen Fahrer angeben) bald in Fleisch und Blut übergeht, welche Teilstrecken mit abweichender Geschwindigkeit zu durchfahren sind.

Der Verkehr spielt sich, je mehr die Verkehrsmittel auf das System eingefahren sind, um so mehr wellenförmig ab. Bei Beginn der grünen Leuchtzeit ist der Anfang der Fahrbahn einer Teilstrecke und kurz vor Erlöschen des grünen Lichtes das Ende belebt (Abb. 2).

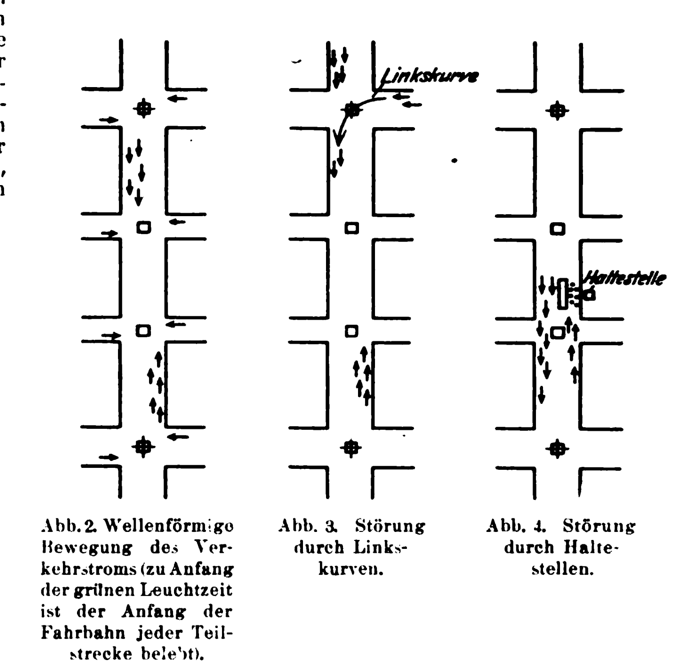
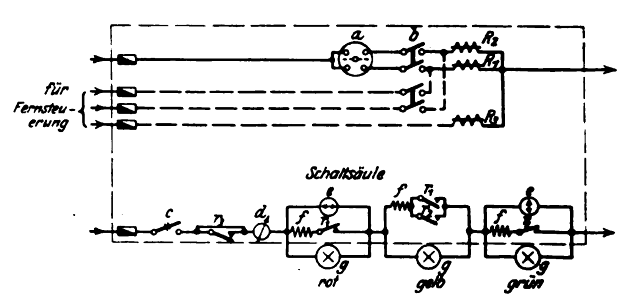


Abb. 2. Wellenförmige Bewegung des Verkehrstroms (zu Anfang der grünen Leuchtzeit ist der Anfang der Fahrbahn jeder Teilstrecke belebt).

Abb. 3. Störung durch Linkskurven.

Abb. 4. Störung durch Haltestellen.

Die Störungen in der Verkehrsabwicklung werden weniger durch die Abweichungen der Teilstrecken von der normalen Länge als durch die Hindernisse hervorgerufen, die haltende oder zu langsam fahrende Wagen (mit weniger als z. B. 20 km Stundengeschwindigkeit) verursachen. Eine besondere Störungsursache sind die Linkskurven (Abb. 3) und die ungeeignet (mitten auf der gleichartig leuchtenden Teilstrecke) liegenden Straßenbahn- und Omnibushaltestellen (Abb. 4). Die Linkskurven



a Handschalter *d* Strommesser *f* Dämpfungswiderstand
b Hauptschalter *e* Richtungszeiger *g* Signallampe
c Hauptausschalter

Die gestrichelten Leitungen kommen nur für Fernschaltung in Betracht, wobei der Handschalter *a* fortfällt. An die Stelle des bei Handschaltung verwendeten Hauptausschalters *c* tritt bei Fernschaltung das Relais R_3, das den Lampenstromkreis bei Betriebseröffnung einschaltet. Erregung von R_1 verursacht über die Kontakte r_1 das Einschalten des roten Lichtes, Erregung von R_2 das Einschalten des grünen Lichtes über die Kontakte r_2. Abfallen der Anker von R_1 und R_2 das Einschalten des gelben Lichtes.

Abb. 5. Schaltplan einer Verkehrslichtsignalanlage mit 4 Adern (je eine für rot und grün, eine für An- und Ausschalten der Lichtleitungen bei Betriebsbeginn und -ende, eine als Rückleiter).

lassen sich nicht beseitigen, allenfalls vermag man die Teilstrecken so zu wählen, daß die Linkskurven relativ wenig stören. Die Haltestellen können dagegen an die Enden der Teilstrecken verlegt werden, wo sie weniger stören.



Dem Vorhergesagten zufolge hat man sich auch in Deutschland mehr als ursprünglich mit der selbsttätigen Zeichengebung befreundet. Nachdem in Berlin schon vor längerer Zeit die eine Gruppe der Verkehrslichtsignale, nämlich die Signale der Friedrichstadt, für selbsttätige Schaltung eingerichtet worden ist, hat man jetzt auch die andere Gruppe, nämlich die des Westens, hierfür eingerichtet. Ursprünglich war man darauf bedacht gewesen, zwischen verschiedenen Schaltschrittmaßen wählen zu können, so daß z. B. ein Teil der Signale in der Friedrichstadt mit einem anderen Schrittmaß als der übrige Teil geschaltet werden konnte. Diese Einrichtung hat sich als nicht nötig erwiesen, vielmehr wird überall das vorerwähnte Schrittmaß verwendet, das nötigenfalls durch Versetzen der Kontakte der Schaltmaschine geändert werden kann. Freilich besteht die Absicht, für trockenes Wetter größere Fahrgeschwindigkeiten als für feuchtes vorzusehen und dementsprechend für die Schaltanlagen der inneren Stadt folgende Schaltzeiten einzuführen:

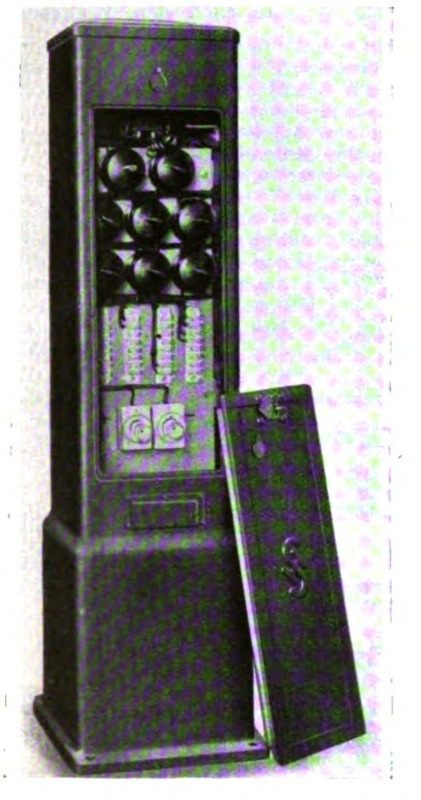
trockenes Wetter:

24 s grün, 6 s gelb, 24 s rot, 6 s gelb;

feuchtes Wetter:

30 s grün, 7 s gelb, 30 s rot, 7 s gelb.

Die Schaltmaschine, auch die für die Gruppe des Westens erforderliche, ist im Polizeipräsidium Alexanderplatz aufgestellt. Für jede dieser beiden durch kleine Motoren angetriebenen Maschinen ist eine Reservemaschine vorhanden. Um ein vorhandenes Fernmeldekabel (50 V) ausnutzen zu können, hat man für die Signalanlagen der Friedrichstadt eine Hauptschaltsäule (Ecke Leipziger und Friedrichstraße, Abb. 9) aufgestellt, deren Relais von einer der vorerwähnten Schaltmaschinen gesteuert werden. Auch neben jeder Ampel oder in der Nähe jeder Gruppe



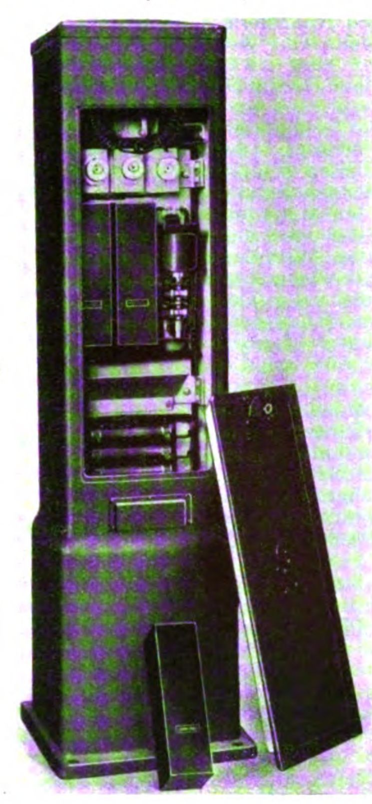
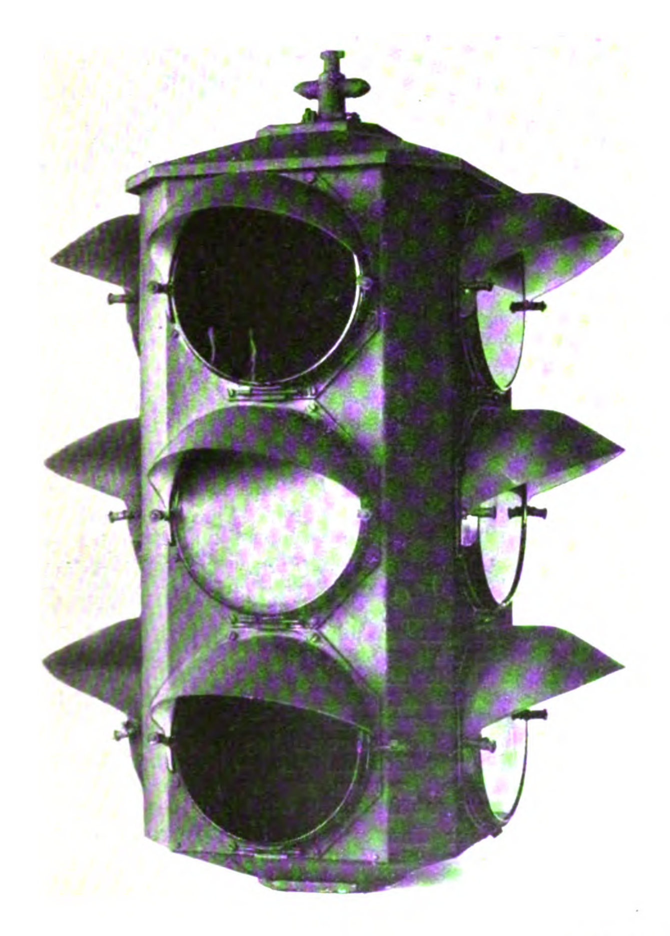


Abb. 6. Schaltsäulen.



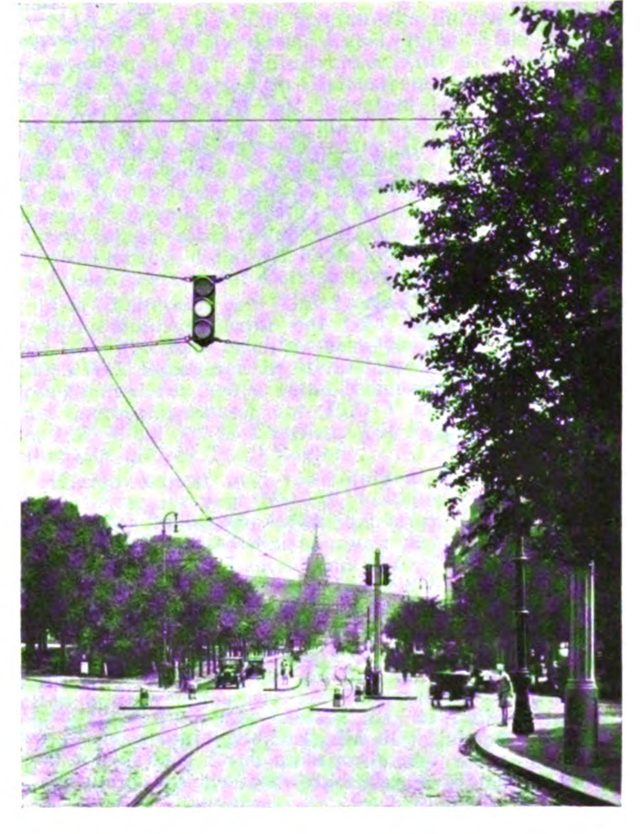


Abb. 7 und 8. Ampeln.

gleichartig leuchtender Ampeln befindet sich eine Schaltsäule. Alle Schaltsäulen der Gruppe Friedrichstadt sind durch Kabeladern mit der Hauptschaltsäule verbunden (Adern des städtischen Gleichstromnetzes von 220 V). Zum Einschalten des Lichtstromes für das rote und grüne Licht besitzen die Schaltsäulen Relais, die von den Ankerkontakten der Hauptschaltsäule gesteuert werden. Für das Steuern der roten und grünen Beleuchtung sind zwei Kabeladern erforderlich. Eine dritte dient dazu, morgens bei Betriebsbeginn die Einrichtungen anzuschließen und abends auszuschalten. Eine vierte Kabelader schließlich wird als Rückleiter für die vorerwähnten benutzt. Das Einschalten des Stromes für die gelben Lichter erfolgt durch die für die roten und grünen vorgesehenen Relais. Wenn weder das rote noch das grüne Licht leuchtet, sind beide Relaisanker abgefallen, und infolge dessen wird der Lichtstrom für die gelben Lampen eingeschaltet. Wird der Anker des grünen oder roten Lichtstromrelais wieder angezogen, so wird dadurch der Strom für die gelbe Beleuchtung ausgeschaltet. Abb. 5 zeigt einen Schaltplan. In Abb. 6 sind Schaltsäulen der Firma Siemens & Halske, wie sie in Berlin verwendet werden, und auf Abb. 7 und 8 Ampeln der gleichen Firma wiedergegeben.

Bei Betriebstörungen kann ein Straßenposten, wenn er sonst auch nicht in die selbsttätige Schaltung einzugreifen vermag, doch jederzeit das gelbe Achtungsignal einstellen. Wenn Störungen der Einrichtung oder andere Gründe das nötig erscheinen lassen, kann die Zeichengebung an den einzelnen Schaltsäulen auch von Hand erfolgen, wobei der Posten nach der Uhr und einem starren System zu schalten hat, indem er am besten dem Verkehrstrom den Rücken zuwendet. Ob alle Lampen eines Signals brennen, vermag der Verkehrsposten durch eine in der Decke der Schaltsäule angebrachte Glasscheibe hindurch an einer Überwachungseinrichtung zu beobachten. Auch ist ihm durch einen Richtungsanzeiger dort die signalisierte Verkehrsrichtung vor Augen.

Die Signallampen bestehen aus einem Gehäuse mit Emailreflektoren, vorgesetzter Farbscheibe und mattierten Glühlampen von 200 W. Je nach den Verkehrsbedürfnissen werden ein-, zwei-, drei- oder vierseitige Ampeln verwendet. Zuweilen (auf Inseln) bietet sich die Möglichkeit, die Ampeln an Masten unmittelbar aufzuhängen, im allgemeinen hängen sie jedoch an Seilen, die über die Straße gespannt sind. Jede Lampe kann mittels Winde und Laufkatze bis zum Straßenrand verschoben werden, was für das Auswechseln von Glühlampen und für Reinigungszwecke nötig ist. Da jede Glühlampe täglich etwa 2000mal geschaltet wird, ist die wichtige Einrichtung getroffen, daß die Stromstöße beim Einschalten abgedrosselt werden, wodurch normale Brenndauer der Lampen gewährleistet wird.

Die Relais der Hauptschaltsäule werden an einer Schaltafel im Polizeipräsidium durch aufleuchtende Glühlampen überwacht.

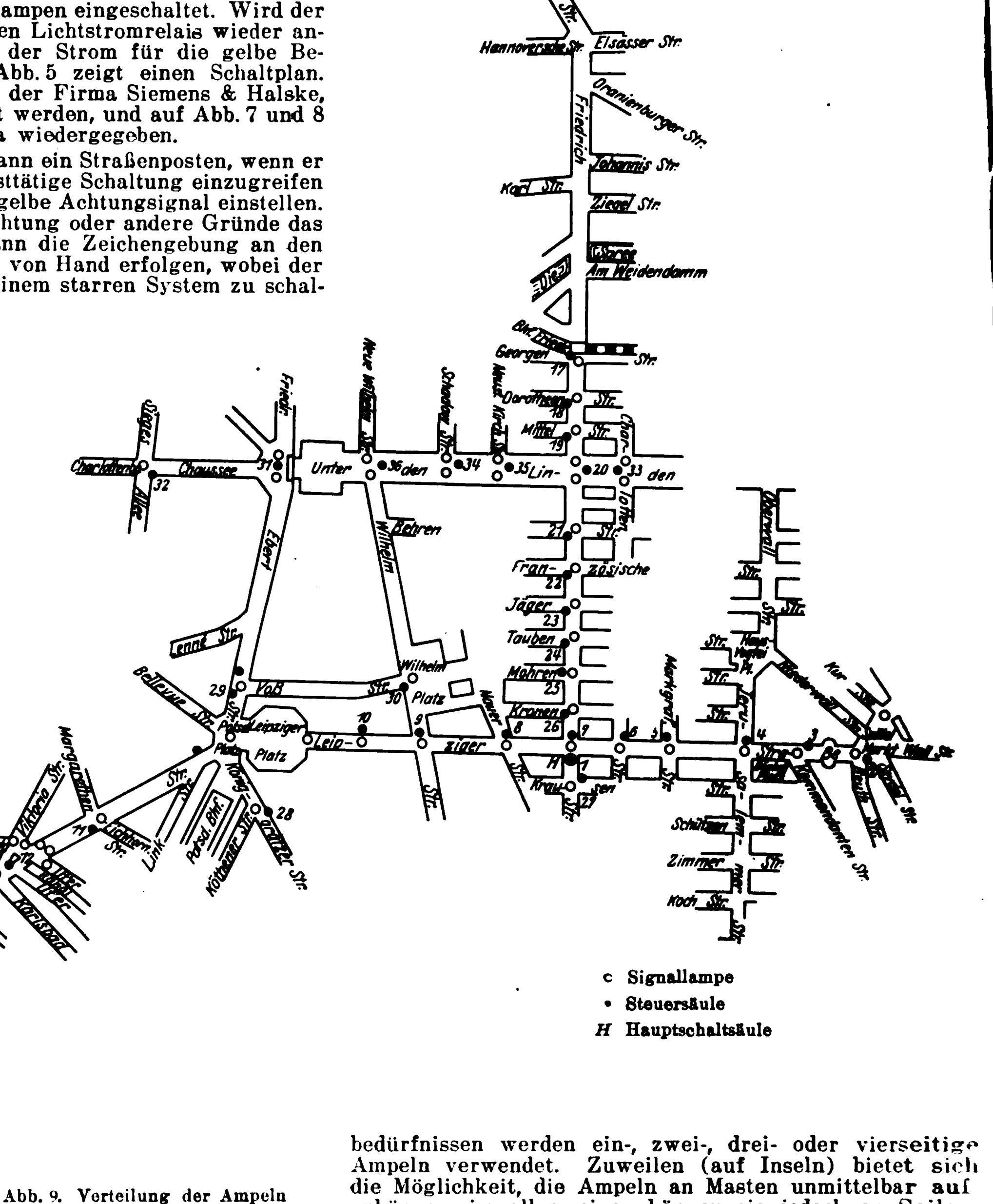


Abb. 9. Verteilung der Ampeln im Zentrum Berlins.

Die Elektrisierung der Vorortbahnen von Chicago.

Ein amerikanisches Gegenstück zur Elektrisierung der Berliner Stadtbahn finden wir in der Elektrisierung der Chicagoer Vorortbahnen. Wenn auch die gegenwärtig ausgeführten Elektrisierungsarbeiten in Chicago denjenigen von Berlin im Ausmaß weit nachstehen, so wird nach Vollendung des gesamten, bis 1940 berechneten Programms der elektrische Betrieb auf den Gleisen der Chicagoer Bahnhöfe und Vorortbahnen wohl einer der bemerkenswertesten sein — und an gesamter elektrisierter Gleislänge wohl „die größte elektrisierte Bahnanlage der Welt" ergeben[1]. Die zur Illinois Central-Bahn gehörigen Strecken der Chicagoer Bahnhöfe umfassen insgesamt 670 km Gleise, hiervon 200 km Vorort-, 170 km Durchgangs-Personenzug- und 300 km Güterzug- und Verschiebegleise.

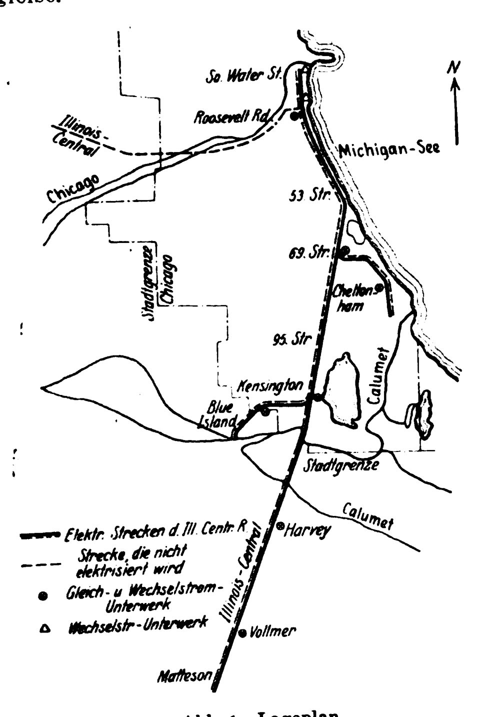


Abb. 1. Lageplan.

Den Anstoß zur Aufnahme der Elektrisierungsarbeiten gab die Überlastung des Vorortverkehrs. In den letzten 25 Jahren hat sich der Vorortverkehr verdoppelt und weist augenblicklich die stattliche Ziffer von 26 Mill. jährlich beförderter Personen auf. Der Dampfbetrieb auf den bis zu sechsgleisig ausgebauten Vorortstrecken war diesem Verkehr nicht mehr gewachsen, und die Illinois Central-Bahn mußte zur Aufnahme von Elektrisierungsarbeiten schreiten, die in folgendem Programm festgelegt wurden:

1. Bis Februar 1927: Elektrisierung des Vorortverkehrs,
2. bis 1930: elektrischer Betrieb des Güterverkehrs nördlich von East Roosevelt Road,
3. bis 1935: Elektrisierung des Güter- und Rangierbetriebes südlich East Roosevelt Road,
4. bis 1940: Elektrisierung des gesamten Personen- und Durchgangsverkehrs.

Am 7. VIII. 1926 war bereits der erste Teil dieses Programms erledigt — mit der Eröffnung des Vorortverkehrs auf 170 km Hauptgleisen und 26 km Rangiergleisen, welche sich auf eine Entfernung von 45 km mit 2 Zweigen von je 7,5 km ausdehnen (Abb. 1).

Wie aus Zahlentafel 1 zu ersehen ist, sind die Vorortstrecken 2- bis 6gleisig ausgebaut, die 2 abzweigenden Linien 1- bis 2gleisig.

Zahlentafel 1.

	Abschnitt	km	Anzahl der Hauptgleise		
			Vorortzug	Personenzug	Güterzug
1	Randolph—St.-Roosevelt	3,5	2	—	3
2	Roosevelt — 69 Str.	10,5	6	4	5
3	69 Str.—Kensington	10	4	4	5
4	Kensington—Harvey	9,5	2	2	5
5	Harvey—Vollmer	9,5	2	—	—
6	Vollmer—Matteson	4	2	—	—
7	Zweig Cheltenham	7	2	—	—
8	Zweig Blue Island	7	1	—	—

Auf diesen elektrisierten Strecken verkehren durchschnittlich 414 Züge täglich, Sonntags und Feiertags bis 600 Züge, was einer durchschnittlichen Zugfolge von 2 min entspricht. Auf den 45 km befinden sich 35 Haltestellen, wobei im Nahverkehr die Entfernung zwischen den Haltestellen nur noch 0,55 km beträgt. Die mittlere Dauer des Aufenthaltes auf einer Haltestelle ist 18 s. Die Zeitverkürzung, die durch die Elektrisierung erreicht wurde, beläuft sich für die Nahzüge auf 15 %, für Züge mit wenigen Haltestellen auf 20 % der Zeit beim Dampfbetrieb.

Kraftversorgung. Obwohl vom Michigansee leicht bahneigene Energie bezogen werden konnte, wurde die Kraftversorgungsfrage nach eingehender Abwägung der Möglichkeiten doch zugunsten des Fremdstromes gelöst und mit der Commonwealth Edison El. Co. ein Energie-Lieferungsvertrag geschlossen, der auf 10 Jahre Lieferung von Gleich- und Wechselstrom lautet. Es ist hierbei die Möglichkeit von 4 Verlängerungen des Vertrages von je 5 Jahren berücksichtigt worden. Die Zahlung erfolgt monatlich, der Strompreis ist gestaffelt, je nach dem Verbrauch, abfallend für jede 5000 kW Höchstleistung, jedoch konstant bei einer Höchstleistung von weniger als 1500 kW. Die Höchstleistung wird errechnet aus dem Tages-Höchstverbrauch, der wiederum aus ⅓ der Summe der Kilowattstunden von Einstundenarbeit an drei verschiedenen Tagen, die eine Höchstleistung ergaben, berechnet wird. Sollten in irgend einem Monat die Leistungen während dieser 3 h anomal sein, so wird die entsprechende Angabe des Vormonats der Berechnung zugrunde gelegt.

Unterwerke. Die Kraftwerke liefern Drehstrom, teils 12 000 V, 60 Hz durch Kabel, teils 33 000 V durch Freileitung, der in 7 Unterwerken (für die gesamte zu elektrisierende Strecke) in Gleichstrom 1500 V umgeformt wird. Die Unterwerke sind Eigentum der Commonwealth Edison El. Co., von der sie auch betrieben werden. Die mittlere Entfernung zwischen den Unterwerken beträgt rd. 10 km, die gesamte in den Unterwerken installierte Leistung 42 000 kW, hiervon entfallen 33 000 kW auf rotierende Umformer, 9000 kW auf Gleichrichter. Die Gleichrichterleistung eines jeden Unterwerkes entspricht der Reserveleistung, damit im Falle von Schwierigkeiten mit den Gleichrichtern der Betrieb hierunter nicht leidet.

Die Mehrzahl der Unterwerke ist mit je einem Synchron-Motorgenerator der GEC ausgerüstet, 1500 V, 3000 kW gleichstromseitig, bestehend aus zwei 750 V-(1500 kW-) Maschinen in Reihe geschaltet. Die Gleichstromgeneratoren haben reine Nebenschlußcharakteristik, eine Leerlaufspannung von 1525 V und eine Spannung von 1425 V bei 300 % Überlast. Die Feldregelung erfolgt selbsttätig mittels Tirill-Regler.

Hierzu kommt noch in einigen Unterwerken ein Gleichrichtersatz von 1500 kW, bestehend aus 2 parallelgeschalteten Sechsanoden-Gleichrichtern der GEC von je 750 kW. Die Gleichstromspannung dieses Satzes beträgt 1550 V bei kleinen Lasten und 1340 V bei 300 % Überlastung. Es ist eine Überlastbarkeit von 150 % während 20 min, 200 % während 1 min und 300 % momentan gewährleistet.

Die Unterwerke Harvey und Brookdale haben einen 3000 kW-Gleichrichtersatz der Brown, Boveri & Cie. erhalten, bestehend aus zwei parallelgeschalteten Gleichrichtern je 1500 kW, 1500 V. Es sind dieses Zwölfanoden-Gleichrichter mit Doppelsechsphasenschaltung der Sekundärwicklung des Transformators, bei denen besondere Anodendrosselspulen unnötig werden, da eine gleichmäßige Verteilung der Belastung auf die beiden parallelgeschalteten Anoden derselben Phase gesichert ist. Die Gleich-

[1] Die im folgenden wiedergegebenen Zahlen beziehen sich auf die Berichtszeit Juli v. Js. D. S.

stromspannung dieser Gleichrichter beträgt 1500 V bis zu 100 % und 1360 V bei 300 % Überlastung.

Gleichstromseitig ist jede Umformergruppe durch 2 Schnellschalter gesichert, einen positiven und einen negativen. Während der positive Schnellschalter nur bei Rückstrom anspricht, ist der negative zum Abschalten von Überlasten bestimmt. Die Geschwindigkeit der Schaltarbeit dieser Schnellschalter beträgt 0,010 s. Die gesamte Schaltanordnung der Unterwerke ist als Freiluftstation ausgebildet. Die Wechselstromleitungen vom Transformator zu den Aggregaten sind in Kabeln verlegt, während die Gleichstromleitungen als Kupferschienen ausgeführt sind. Es sollen noch zwischen den Unterwerken Schaltstationen zum Verbinden der Fahrleitungen der 2 Gleise gebaut werden. Besondere Speisepunkte außer denen an den Unterwerken sind nicht vorgesehen.

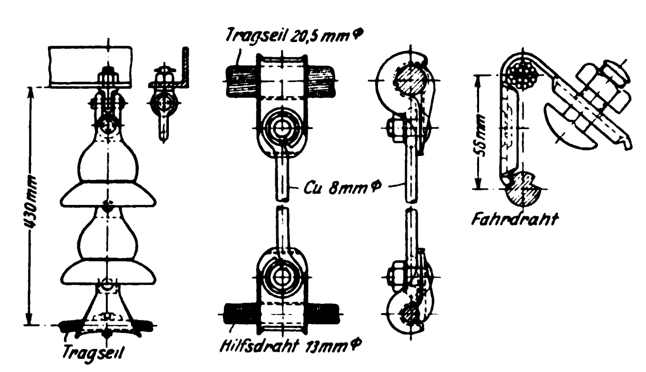


Abb. 2. Einzelheiten der Fahrleitung.

Für die Licht- und Kraftbedürfnisse des Bahnbetriebes sind Drehstromleitungen 2300/4000 V und für die Betätigung der Bahnsignale eine doppelte Einphasenleitung von 2300 V vorgesehen. Hierfür sind im Unterwerk Harvey 4 Einphasentransformatoren von je 3333 kVA, im Unterwerk Vollmer 4 Transformatoren von je 1000 kVA aufgestellt. In beiden Fällen dient ein Transformator als Reserve.

die Leitung kontinuierlich bleibt; auch in Weichen ist nur 1 Kontaktdraht vorhanden.

Es sind ausschließlich Hängisolatoren verwendet worden. Die Eisenmaste sind als Portale ausgebildet, mit Ausnahme der Masten auf zweigleisigen Abschnitten, wo zwei selbständige Auslegermaste angewendet sind. Die gesamte Querlänge der Eisenportale geht bis zu 76 m, bestehend aus 5 Bogen. Da das Berechnen dieser statisch unbestimmten Konstruktionen zu umständlich ist, wurden die Beanspruchungen aus den Durchbiegungen eines Modells bestimmt.

Die Leitungen für die Hilfsbetriebe und ebenso 32 Drähte (in 2 Kabeln) für die Signalbetätigung sind ebenfalls auf den Masten der Fahrleitung geführt.

T r i e b w a g e n. Die Triebwagenzüge werden zusammengesetzt aus Einheiten, jede bestehend aus 1 Triebund 1 Anhängewagen. Die Triebwagen sind ausgerüstet mit 4 Motoren von je 750 V. Anfänglich wurde auch die Möglichkeit der Anwendung von 1500 V-Motoren in Erwägung gezogen, jedoch nahm man hiervon Abstand, da man Zweifel wegen der Kommutierung solcher Motoren hegte, insbesondere aber die Kurzschlußgefahr in Betracht zog, die hier durch die großen Unterwerksleistungen gegeben ist.

Die Abmessungen der von der Pullman Car-Co. gebauten Wagen sind folgende:

Bei den Triebwagen:	
Länge über Puffer	22,1 m
Gesamte Breite	3,24 m
Höhe über Dach	4,00 m
Drehzapfenentfernung	14,6 m
Breite der Türen	1,24 m
Sitzbreite	0,86 m
Jeder Wagen hat 84 Sitzplätze,	
Radstand des Drehgestells	2,58 m
Raddurchmesser, neu	0,93 m
Bei den Anhängewagen:	
Radstand des Drehgestells	1,90 m
Raddurchmesser, neu	0,84 m

Gewicht eines Triebwagens mit vollständiger elektrischer Ausrüstung 64 t, Gewicht eines Anhängewagens 38,5 t. Beim Bau der Wagen wurde reichlich von der An-

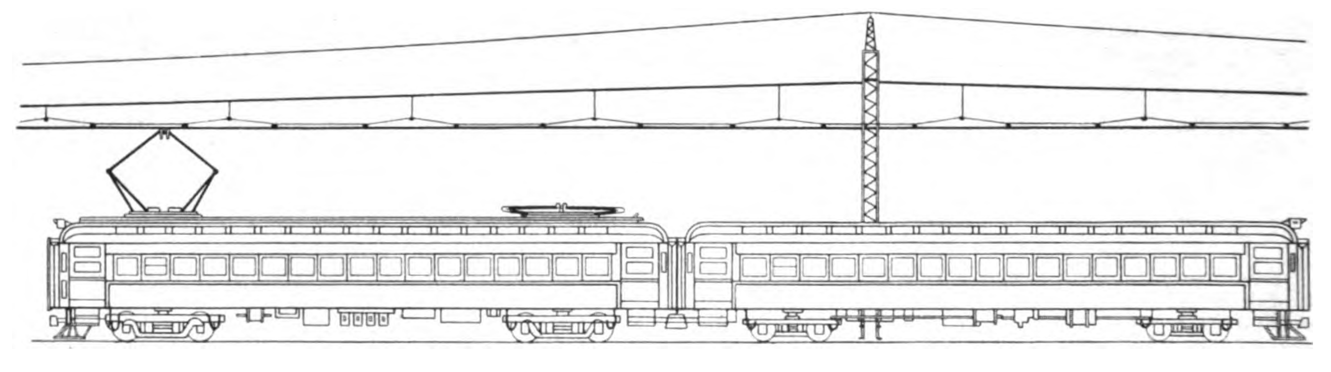


Abb. 3. Triebwageneinheit.

F a h r l e i t u n g. Die Fahrleitung ist als Kettenleitung mit Hilfseil, 2 Fahrdrähten, ohne besondere Speiseleitungen, ausgeführt. Die äquivalenten Kupferquerschnitte der einzelnen Drähte betragen:

Tragseil: 186 mm²,
Hilfseil: 100 bzw. 54 mm²,
2 Fahrdrähte: 70 bzw. 110 mm².

Der gesamte äquivalente Kupferquerschnitt beträgt somit 426 mm² bzw. 460 mm².

Das Tragseil ist ein Stahlseil, umgeben von 12 Seilen aus hartgezogenem Kupfer von insgesamt 14 400 kg Zugfestigkeit, 1,46 m Durchhang, 92 m mittlerer Spannweite. Das Hilfseil besteht aus 19 Hartkupferseilen, Zugfestigkeit 360 kg. Die Fahrdrähte sind Profildrähte aus Kupfer oder Kadmiumbronze. Das Hilfseil ist in Entfernungen von 4,5 ... 6,0 m am Tragseil aufgehängt, und jeder Fahrdraht selbständig in Entfernungen von 4,5 ... 6,0 m am Hilfseil befestigt (Abb. 2). Auf den Bahnhöfen ist nur 1 Fahrdraht, und zwar direkt am Hauptseil aufgehängt. In den Trennpunkten sind die Kontaktdrähte abwechselnd hochgehoben und durch isolierende Füllstücke weitergeleitet, so daß keine Gefahr für den Stromabnehmer besteht und

wendung des Aluminium-Leichtmetalls Gebrauch gemacht: Türen, das Dach und der Verkleidung des Wagenkastens sind aus Leichtmetall ausgeführt, wodurch es ermöglicht wurde, das Gewicht des Wagenkastens von 42 t auf 39 t zu ermäßigen.

Es ist ein ungeteilter Sitzraum mit Quersitzen und Mittelgang und Einsteigetüren an den Wagenenden vorgesehen. Außerdem sind Übergangsfaltenbälge zwischen den Wagen angebracht.

Die Eingangstüren werden durch Türmotoren betätigt, und zwar können alle Türen einer Seite von einem Schalter aus bedient, auch jede Tür allein geschlossen oder geöffnet werden. Die Fensterwischer im Führerstand werden auch elektrisch betätigt.

Dem Entwurf der elektrischen Ausrüstung der Triebwagen lagen folgende Werte zugrunde: Beschleunigung 0,7 m/s², Bremsverzögerung normal 0,8 m/s², bei Notbremsung 1,3 m/s². Höchstgeschwindigkeit 95 km/h, Zeitrückhalt 7,5 %. Es wurden für die Triebwagen 4 Motoren für 750 V, 185 kW Stundenleistung, 210 A dauernd, Übersetzung 21 : 60 gewählt. 2 Motoren sind dauernd in Reihe geschaltet. Zur Kühlung besitzen die Motoren zwei getrennte

Lufteintrittsöffnungen: eine kommutatorseitig für den Anker, eine im Gehäuse für Kühlung des Feldes und der Ankeroberfläche. Der Luftaustritt erfolgt antriebseitig. In die Lieferung der Motoren teilten sich die GEC und die Westinghouse Co., wobei gemeinsame Zeichnungen dem Entwurf der Motoren zugrunde lagen.

Es ist eine selbsttätige Vielfachsteuerung der GEC durch elektropneumatische Nockenwalze, die jedoch auch Handbetätigung des Fahrschalters zuläßt, gewählt. Der Fahrschalter besitzt 4 Fahrstellungen: Reihenschaltung mit allen Widerständen, Reihenschaltung ohne Widerstände, Handbetätigung, Parallelschaltung. Die 13 Fahrstufen zerfallen in 6 Reihen- und 7 Parallelstufen, darunter eine Stufe mit Feldschwächung. Der Fahrschalter ist mit Totmanngriff ausgerüstet und mit der Bremse verriegelt, so daß ein Bremsen nur bei Nullstellung des Fahrschalters möglich ist. Die Wagen sind mit doppelter selbsttätiger Luftdruckbremse ausgerüstet, von denen eine elektrisch, die andere rein pneumatisch wirkt. Bei Defekt des Stromkreises der Bremse wirkt sie wie eine gewöhnliche Luftdruckbremse. Die Verbindung zwischen den Wagen wird mittels einer selbsttätigen Tomlinson-Kuppelung hergestellt, die von unten oder vom Wagen aus bedient werden kann. Die Kuppelung enthält 2 Luftverbindungen, welche selbsttätig geöffnet und geschlossen werden können, und 39 elektrische Kontakte. Dieses für die Kuppelung der Einheiten: für die Kuppelung der Wagen einer Einheit ist eine ähnliche Kuppelung verwendet, es kommen jedoch noch 1 Batterie-, 1 Heiz-, 1 Türsteuer- und 1 Meßleitung für jede Kuppelung hinzu. Zur Erzeugung des 32 V-Steuerstromes und des Stromes für die Hilfseinrichtungen besitzt jeder Triebwagen einen Motorgenerator von 3½ kW, 1500 V. Der Motor ist ein Doppel-Kommutatormotor, der Generator eine 37 V-Maschine, beide auf gemeinsamem Unterbau aufgestellt. Der Motorgenerator ist dauernd in Betrieb. Für die Beleuchtung hat jeder Triebwagen auch noch eine Edison-Batterie von 24 Zellen, 300 Ah Kapazität und einen Lichtregler mit Kohlenwiderstand. Für die Wagenbeleuchtung sind 4 Lichtstromkreise von je 7 Lampen von je 25 W, 32 V vorgesehen.

Die Wagenheizung erfolgt durch den Fahrleitungsstrom und weist 6 Stromkreise von 1500 V auf; hiervon entfallen 1 auf die Heizung der Führerstände, 5 auf die Heizung der Wagen. Zur Regelung der Heizleistung sind in jeden Triebwagen 2 auf verschiedene Temperaturen eingestellte Thermostaten eingebaut, die vom Führer so zu stellen sind, daß in den Stunden des starken Verkehrs die Heizleistung geschwächt wird, in den Stunden des schwachen Verkehrs hingegen eine stärkere Heizung einsetzt. Hierdurch hofft man eine wirtschaftlichere Ausnutzung der Energie zu erzielen.

Für den Verschiebedienst sollen elektrische Lokomotiven mit einer Zugkraft von 22,7 t bei Reibung 1 : 4 und $v = 16$ km/h beschafft werden. Höchstgeschwindigkeit 40 km/h.

Die Unterhaltung der Wagen im Betrieb. Nach je 2400 km sollen die Triebwagen einer flüchtigen Besichtigung unterzogen werden, nach je 10 000 km einer eingehenderen Untersuchung, deren Dauer zu etwa 24 h angenommen wird. Ein Überholen ist nach 65 000 km vorgesehen. Die Besichtigungen erfolgen im Schuppen, wo für 32 Wagen Platz ist, die Untersuchungen in einer Werkstatt, die neben den Hauptwerkstätten aufgeführt ist. Diese Werkstatt hat für 12 gleichzeitig in Untersuchung befindliche Wagen Platz. Das Überholen geschieht ebenda. Gleichzeitig können bis zu 18 Wagen überholt werden. Es wird mit einer durchschnittlichen Tagesleistung der Triebwagen von 160 km/Tag gerechnet. Für die Verschiebelokomotiven wird eine Untersuchung alle 2 Monate und ein Überholen jedes Jahr angenommen. Buttler.

Ein Rückblick auf die Grazer Energiewirtschafts-Ausstellung.

Graz, das in diesem Sommer sein 800jähriges Bestehen feierte, hat, um die gewaltigen Fortschritte in der Ausnützung der Naturkräfte zu zeigen, eine „Energiewirtschafts-Ausstellung" veranstaltet, die trotz verhältnismäßig bescheidenen Rahmens in mustergültiger Weise ihre Aufgabe erfüllt und nicht nur dem Laien ein fesselndes Bild der Energieverwertung auf den verschiedensten Gebieten, sondern auch dem Fachmann eine Fülle interessanten und belehrenden Materials in origineller Form vorführte. Zunächst wurde der Besucher mit den Grundlagen der Energiewirtschaft bekanntgemacht und, meist in bildlicher Darstellung, über die Energievorräte der Erde: Kohle, Wasserkräfte und Erdöl, ihre Entstehung und Bedeutung sowie über die Entwicklung ihrer Ausnützung von den primitivsten muskulären Betätigungen bis zur hochentwickelten modernen Technik belehrt. Ein Graphikon zeigte z. B. durch Gruppierung bunter Würfel die Ausnützung der Wasserkräfte der Erde. Danach verfügt Europa über 92 Mill. PS (ausgebaut 17,249 Mill. PS), Asien über 72 (2,119), Afrika über 190 (0,01), Amerika über 140 (15,348), Australien über 8 Mill. PS (0,324), so daß sich insgesamt 502 Mill. PS mit einer Verwertung von 35,05 Mill. PS ergeben. Die V. S. Amerika besitzen allein 55 Mill. PS, von denen ein Fünftel ausgebaut ist. Gewaltige Mengen harren im belgischen und französischen Kongo der Erschließung (90 bzw. 35 Mill. PS); für Deutschland waren 6,2 Mill. PS (1,6), für Österreich 3 Mill. PS (0,8) angegeben. Von bisher bekannten Energieträgern schätzt man die Vorräte an Steinkohle auf 4919, Braunkohle 2610, Erdöl 6,3, Torf (getrocknet) 250 und an Brennholz auf 1800 Milliarden t, abgesehen von den Wasserkräften mit den schon erwähnten 500 Mill. PS, entsprechend einer ausnützbaren Jahresleistung von 2000 Milliarden kWh. Die Fassung der Wasserläufe und die typische Ausführung der Anlagen wurden an Hand zahlreicher Pläne, Photos und Modelle erläutert. Erwähnenswert hierbei die Darstellung der Verbundwirtschaft von Wärme- und Wasserkraftanlagen am Beispiel der Zusammenarbeit des Laufwerkes Pernegg, des Speicherwerkes Teigitsch (Steweag) und der kalorischen Anlage des Stahlwerkes Schoeller-Bleckmann. Man sah weiter die Energieauswertung in Verbrennungs- und Wasserkraftmaschinen teils auf Wandtafeln, teils durch Modelle und Originalmaschinen vor Augen geführt; besonders interessant ein betriebsfähiges Modell der Voith-Hochdruckspiralturbine für das Kraftwerk Opponitz der WAG, Wien, (5000 PS bei $n = 600$ und 115 m Nutzgefälle) und das der Kaplanturbine für die Anlage „Gänsefürtchen" (4650 PS, $n = 75$, Nutzgefälle 4,35 m). Kurzgefaßte gemeinverständliche Erklärungen und zahlreiche statistische Tabellen und Diagramme dienten näherem Studium, z. B. Kurven, welche die geschichtliche Entwicklung des Maschinengewichts, bezogen auf die PS-Leistung, bei ortsfesten, Schiffsmaschinen und Lokomotiven darstellten. Die Durchschnittsgewichte betrugen 1850: 190 kg/PS bzw. 100 kg/PS bzw. 95 kg/Ps (bei 5,5 at), im Jahre 1928: 48 kg/PS bzw. 32 kg/PS bzw. 42 kg/PS (15 at) und bei Hochdruckmaschinen 12,5 kg/PS in stabilen Maschinen und 39 kg/PS (60 at) in Lokomotiven.

Die Lichtenergie war an Hand der Fortschritte der Beleuchtungstechnik sinnfällig gemacht, die geschichtliche Entwicklung der Lichtquellen nach Stärke und Wirtschaftlichkeit und die neuzeitliche Lichttechnik wurden teils bildlich, teils in Modellen gezeigt.

Das Publikum lernte auch die Erhöhung der Werbekraft, die Verbesserung der Produktion, das Sinken der Unfälle durch richtige Beleuchtung kennen, ebenso die Wirkungen guter und schlechter Instandhaltung der Anlagen, Abnahme der Ökonomie infolge von Staub usw. und überzeugte sich, wie außerordentlich die relativen Kosten der Beleuchtung sich im 19. Jahrhundert von der Wachskerze bis zur gasgefüllten Lampe verringert haben.

Die Elektrotechnik als solche nahm einen vergleichsweise nur geringen Raum ein. Es wurde nur ein kurzer historischer Überblick gegeben, wobei man den ältesten Ausführungen elektrischer Maschinen die neuzeitlichen Errungenschaften gegenüberstellte. Einzelne Gebiete, wie Kraftübertragungen, Schalt- und Transformatorenstationen und was sonst im Zusammenhang mit der Verbundwirtschaft steht, traten hervor. Eine Karte Mitteleuropas belehrte über den heutigen Stand der Stromversorgung und die zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten durch Zusammenwirken deutscher und österreichischer Netze mittels großer Sammelschienen. Eingehendere Darstellung fanden diese Probleme in der Halle VII, die die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung in den einzelnen Bundesländern bildlich und tabellarisch recht ausführlich und fesselnd vor Augen führte. Die Energieerzeugung in Österreich beläuft sich auf fast 2,5 Milliarden kWh, davon rd. zwei Drittel durch Wasserkraft, ein Drittel durch kalorische Anlagen. Auf den Kopf der Bevölkerung rechnet man fast 400 kWh. Aber nur 60 % werden in öffentlichen Werken für Allgemeinzwecke, 40 % in industriellen Eigenanlagen produziert. Aus den Statistiken ergibt sich, daß die Ausnützung noch bei weitem hinter den Möglichkeiten zurückbleibt und der

Bedarf noch in hohem Maße gesteigert werden kann und muß. Den Ausbau der österreichischen Sammelschiene im Zusammenhang mit Auslandsnetzen kennzeichneten in interessanter Weise Karten und Erläuterungstexte, ebenso den Stand der Staubeckenanlagen, von denen solche mit zusammen 100 Mill. m³ nutzbaren Inhalts (davon 70 Mill. m³ allein seit 1918) schon ausgebaut, solche mit 60 Mill. m³ im Bau und Anlagen mit annähernd 800 Mill. m³ geplant sind.

Bekanntlich besteht auch eine größere Anzahl von Projekten, welche die Ausnützung der Donau meist im Zusammenhang mit Flußregulierungen und Hafenprojekten behandeln. Das Landwirtschaftsministerium hatte eine übersichtliche Darstellung dieser ausgestellt, die auch mit zahlreichen Zeichnungen von baulichen Einzelheiten verbunden war. Es handelt sich da um Jahresarbeitsvermögen von 120 Mill. kWh (Marchfeld) bis 1400 Mill. kWh (Tullnerfeld).

Zu den interessantesten Teilen der Ausstellung gehörte das außerordentlich große Karten- und statistische Material, verbunden mit Panoramen, Reliefs usw., das die Entwicklung und den Stand des Wasserkraftausbaues in den einzelnen Bundesländern und bei den Bundesbahnen höchst eingehend erläuterte. Diese Sammlung verdient das eingehende Studium jedes Interessenten und wird hoffentlich erhalten bleiben.

Zurückkommend auf die Gruppe „Elektrotechnik", sei noch die Ausstellung des Elektropathologischen Instituts in Wien (Prof. Dr. St. Jellinek) erwähnt, welche eine große Zahl von Objekten, anatomischen Präparaten, Moulagen, Aquarellen und Photographien durch Elektrizität Verunglückter in systematischen Gruppen zusammenfaßte. Die häufigsten Ursachen von durch Elektrizität und Blitzschlag veranlaßten Unfällen und Bränden waren demonstriert. Erwähnenswert sind die Objekte der sogenannten „Spurenkunde". Die Elektrizität hinterläßt auf verschiedenen Materialien Spuren, die in ihren Formen bei mikroskopischer Betrachtung so charakteristisch sind, daß der Kenner aus ihnen die Ursache eine Unfalls festzustellen vermag.

Der Telephonie und Telegraphie war eine eigene Halle gewidmet. Die Generaldirektion der Post- und Telegraphenverwaltung zeigte hier u. a. eine automatische Zentrale nebst Teilnehmerapparaten, Einzel- und Gesellschaftsanschlüssen in Betrieb. Bei den regelmäßigen Führungen wurden auch Hughes- und Morseapparate usw. demonstriert. Dabei lernte der Besucher die Einrichtungen für den Ausbau von Fernsprechnetzen, Fernkabelleitungen, Telegraphenämtern, ferner des Postkraftwagenverkehrs, der sich in Österreich seit einem Jahr ganz bedeutend entwickelt hat, der Briefbeförderung usw. teilweise auch im Film kennen.

Über die Entwicklung der Radiotechnik vom Beginn der drahtlosen Telegraphie an bis zur heutigen Vervollkommnung, besonders auch der Röhren, belehrte die Radiotechnische Versuchsanstalt Wien. Die Zunahme des Rundfunkverkehrs ergibt sich aus folgenden Zahlen: Ende 1924 hatte Österreich 82 896 Abonnenten, davon fielen auf Wien 4,4 % der gesamten Einwohnerzahl, auf ganz Österreich bezogen 1,4 % der Bevölkerung; 1926 waren die Ziffern auf 183 521 bzw. 9,8 % bzw. 3,8 % und Ende 1928 auf 200 643 bzw. 10,7 und 4,5 % gestiegen. Sehr hübsch wurden an einer Wandtafel die verschiedenen Erscheinungsformen der Elektroenergie bei einer Rundfunksendung und die Energiebilanz dargestellt: Ein normal sprechender Mensch leistet $\frac{1}{1\,000\,000}$ W, ein Mikrophon gibt rd. $\frac{1}{100\,000\,000}$ W an die Verstärker ab. Die gesamten Verstärker liefern an einen 15 kW-Sender rd. 10 W, dieser Sender strahlt im Ruhezustand 15 000 W in den Raum, ein Detektorempfänger greift davon mindestens den 15millionsten Teil für die Kopfhörer und liefert dann wieder $\frac{1}{1\,000\,000}$ W.

Schließlich sei noch eine Halle erwähnt, welche unter dem Titel „Berg und Hütte" nicht nur Aufklärungen über das steirische Montanwesen gab — Steiermark ist bekanntlich eines der ältesten historischen Erz- und Kohlengebiete —, sondern auch für die Erhöhung des Verbrauchs an steirischen Kohlen in eindringlicher Weise warb. Von den rd. 3,1 Mill. t geförderten österreichischen Kohlen entfallen 1,7 Mill. t, also fast 60 % auf die Steiermark.

Anschließend an Darstellungen der Entstehung und Verwertung der verschiedenen Kohlenarten sah man Proben von Erzen, Metallen und sonstigen montanistischen Erzeugnissen ausgestellt. Dioramen der Salinen in Aussee, Ischl, Hallein, Hall i. T. und Hallstadt sowie der Sudhütte Ebensee und zahlreiche Diapositive interessierten für die Salzgewinnung. Erwähnt sei noch die Halle, welche die Photographie behandelte und großenteils Sammlungen der Graphischen Versuchs- und Lehranstalt in Wien umfaßte. Sie gab einen Überblick über den Werdegang der Photographie und der mit ihr zusammenhängenden Reproduktionsverfahren. Den Elektriker dürfte die Sammlung niedervoltiger Kinolampen für 600 und 900 W, von Episkoplampen zum Projizieren durchsichtiger und undurchsichtiger Bilder, Scheinwerferlampen bis zu 10 000 W, Punktlichtlampen für Mikroprojektion, Nitraphotlampen mit seidenmattierten Kolben für diffuses Licht mit hoher Aktinität usw. gefesselt haben.

Um das Zustandekommen der schönen und äußerst sehenswerten Ausstellung hat sich neben dem Ehren- ein Arbeitsausschuß äußerst verdient gemacht, dem viele hervorragende Persönlichkeiten der Technik und Wirtschaft angehörten, und dem es auch gelungen ist, die verschiedenen Ministerien, Korporationen und Lehranstalten, wissenschaftlichen und technischen Vereinigungen zur Überlassung wertvoller Objekte sowie zur Mitarbeit zu bewegen. Privataussteller traten daneben zurück, und großenteils haben auch diese unter Hintansetzung jeglichen materiellen Vorteils sich auf die Hergabe allgemein interessanten Materials beschränkt, so z. B. durch Überlassung ausgezeichneter Modelle von Dampf- und elektrischen Lokomotiven, von Wassermaschinen, Seilbahnen, Dioramen, Entwürfen von Anlagen, Zeichnungen, Karten u. dergl., schließlich auch durch Beistellung von Fabrikaten, die sich in den Rahmen der belehrenden Objekte eingliederten.

E. Honigmann.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung

über die Dosismessereichungen in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Die am 27. VII. 1928 auf dem II. Internationalen Radiologenkongreß in Stockholm getroffenen internationalen Vereinbarungen über die Standardisierung der Röntgenstrahlenmessungen[1] folgen zwar im wesentlichen dem Vorbilde der seit einigen Jahren in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angewandten Verfahren. Sie weichen jedoch in einem Punkte davon ab. Nämlich Ziffer 2 der internationalen Vereinbarungen, welche die Definition der Dosiseinheit enthält, bestimmt als Bezugstemperatur der Luft, bei welcher die Ionisation den Normalbetrag erreicht, 0°, während in der bisherigen deutschen Definition 18° festgesetzt war. Dies hat zur Folge, daß das internationale Röntgen („r") gegen das bisherige deutsche Röntgen („R") in dem gleichen Verhältnis kleiner ist, wie sich die Dichte der Luft ändert, wenn man von 18° auf 0° übergeht. Unter Zugrundelegung eines mittleren Ausdehnungskoeffizienten der Luft von 0,003 676 (vgl. Wärmetabellen der Physikal.-Technischen Reichsanstalt v. L. Holborn, K. Scheel, F. Henning, Braunschweig 1919, S. 45) wird dieses Verhältnis zu 1,066 berechnet. Mit dieser Zahl sind also die Angaben eines in den bisherigen deutschen R geeichten Dosismessers zu multiplizieren, um internationale r zu erhalten. Auf den Eichscheinen der Reichsanstalt werden bis zum 1. XII. 1928 außer den Werten in R auch diejenigen in r, vom Dezember 1928 ab nur noch diejenigen in internationalen Röntgen („r") angegeben werden.

Berlin-Charlottenburg, 10. X. 1928.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
gez. Paschen.

---

[1] Veröffentlicht in Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen Bd. 38, H. 5.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Neuzeitliche Hochspannungsleitungen. — In den AEG-Mitt. beschreibt A. Clauß die Anordnung der Leiter neuzeitlicher Hochspannungslinien und den Umbau veralteter Leitungsanlagen nach einem neuen System. Das Prinzip des letzteren besteht darin, daß an Stelle der seither gebräuchlichen Anordnung der Leiter im Dreieck oder übereinander Leitungsträger verwendet werden, an denen die Leiter in einer wagerechten Ebene, also nebeneinander aufgehängt sind, wie das Abb. 1 zeigt. Die Aufhängung geschieht an einem Querträger am Kopf des Mastes, der an Masten für Winkelpunkte, Bahn- und Postkreuzungen sowie an Abspannmasten, die zur Erhöhung der mechanischen Sicherheit der Leitung dienen, starr befestigt ist, während er bei Tragmasten aus zwei drehbar am Mast befestigten Auslegern besteht. Es ist besonders auf die durch diese schwenkbare Konstruktion der Ausleger erreichte hohe mechanische Elastizität der gesamten Leitungsanlage hingewiesen, die besonders in Gegenden, in denen starke Eislasten auftreten, erforderlich ist. Weiterhin sind mancherlei Vorzüge erwähnt, die die Aufhängung der Leiter in der beschriebenen Weise in einer wagerechten Ebene gegenüber der seither gebräuchlichen Anordnung hat. Vor allem ist die Bruchgefahr der Leitungseile infolge Zusammenschlagens ganz beseitigt, und weiterhin sind durch die Anwendung der schwenkbaren Ausleger folgende sehr bedeutende Vorteile erzielt worden:

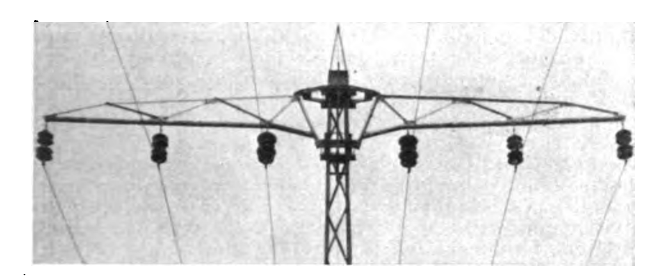


Abb. 1. Hochspannungsleitung für 50 kV. 6×50 mm²-Kupferseil. 1×35 mm²-Erdungseil.

1. In mechanischer Beziehung: Keine Übertragung der Beanspruchungen bei einseitigem Leitungsbruch auf den anderen Ausleger (mithin bleibt bei Doppelleitungen das zweite Leitungsystem vollkommen intakt); ganz geringe Biegungsbeanspruchungen und völlige Torsionsfreiheit des Mastes, also hohe Betriebsicherheit für die Anlage.
2. In elektrischer Beziehung: Geringe elektrostatische Induzierung infolge atmosphärischer Einwirkung[1].
3. In wirtschaftlicher Beziehung: Kostenersparnis für Anschaffung, Transport, Montage und Fundamentierung der Masten mit schwenkbaren Auslegern gegenüber den seitherigen Ausführungen.

Die gebotenen Vorteile haben dazu geführt, daß schon mehr als 400 km Leitungsanlagen in Baden, Thüringen, im Südharz, in Oberfranken nach dem neuen System ausgeführt worden sind. Ferner haben Eigentümer von veralteten Leitungsanlagen, insbesondere von solchen mit Stützenisolatoren ihre Anlagen nach dem neuen System mit Hängisolatoren umbauen lassen. Umbauten dieser Art von etwa 100 km Leitungslänge sind in letzter Zeit ausgeführt worden, wobei die vorhandenen Masten beibehalten und nur die Ausleger geändert wurden. (A. Clauß, AEG-Mitt. 1928, S. 361.) *Sb.*

Erfahrungen mit Aluminiumleitungen. — Zur Vervollständigung einer Rundfrage vom Jahre 1920 ließ der Aluminiumausschuß der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde Ende 1926 an die Elektrizitätswerke, die Übertragungsleitungen von mindestens 30 kV Betriebspannung aus Aluminium oder Stahlaluminium besitzen, eine Umfrage über die Bewährung dieser Leitungen ergehen. Soweit diese Werke auch noch über Leitungen mit geringerer Übertragungspannung verfügen, wurden diese bis zu Linien mit 15 kV berücksichtigt.

Die Rundfrage bestand aus zwei Fragebogen. Im ersten wurden die Daten der Leitungen, im zweiten die Art eventueller Schäden und deren Größe an diesen Leitungen angefragt. Antworten liefen von sämtlichen befragten Elektrizitätswerken ein. Die Antworten bezogen sich auf den Stand von Anfang bis Mitte 1927. Durch die Rundfrage wurden erfaßt insgesamt 8996,3 km Streckenlänge Aluminium- einschließlich Stahlaluminiumleitungen von 15 ... 100 kV und darüber. Bezogen auf Leitungen mit einer Betriebspannung von 30 ... 100 kV sind hiermit rd. 90 % der zur Zeit der Rundfrage liegenden Leitungen erfaßt worden.

Das Alter der Aluminiumleitungen liegt größtenteils zwischen vier und fünf Jahren, und zwar haben 38,6 % der durch die Rundfrage erfaßten Leitungen dieses Alter. Die älteste Aluminiumleitung mit einer Streckenlänge von 0,39 % der gesamten ist bereits 14 Jahre in Betrieb.

Im Laufe der Zeit ist ein gewisser Teil der jemals verlegten Aluminium- und Stahlaluminiumleitungen ausgewechselt worden, u. zw. einesteils zwecks Erhöhung des Leitwertes der Leitungen, andernteils wegen technischer Mängel. Die Streckenlänge der wegen technischer Mängel ausgewechselten Aluminium- bzw. Stahlaluminiumleitungen beträgt bei 60 kV-Leitungen 94,0 km, d. h. 7,0 % der durch die Rundfrage erfaßten Streckenlänge für diese Spannung, bei 20 kV-Leitungen 65,2 km entsprechend 31,5 Prozent, bei 15 kV-Leitungen 62,2 km entsprechend 6,6 %. Insgesamt sind 3,4 % der insgesamt erfaßten Streckenlänge im Laufe der Zeit ausgebaut worden.

Das Alter der Leitungen zur Zeit der Auswechslung betrug etwa 5 ... 7 Jahre. Wo Auswechslung wegen technischer Mängel der Aluminiumleitungen erfolgte, konnte stets festgestellt werden, daß diese Fehler nicht für das Aluminium charakteristisch sind, sondern daß sie auf Material- oder Verarbeitungsfehler zurückzuführen sind. Es handelte sich vor allem um unreines Kriegsmaterial (hoher Zink-, Kupfer- und Eisengehalt). In einem Fall ist auch falsche Verlegung schuld am Versagen von Aluminiumleitungen. Aluminiumseile von 70 mm² Querschnitt waren über viel zu hohe Spannweiten von 200 ... 250 m gespannt worden und waren im Betrieb mit dem Erdseil zusammengeschlagen.

Ferner sind Schäden an Aluminiumleitungen aufgetreten, die zwar nicht zu deren Auswechslung, wohl aber zu größeren Instandsetzungsarbeiten führten. 15,2 % der durch die Umfrage erfaßten Streckenlänge sind im Laufe der Zeit beschädigt worden infolge unzweckmäßiger Ausbildung der seiltragenden und -haltenden Bestandteile, der stromleitenden Klemmen und Verbinder oder infolge ungenügender mechanischer, chemischer oder metallographischer Beschaffenheit des Armaturaluminiums, 13,9 % infolge ungenügender mechanischer, chemischer oder metallographischer Beschaffenheit des Aluminiumleiters oder Verlegungsfehler (Seilbruch und Nachlängen) und 1,2 % wegen klimatischer Störungen. 1,3 % der Leitungen mußten außer Betrieb genommen werden, hauptsächlich zum Ausbau von Deltaisolatoren und Einbau von Hängisolatoren.

Unreines Armatur- und Leitungsmaterial sind also stets die Hauptursachen der Schäden an Aluminiumleitungen. Kennzeichnend ist eine Analyse einer Krallenklemme, die folgende Zusammensetzung aufwies:

94,85 % *Al*,
0,52 % *Si*,
0,73 % *Fe*,
3,69 % *Cu*,
0,21 % *Zn*.

Vielfach sind auch Verlegungsfehler vorgekommen. Es sind maximal zugelassene Zugspannungen von 12 kg/mm² angewandt worden. Bemerkenswert ist, daß fast alle Werke, bei denen Reinaluminiumleitungen wegen Nachlängens nachgespannt werden mußten, diese mit 9 kg/mm² Höchstzugspannung verlegt hatten. Nur bei einem Werk hatten sich Reinaluminiumleitungen auch gereckt, die nur mit 8 kg/mm² gespannt waren. Sonst haben sich derartig verlegte Leitungen nicht nachgelängt.

[1] Vgl. H. Langrehr, Gewitterschutz von Hochspannungsanlagen, ETZ 1928, S. 55.

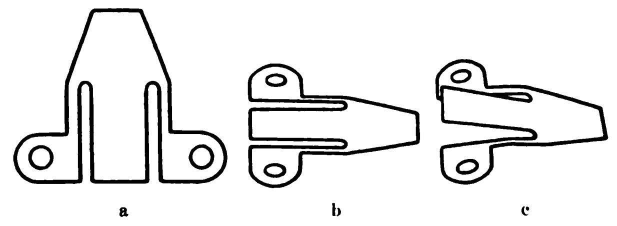
Kleinere Instandsetzungsarbeiten wurden von verschiedenen Firmen gemeldet, doch beschränkten sich die Arbeiten dieser Firmen nur auf Instandsetzungen an vereinzelt aufgetretenen und örtlich begrenzten Störungsstellen.

Auf die Frage nach dem allgemeinen Urteil antworten zwei Werke für Aluminium ungünstig: 18 Werke mit 50 % der gesamten erfaßten Streckenlänge enthalten sich des Werturteils, und 10 Werke mit 40 % der gesamten erfaßten Streckenlänge äußern sich ausgesprochen günstig oder erstatten bezüglich der Fragen nach Schäden Fehlanzeige. (Z. Metallk. v. 10. IX. 1928.)

Schmitt.

Apparatebau.

Ein thermisches Anlaßrelais. — Die Westinghouse Electric and Manufacturing Co. hat zum selbsttätigen Anlassen von Wechselstrommotoren ein thermisches Relais mit einem Bimetall-Heizstreifen entwickelt. Beim Einschalten der Spannung fängt das Relais an, sich zu bewegen und schließt nach einer gewissen Zeit, wenn der Motor sich beschleunigt hat, den Vorwiderstand im Statorkreis oder im Rotorkreis kurz. Man kann auch zwei oder mehr solche Relais verwenden, die die Schaltung nacheinander in mehreren Stufen ausführen, bis alle Widerstände kurzgeschlossen sind.



a, b Streifen in normaler Lage
c Streifen beim Erhitzen der schmalen Stege.

Abb. 2. Das Bimetall-Schaltorgan.

Als Bimetall wird die Kombination Messing—Nickelstahl (wohl Invar) verwendet. Der Strom wird direkt durch den Streifen geschickt. Die verwendete Anordnung des Streifens und seiner Heizung ist sehr originell. Abb. 2a und b zeigen den Bimetallstreifen bei normaler Temperatur. Von den drei Fingern dienen die äußeren zur Strom-zu- und -ableitung, die schmalen Streifen erhitzen sich stark, der breite Mittelteil nur ganz wenig. Die mittlere Zunge dient in der in Abb. 2c gezeichneten Stellung zum Ausklinken des Schalters. Der Streifen biegt sich nur an den schmalen Stellen, die andern bleiben kalt. Wenn der Strom abgeschaltet wird, so fließt die Wärme in den schmalen Streifen schnell ab, und die Temperatur geht rasch herunter, so daß das Relais schnell von neuem in Funktion treten kann.

Die Justierung auf die gewünschte Auslösezeit erfolgt durch Änderung des Stromes im Bimetallstreifen. Die Zeit beträgt beispielsweise

19,0 s	bei	60 A
9,5 s	„	70 A
6,0 s	„	80 A
4,1 s	„	90 A
2,8 s	„	100 A
1,5 s	„	110 A.

Das sind beträchtliche Stromstärken, die erst durch Transformation geschaffen werden müssen. Der mit dem Heizstreifen zusammengebaute Wandler ist von einfachster Bauweise und nur für intermittierende Einschaltung gebaut. Das Joch ist aus Gußeisen, der Kern besteht aus einem Stahlbolzen. Die dickdrähtige Sekundärwicklung ist direkt mit dem Streifen verbunden, die dünndrähtige Spannungswicklung liegt darüber. Durch Drehen des Bolzens ändert man den Luftspalt und damit das Übersetzungsverhältnis des Wandlers. Damit kann man die Auslösezeit im Verhältnis 1 : 3 ändern, z. B. von 1 auf 3 s oder 4 auf 12 s. — Das Bimetallrelais wird unmittelbar mit einem dreipoligen Schütz zusammengebaut. (H. E. Cobb, The Electric Journ. Bd. 26, S. 325.) *Kth.*

Meßgeräte.

Die Rayleighsche Scheibe. — In den letzten Jahren ist die Rayleighsche Scheibe zu einem wichtigen Meßinstrument für akustische Messungen geworden. Sie besteht bekanntlich aus einer leichten Scheibe, die an einem dünnen Faden aufgehängt ist und so in das zu untersuchende Feld gehängt wird, daß sie mit der Fortpflanzungsrichtung der Schallwelle einen Winkel von 45° bildet. Unter dem Einfluß der Schallwelle sucht sie sich dann senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung zu stellen; die Größe der Verdrehung wird mit Fernrohr und Skala abgelesen. Nach einer von König abgeleiteten Formel ist dann die Winkelablenkung $\varphi = \frac{1}{6} \frac{\varrho d^3}{S} v^2$, wo ϱ die Dichte der Luft, v ihre mittlere Geschwindigkeit, d der Durchmesser der Scheibe und S das Torsionsmoment des Aufhängefadens ist. Die Rayleighsche Scheibe mißt also direkt die Geschwindigkeitsverteilung in einem akustischen Felde. Barnes und West haben die Anwendbarkeit der Königschen Formel einer Prüfung unterzogen, indem sie die Winkelablenkung in einem niederfrequenten Luftstrom maßen, dessen Geschwindigkeit direkt gemessen werden konnte. Sie finden, daß beide Eichungsmethoden innerhalb der Fehlergrenzen zu demselben Ergebnis führen. Sie haben weiter die Gültigkeit der Formel für höhere Frequenzen, bei denen die Ausdehnung der Scheibe nicht mehr klein gegen die Wellenlänge ist, dadurch geprüft, daß sie dasselbe akustische Feld mit Scheiben verschiedener Größe und verschiedenen Materials untersuchten. Für Wellenlängen bis zum Fünffachen des Scheibendurchmessers sind die Fehler kleiner als 2 %, für Wellenlängen bis $^4/_3\, d$ kann der Fehler auf 12 % ansteigen. Der Einfluß der Eigenschwingungen der Scheibe konnte ebenfalls durch Vergleichsmessungen mit verschiedenen Scheiben ermittelt werden. Für die kleinsten untersuchten Scheiben (Durchmesser 0,79 cm, Dicke 0,0025 cm, Glimmer) war der Fehler kleiner als 12 % bei der Resonanzfrequenz und nur über einen sehr kleinen Frequenzbereich merkbar. Die Rayleighsche Scheibe erweist sich also als ein brauchbares Instrument zur Messung von akustischen Geschwindigkeiten bis zur Größenordnung von 0,1 cm/s hinunter. (E. J. Barnes u. W. West, J. Inst. El. Engs. London, Bd. 65, S. 871.) *Br.*

Ein Bellati-Dynamometer sehr hoher Empfindlichkeit. — Das von Bellati angegebene Dynamometer besteht aus einem drehbar aufgehängten länglichen Stück aus weichem Eisen, das sich in dem magnetischen Feld einer Spule befindet, unter 45° gegen die Feldrichtung verdreht. Wird die Spule von Strom durchflossen, so wirkt die eine Komponente der Feldstärke magnetisierend, die andere ablenkend. Da sowohl Magnetisierung wie ablenkende Kraft bei Kommutation ihr Vorzeichen wechseln, ist der Ausschlag unabhängig von der Stromrichtung: das Instrument ist also für Wechselströme geeignet. Bei genügender Empfindlichkeit wird das Eisen nur im Gebiet der für kleine Feldstärken konstanten und hysteresisfreien Anfangspermeabilität beansprucht. Darauf beruht die Überlegenheit gegenüber den sonst gebräuchlichen Weicheisenstrommessern. Die Ausschläge sind von einem nicht zu starken permanenten Magnetismus des Eisens und von schwachen Fremdfeldern nur insoweit abhängig, als durch die äußeren Felder eine Änderung der Richtkraft bewirkt wird. Die Befreiung von Störungen gelingt durch eine Weicheisenpanzerung wie bei dem Galvanometer von Du Bois-Rubens. Bei schwächeren Panzern läßt sie sich außerdem durch äußere Astasierung mit einem Stabmagneten erreichen. Die Vergrößerung der Empfindlichkeit ist von A. Pfeiffer durch verschiedene Maßnahmen erreicht worden. Einmal wurde die Anfangssuszeptibilität des Dynamometereisens durch Verwendung von Permalloy vergrößert. Die scheinbare Suszeptibilität wurde vergrößert und das System erleichtert durch Verwendung eines Drähtchens von 0,1 mm Dicke und 3 mm Länge und eines Spiegels von 1 mm² Größe. Endlich wurde eine Ringspule mit Weicheisenfüllung benutzt. Dadurch ergab sich eine Erhöhung der Empfindlichkeit um das Dreiundsechzigfache auf $1{,}8 \cdot 10^{-8}$ A. Der Verfasser beschreibt noch die Konstruktion eines wirbelfreien Instruments und eines hochempfindlichen Wattmeters. (A. Pfeiffer, Ann. Phys. Bd. 84, S. 395.) *Br.*

Das Hitzdrahtmanometer. — Zur Messung von Gasdrücken in dem Bereich von 10 ... 0,01 mm hat man in dem von M. Knudsen angegebenen Hitzdrahtmanometer ein höchstempfindliches Hilfsmittel, das besonders zur Verfolgung kleiner Druckänderungen geeignet ist. Es besteht aus einem Stück Wollastondraht von 3 ... 4 cm Länge und 2 ... 3 μ Dicke, das, gegen Temperaturschwankungen sorgfältig geschützt, sich in einem Glasgefäß befindet, das an den Apparat angeschmolzen wird, in dem der Druck gemessen werden soll. Das Prinzip der Messung besteht darin, daß man durch den Manometerfaden einen Strom schickt und die Stromstärke i so lange vergrößert, bis der Wider-

stand r einen bestimmten Wert erreicht hat. Das Produkt $i^2 r$ ändert sich dann in dem erwähnten Druckgebiet linear mit dem Druck. Der Faden ist daher in den einen Zweig einer Meßbrücke eingeschaltet, deren andere Zweige konstanten Widerstand haben. In den Hauptstromkreis ist ein Kompensationsapparat nach R a p s eingebaut zur Messung der Stromstärke. Bei Beachtung aller Vorsichtsmaßnahmen, für die auf die Arbeit selbst verwiesen werden muß, ist der Fehler bei Messung kleiner Druckdifferenzen etwa $^1/_{100000}$ des Versuchsdruckes. (M. K n u d s e n, Ann. Phys. Bd. 83, S. 385.) *Br.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Umbau der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen. — Seit dem 11. VI. d. J. fahren auf der Strecke Potsdam—Erkner der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen die ersten elektrischen Züge. Bemerkenswert ist hierbei, daß man mit der Änderung der Betriebsart auch einer Verbesserung der Betriebsdurchführung durch Umlegung der Gleisanlagen nähergetreten ist, um den mit der Entwicklung Berlins eingetretenen Verschiebungen im Verkehr und den dadurch entstandenen Anforderungen an die Verkehrsverbindungen besser zu entsprechen und den Verkehr auf den Berliner staatlichen Bahnen des Nahverkehrs zu beleben, der in den letzten Jahren unter dem Wettbewerb der Untergrund- und Straßenbahnen wie Kraftomnibusse zunehmend gelitten hat. Über die zunächst für einen Umbau in Aussicht genommenen Gleisanlagen schreibt Dr.-Ing. R e m y im Zentralbl. Bauverw. in seinem Aufsatz „Bahnhofsumbauten im Rahmen der Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen".

In der Betriebsform der Stadt- und Ringbahn ist man bestrebt gewesen, den Verkehrsanforderungen entsprechende Durchgangslinien zu schaffen, um dem Publikum möglichst die Unbequemlichkeit eines Umsteigens zu ersparen. Hierdurch sind an verschiedenen Stellen des Bahnnetzes, wie in Charlottenburg, Stralau-Rummelsburg, Schöneberg, Stettiner Bahnhof, Verkehrsdruckpunkte entstanden, die mit den bestehenden Bahnhofsformen nicht mehr in jeder Hinsicht befriedigend gelöst werden können. In Hinblick auf die Wirtschaftslage kann nicht allen Wünschen gleichzeitig entsprochen werden. So wurde in Verbindung mit der gegenwärtigen Elektrisierung nur der Lösung des Knotens westlich Charlottenburg und dem Umbau des Bahnhofs Wannsee nähergetreten.

Auf dem Bahnhof W a n n s e e wurden die Ferngleise Charlottenburg — Beelitz - Heilstätten — Güsten von den Stadtbahngleisen Potsdam—Charlottenburg getrennt und statt des bisherigen gemeinsamen Bahnsteigs für beide Linien gesonderte Bahnsteige angelegt, so daß der Bahnhof mit dem Wannseebahnsteig in Zukunft drei Bahnsteige hat. Die Bahnsteige der Stadtbahn und Wannseebahn werden im Richtungsbetrieb befahren und ermöglichen auch die Trennung der Linie Wannsee — Stahnsdorf von den Fernbahngleisen. Die Gleise der Wannseebahn sind zwischen die der Stadtbahn gelegt, um bei einer künftigen Einführung des elektrischen Betriebes auf der Wannseebahn Schuppen- und Hauptabstellanlage dieser Bahn in der Richtung Potsdam zweckmäßig anlegen zu können. In Hinblick auf die zur Verfügung stehenden Mittel mußte zunächst eine Mitbenutzung der Fernbahngleise durch die Stadtbahn vom Bahnhof Nikolassee ab in Richtung Berlin verbleiben. Doch ist im gegenwärtigen Bahnhofsumbau der viergleisige Ausbau der Strecke Wannsee—Grunewald berücksichtigt. Mit dem Umbau der Gleisanlagen bei Wannsee ist der Neubau des Empfangsgebäudes und der Verbindungswege nach den Bahnsteigen für Reisende und Gepäck verbunden. Der südliche Ausgang wird durch einen Passimeter abgeschlossen.

Ganz bedeutende Verkehrsverbesserungen wird der Umbau der Gleisanlagen westlich C h a r l o t t e n b u r g im Gefolge haben, die besonders dem Vorortverkehr Spandaus über die Stadtbahn und dem Umsteigeverkehr vom Vollring nach der Stadt und Grunewald zugute kommen, wobei gleichzeitig die durch die Entwicklung des Ausstellungsgeländes der Stadt Berlin bei Witzleben erforderlich werdenden Verkehrsverbindungen berücksichtigt worden sind. Um den Anforderungen des Vorortverkehrs an schnelle Fahrt, starren Fahrplan und pünktliche Zeiteinhaltung entsprechen zu können, sind die Gleise der Vorortstrecke Spandau—Pichelsberg—Heerstraße—Charlottenburg zwischen Bahnhof Heerstraße bis Charlottenburg von den Ferngleisen von Hannover in Richtung Charlottenburg getrennt worden, so daß von jetzt ab zwischen Spandau und Charlottenburg besondere Gleise für Fern- und Vorortverkehr liegen. Dies ermöglichte gleichzeitig, die Vorortgleise von Spandau mit denen von Grunewald zusammen in die Stadtgleisseite des Bahnhofs Charlottenburg im Richtungsbetrieb einzuführen. Der Anschluß der Rennbahnstreckengleise an dieFerngleise ist verblieben, aber unmittelbar am Bahnhof Rennbahn eine Verbindung mit den Vorortgleisen geschaffen, so daß auch Züge unmittelbar von der Stadtbahn zur Rennbahn geleitet werden könnten.

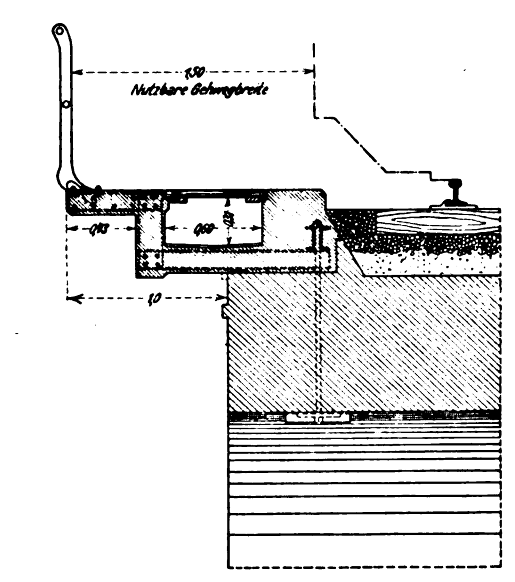


Abb. 3. Kanal für Starkstromkabel. Schnitt in Pfeilermitte.

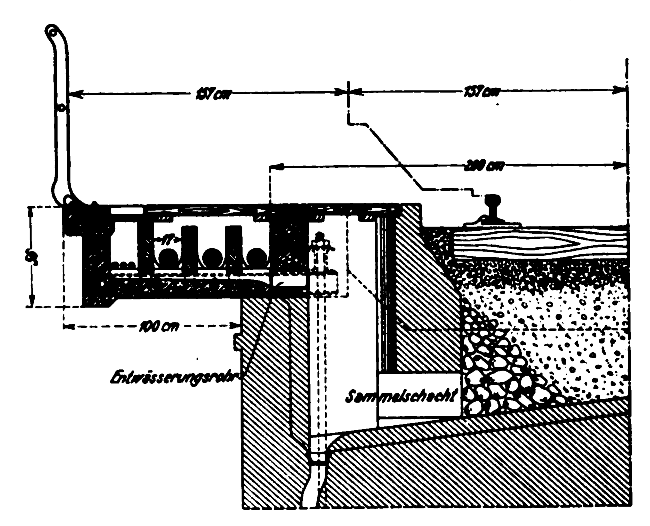


Abb. 4. Auskragung der Kabelkanäle. Schnitt im Gewölbescheitel.

Diese Umbauten machten eine Verlegung des Bahnhofs Eichkamp von der Vorortstrecke Grunewald—Charlottenburg an die Vorortstrecke Spandau—Charlottenburg erforderlich. Einen weiteren Bahnhof hat diese Strecke in dem Bahnhof „Ausstellung" erhalten, der, zwischen Eichkamp und Charlottenburg im Schnittpunkt der Vollringgleise mit den Spandauer und Grunewald-Vorortgleisen gelegen, eine vorzügliche Umsteigemöglichkeit nach allen Richtungen bietet und auch den Ortsverkehr für den Ausstellungspark aufnehmen wird. Der Umsteigebahnhof umfaßt drei Stockwerke. Von der Vorhalle des Empfangsgebäudes, die zu ebener Erde des Vorplatzes liegt, gelangt man mittels einer Gleisbrücke auf den Vollringbahnsteig, von dem Treppen hinab auf die beiden im Richtungsbetrieb benutzten Bahnsteige der Vorortbahn von Spandau und der Stadtbahn Grunewald—Charlottenburg führen. Der oben gelegene Vollringbahnsteig erhält eine geschlossene Halle. Zwei Rolltreppen von 6 m Höhe werden neben den festen Treppen den Verkehr mit den breiten unteren Bahnsteigen vermitteln.

Von dem Umbau wurden auch die Gleisanlagen vor dem Bahnhof Charlottenburg berührt. In diesen laufen nunmehr im südlichen Teil die Ferngleise von Spandau und Grunewald viergleisig und im nördlichen Teil die Vorortlinien von Westend, Grunewald und Halensee in sechs Gleisen ein, die in je zwei Gleisen über die Stadt-

bahn weiter geführt werden. Die Einführung der Linien erfolgt durchweg im Richtungsbetrieb.

Die Verlegung der Kabel für Stark- und Schwachstrom erfolgte getrennt voneinander längs der Damm- und Einschnittstrecken in die Erde, auf Bauwerken wie die der Stadtbahnstrecke in Kabelkanälen. Diese wurden hier durch 1 m breite Auskragungen in Betonkonstruktion geschaffen, womit gleichzeitig der für die Bahnunterhaltung schon lange dringend erforderliche Begehungsgang gewonnen wurde (Abb. 3 u. 4). Bei eisernen Brücken dienen Holzkonstruktionen zur Aufnahme der Kabel, bei Bahnhöfen in den Bahnsteigen angeordnete Kabelkanäle. Die Bahnsteige der Stadt-, Ring- und Vorortbahnen mußten von 76 cm über S.O. auf 96 cm erhöht werden. Derart tritt man höchstens 14 cm herunter beim Verlassen des Wagens. Die Überhöhung der Schienen in Krümmungen, die bei Bahnsteigen auf der Stadtbahn an einigen Stellen auf 250 m Halbmesser fallen, brachte es mit sich, daß das lotrechte Maß über den Kopf der Innenschiene des Gleises von 96 cm in der Geraden, je nach dem Halbmesser, bis 92 cm lotrecht über der Innenschiene bei innenliegendem Bahnsteig und 1,06 m über Innenschiene bei außenliegendem Bahnsteig wechselt. Um den Zwischenraum zwischen dem Austritt des Wagens bei einer Wagenbreite an dieser Stelle von 3,150 m und der Bahnsteigkante möglichst klein zu gestalten, wurde die Bahnsteigkante in der Geraden auf 1,625 m von Gleismitte herangerückt, so daß zwischen Austritt und Kante nur ein Zwischenraum von 1,625 — 1,575 = 5 cm vorhanden ist. In den Krümmungen ist das Maß größer und ändert sich von 1,625 m bis zu 1,695 m, in der Schienenkopfebene gemessen bei 250 m Halbmesser. Die Entfernung von der Gleismitte bis zur Kante des Bahnsteigs beträgt bei 250 m Halbmesser auf der Außenseite 1,66 m, auf der Innenseite 1,73 m.

Da der Ansatz der Züge am frühen Morgen teils von den Außenpunkten des Netzes, teils vom Ring aus erfolgt, so ist zuächst in Lichtenberg-Friedrichsfelde, Grünau, Erkner, Tempelhof, Westend und Grunewald für Abstellmöglichkeit gesorgt. Soweit hierzu neue Schuppen aufzuführen waren, wurden diese meist für die Aufnahme von fünf nebeneinander stehenden Vollzügen von 143 m Länge bestimmt. Der Gleisabstand beträgt 5 m. An den Schuppen schließt sich eine kleine Werkstatt mit Schmiede und Tischlerei an. Unter den Gleisen laufen Untersuchungsgruben mit Auftauvorrichtungen und Heizungsanlagen. Die Ausbesserung der Wagen erfolgt in der neuen Werkstatt bei Nieder-Schöneweide, die mit einem besonderen Gleis an den Bahnhof Nieder-Schöneweide angeschlossen ist und mit ihren 7,2 km Gleisanlagen und einem 1 km langen Probegleis einen besonderen Bahnhof darstellt. Für die auf dem Werk tätigen Beamten und Arbeiter ist eine neue Haltestelle, Nieder-Schöneweide-Betriebsbahnhof, zwischen den Bahnhöfen Nieder-Schöneweide-Johannisthal und Adlershof-Alt-Glienicke der Vorortstrecke Görlitzer Bahnhof—Königswusterhausen eingelegt worden. (R e m y, Zentralbl. Bauverw. Bd. 48, S. 421, 429, 470.) *Pge.*

Neue elektrische Bahnanlagen in Amerika im Jahre 1927. — E l e k t r i s i e r u n g v o n D a m p f b a h n e n. Neue Anlagen großen Stils wurden im Berichtsjahr nicht erstellt, doch haben verschiedene bereits elektrisierte Bahnen ihr Netz oder ihren Triebmittelpark erweitert. Die Chicago, Milwaukee and St. Paul Railway hat mit einer neu elektrisierten doppelgleisigen Strecke von 16 km Länge den pazifischen Hafen Seattle an ihr Netz angeschlossen. Die Mexican Railway brachte ihre elektrisierte Strecke auf insgesamt 100 km Länge und hat ein zweites Unterwerk mit zwei 1500 kW-Einheiten erstellt. Bei der Paulista Railway in Brasilien, die ebenfalls die elektrisierten Strecken verlängerte, wird nun elektrischer Betrieb über 285 km Strecke geführt. Die Anglo-Chilean Consolidated Nitrate Corporation nahm auf ihrer Strecke im September elektrischen Betrieb auf.

Die wichtigste Hauptbahnelektrisierung des Betriebsjahres ist wohl die neue Cascade-Tunnel-Strecke der Great Northern Railway. Zwei neue Umformer-Lokomotiven (11 000 V Einphasen-Wechselstromzuführung, Gleichstrommotoren, Lokomotivgewicht 260 t, Achsanordnung $1\,C_0\text{-}C_0\,1$) kamen in Betrieb. — Auf der New York Central-Bahn wurden Lokomotiven in Betrieb gesetzt, die für den Dienst innerhalb New Yorks südlich der 60. Straße bestimmt sind, Akkumulatoren-Lokomotiven, die außerdem von der dritten Schiene gespeist werden können und ferner noch eine öl-elektrische Gruppe zum Aufladen der Batterie enthalten.

Auf dem Wilmington-Abschnitt der Pennsylvania-Bahn wurden 30 Einphasen-Triebwagen und mehrere Unterwerke in Betrieb gesetzt. Bei letzteren kam erstmalig ein Einphasen-Schnellschalter ohne Öl, in ähnlicher Ausführung wie er für Gleichstrom gebaut wird, zur Anwendung.

Ü b e r l a n d - u n d S t r a ß e n b a h n e n. Die Chicago, Aurora and Elgin Railway und die Milwaukee Electric Railway beschafften neue Ausrüstungen für Überland-Triebwagen, bestehend aus 140 PS-Motoren mit Vielfachsteuerung. Bei der New York Central wurden ähnliche neue Ausrüstungen in Dienst gestellt, aber mit 200 PS-Motoren, ebenso auf einer Seitenlinie der Pennsylvaniabahn.

G a s - e l e k t r i s c h e T r i e b w a g e n. Ungefähr 60 Triebwagen wurden neu beschafft. Sie erfreuen sich steigender Beliebtheit für den Dienst auf Nebenlinien. Derartige Wagen wurden auch ins Ausland exportiert, und zwar nach Australien (Victorian Railways, Melbourne) und nach Havanna. — Außerdem wurden etwa 250 neue gas-elektrische Autobusse in Philadelphia, Buffalo, New Jersey und Albany in Dienst gestellt.

Ö l - e l e k t r i s c h e L o k o m o t i v e n. Auf Grund der günstigen Erfahrungen, die mit bereits seit längerer Zeit im Dienst befindlichen 100 t-Lokomotiven im Verschiebedienst gemacht worden sind, wurden weitere derartige Lokomotiven von 60 t Dienstgewicht für verschiedene Bahnen beschafft. Die New York Central-Bahn wird auf der Putnam-Sektion ihres Netzes öl-elektrische Güter- und Personenzuglokomotiven sowie 300 PS-Triebwagen demnächst in Betrieb nehmen.

I n d u s t r i e l o k o m o t i v e n. Erwähnenswert sind neue gas-elektrische Lokomotiven von 10...30 t Gewicht, bei welchen die große Elastizität dieser Antriebsart für den Anschlußverkehr ausgenutzt werden soll.

B e r g w e r k s l o k o m o t i v e n. Es wurde eine neue, schlagwettersichere Bauart mit aufgebauter Kabelwinde für 2000 kg Zugkraft bei 8 km/h Fahrgeschwindigkeit eingeführt. (J. L i s t o n, Gen. El. Rev. Bd. 31, S. 13.) *H.*

Fernmeldetechnik.

Neue Rundfunksender. — In F l e n s b u r g ist der Einbau der Maschinen und Batterien für den neuen Sender im Gange. Mit den Fundamentarbeiten für die Türme ist gleichfalls begonnen worden. Bei den Gleichwellen-Rundfunksendern in B e r l i n O und M a g d e b u r g schreitet die Herrichtung der Räume und die Aufstellung der Rohrmasten fort. Man hofft, die neuen Sender im Dezember in Betrieb nehmen zu können. Im Oktober wird die Einrichtung des neuen Rundfunksenders in R e v a l und des Zwischensenders in Dorpat fertiggestellt sein. Aus diesem Anlaß findet in Reval vom 21. bis 28. X. die zweite Estnische Funkausstellung statt. In Saigon soll ein Rundfunksender aus privaten Mitteln erbaut werden. In M a d a g a s k a r wird die Errichtung mehrerer Kurzwellensender beabsichtigt. Desgleichen soll in A l g e r i e n eine Senderkette in der Sahara gebaut werden.

Die Fachwelt des Rundfunks hat sich in letzter Zeit wiederholt mit der Frage der Aufstellung eines Kurzwellen-Rundfunksenders in Deutschland befaßt. Wie wir von amtlicher Seite hören, hat die Deutsche Reichspost einen besonderen Kurzwellensender größerer Leistung für den Rundfunk bereits vor längerer Zeit in Auftrag gegeben, mit dessen Inbetriebnahme voraussichtlich im Februar 1929 zu rechnen sein wird. Damit wird der Gedanke eines deutschen Weltrundfunks Wirklichkeit. Diejenigen Rundfunkhörer im Inlande, die sich für den Kurzwellenempfang interessieren, werden Gelegenheit haben, sich durch den Vergleich des deutschen Senders mit ausländischen Sendern ein Bild über die Ausbreitungsvorgänge bei kurzen Wellen zu machen.

In San Lazara, einer Vorstadt von Mexiko, ist ein Kurzwellen-Rundfunksender größerer Leistung errichtet worden, der auf Wellenlänge 44 m arbeitet und auch in Europa gehört werden soll. *RRG*

Wellenänderung am Deutschlandsender. — Wie seinerzeit mitgeteilt wurde, ist nach dem Weltfunkvertrag (Washington 1927) für die auf langen Wellen arbeitenden Großrundfunksender das Wellenband 1340...1875 m vorgesehen. Für den Deutschlandsender hat Deutschland (entsprechend der europäischen Wellenverteilung durch den Weltrundfunkverein) die Welle 1649 m inzwischen durch das Internationale Büro des Welttelegraphenvereins in Bern notifiziert. Die technischen Maßnahmen für die Umstellung haben begonnen und werden noch im Oktober durchgeführt sein. Der neue Deutschlandsender wird also bald auf Welle 1649 m senden. Da im Anfang noch mit Störungen auf dieser Welle durch fremde Sender in

größerem Umfange zu rechnen ist, weil die Umstellung aller Sender auf ihre neue Welle nach dem Washingtoner Vertrag erst nach und nach erfolgen kann, wird zunächst noch eine Zeitlang der alte Deutschlandsender gleichzeitig auf der bisherigen Welle 1250 m betrieben werden. *RRG*

Verwertung eingezogenen Funkgeräts. — Funkgerät, das von den Gerichten eingezogen wird, geht seit dem 1. I. d. J. nicht mehr in den Besitz der Deutschen Reichspost, sondern desjenigen Staates über, dessen Gericht die Einziehung ausspricht. Über die Verwertung des von preußischen Gerichten eingezogenen Funkgeräts hat der Preußische Justizminister im Justiz-Ministerial-Blatt für die preußische Gesetzgebung und Rechtspflege 1928, Nr. 33, S. 396, eine allgemeine Verfügung erlassen. Danach sollen die eingezogenen Geräte in erster Linie für die Zwecke der Justizverwaltung, insbesondere der Gefangenenanstalten, verwendet werden. Soweit die Geräte nicht für die Zwecke der Justizverwaltung Verwendung finden, können sie anderen staatlichen Behörden für dienstliche Zwecke zur Verfügung gestellt oder Krankenanstalten und anderen gemeinnützigen Anstalten, die unter staatlicher Verwaltung oder unter der Verwaltung eines Kommunalverbandes stehen, zur Verwendung in diesen Anstalten oder amtlichen Wohlfahrtstellen zur Überweisung an Kriegsbeschädigte (insbesondere Kriegsblinde) oder andere Hilfsbedürftige unentgeltlich überlassen werden. Die Verfügung über die Geräte wird in diesem Falle von dem Oberlandesgerichtspräsidenten und dem Generalstaatsanwalt gemeinschaftlich getroffen. *RRG*

Entzerrende Telegraphen-Übertragungen ohne umlaufende Teile. — Eine gewöhnliche Relaisübertragung kann die verzerrt eingehenden Stromschritte nicht verbessern. Durch jedes weitere Relais treten neue Verzerrungen hinzu, die durch die Erdverbindungen in Einzelleitungen und durch Fehler in den Nachbildungen der Leitungen beim Gegensprechen noch erhöht werden. Zur Beseitigung dieser Erscheinungen hat man sich bisher der Übertragungen mit umlaufenden Teilen bedient. Diese bestehen aus einem mit dem Sender in gleicher Phase laufenden Verteiler, der aus dem verzerrten Schritt nur den unverzerrten Mittelteil aufnimmt und diese Teile zum Steuern eines einzigen Weitergaberelais verwendet. Hierbei werden die Zeichen in genau der gleichen Form, wie sie der Sender am Anfang der Leitung aussandte, weitergegeben.

Eine von R a i n e y angegebene Lösung für die Übertragung mit umlaufenden Teilen enthält mehrere Speicherrelais, aus denen die unverzerrten Schritte von einer um einen geringen Betrag nacheilenden Verteilerbürste entnommen und dem nächsten Leitungsabschnitte zugeführt werden. Eine andere Lösung fand man darin, daß man die aus der Leitung kommenden Stromschritte abwechselnd zwei umlaufenden Verteilern zuführte. Das zuerst eingegangene Zeichen wurde erst dann unverzerrt auf den anderen Leitungsabschnitt gegeben, wenn das zweite Zeichen einging. Auch hierbei waren, wie bei den übrigen Durchbildungen, die Segmente auf der Eingangseite kurz und auf der Ausgangseite lang gehalten.

Diese Übertragungen mit umlaufenden Teilen müssen aber durch besondere Einrichtungen in gleicher Phase mit den Endapparaten gehalten werden. Zwei Hauptgruppen der Synchronisierung werden viel verwendet: das Bremsen der zu schnell laufenden Teile nach jedem Umlaufe und die Verwendung von Stimmgabeln. Der erste Weg wird u. a. beim Baudotapparat benutzt; der Verteiler wird hierbei so lange gebremst, bis er mit dem Sender in gleicher Phase ist, und dann erst zu seinem nächsten Umlauf freigegeben. Man benötigt hierzu besondere Korrektionsegmente und -ströme, die die Ausnutzung der Leitung herabsetzen. Dieser Anordnung haftet der große Nachteil an, daß beim Verlieren des Gleichlaufes der Verteiler erst einmal vollständig „durchlaufen“ muß, ehe die Bremswirkung wieder einsetzen kann.

Durch die Verwendung von Stimmgabeln in einer neuen Schaltung kann auf umlaufende Teile völlig verzichtet werden. Zu einer Stimmgabel, wie sie bereits bei den Endapparaten der neueren amerikanischen Mehrfachtelegraphen verwendet wird, treten nur einige Stromkreise mit Relais hinzu. Die aus der Leitung kommenden Stromschritte werden vom Linienrelais einem Sperr-Relais zugeführt. Dieses hat Verbindung mit Kontakten auf der Stimmgabel. Solange diese Kontakte auf der Stimmgabel geschlossen sind, kann der Anker des Sperr-Relais seine Lage nicht ändern. Ist der Kontakt aber innerhalb einer Schwingung (nur für kurze Zeit) geöffnet, so wird eine Haltewicklung stromlos und der Anker des Sperr-Relais legt sich entsprechend der Stellung des Linienrelais an seinen Arbeits- oder an den Ruhekontakt. Die Stromrichtung für das abgehende Zeichen hängt also von der Stellung des Ankers im Sperr-Relais ab, die er im Augenblicke der Kontaktöffnung an der Stimmgabel eingenommen hat. Das Festhalten des Sperr-Relais bis zur nächsten Kontaktöffnung verhindert jegliche Kürzung der Stromimpulse. Eine Maxwell-Erde bedingt ein schnelles Ansteigen und Abfallen des Stromes in der Haltewicklung.

Die Übereinstimmung der Frequenz der Stimmgabel mit der Geschwindigkeit der eingehenden Stromschritte erfolgt in der von P i c a r d angegebenen Schaltung. Läuft die Stimmgabel zu langsam, so wird sie durch den Korrektionsmagnet beschleunigt, läuft sie zu schnell, so wird ihre Geschwindigkeit gebremst. Da das Sperr-Relais im Rhythmus der Sendegeschwindigkeit geöffnet wird, werden die Schritte völlig entzerrt auf den nächsten Leitungsabschnitt gegeben.

Mehr als 50 dieser Übertragungen ohne umlaufende Teile sind in Nordamerika eingebaut, insbesondere werden sie auf den großen Linien von der Ost- zur Westküste benutzt. Es ist nicht nötig, alle Übertragungen mit den Stimmgabelapparaten auszurüsten, man kann die von den einfachen Relaisübertragungen herstammenden Verzerrungen schon durch den Einbau einiger Übertragungen der neuen Bauweise beseitigen.

Als Vorteile der neuen Apparate werden genannt: geringere Anlagekosten wegen Wegfalls der Verteiler und Antriebsmotoren, geringere Unterhaltungskosten, mäßiger Stromverbrauch, Platzersparnis, gute und unverzerrte Weitergabe der Stromstöße, selbsttätiges Anlaufen der Stimmgabel durch Einschalten des Ortstromes. (A. F. C o n n e r y , Journ. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 933.) *P—n.*

Messungen im Strahlungsfeld einer stabförmigen Antenne. — Die von einer stabförmigen Antenne, die in verschiedener Weise zu Schwingungen angeregt wird, ausgesandte Strahlung ist bereits von M. A b r a h a m theoretisch berechnet worden. Die Verwendung kurzer Wellen in der Sendetechnik lenkt das Interesse wieder auf diese Frage, da hier nicht nur die Erregung in der Grundschwingung, sondern auch die Erregung in Oberschwingungen praktisch möglich ist. Die Benutzung kurzer Wellen ermöglicht auch die experimentelle Nachprüfung der theoretischen Ergebnisse. Eine solche Prüfung hat L. B e r g m a n n vorgenommen. Er verwandte einen Kurzwellensender in der Gegentaktschaltung von E c c l e s und J o r d a n, der eine Wellenlänge von 172 cm ergab. Als Empfänger diente ein leicht transportierbarer

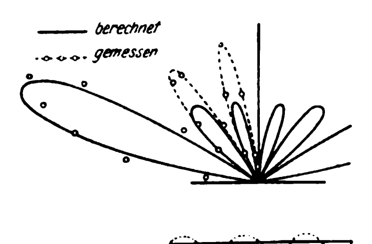


Abb. 5. Mit der fünften Oberschwingung erregte Stabantenne. Richtung und Stärke der Strahlung.

Detektorempfänger mit einem empfindlichen Zeigerinstrument, dessen stabförmige Antenne in die Richtung des elektrischen Feldvektors eingestellt werden konnte. Die Erregung der Sendeantenne erfolgte bis zur sechsten Oberschwingung. Bei Erregung in der Grundschwingung liegt das Strahlenmaximum in der Äquatorebene der Antenne. Bei Erregung in einer Oberschwingung erfolgt die Strahlung dagegen in mehreren Richtungen, und zwar ergeben sich so viele Strahlenrichtungen, wie Strombäuche auf der ganzen Antenne vorhanden sind. Zwischen den gemessenen Strahlungsdiagrammen und den nach den Abrahamschen Gleichungen berechneten Strahlungskurven ergibt sich in bezug auf die Richtung der Strahlungsäste eine sehr gute Übereinstimmung, dagegen nicht für die Amplitude. Der Grund liegt darin, daß man bisher bei der Rechnung stets voraussetzte, daß die Stromamplitude in den einzelnen Schwingungsbäuchen auf der Antenne denselben Wert hat. In Wirklichkeit ist sie aber in dem Strombauch, an dem die Erregung durch den Sender stattfindet, wesentlich größer als in den benachbarten Strombäuchen. Berücksichtigt man dies, so stimmen Theorie und Beobachtung auch in bezug auf die Amplitude überein. Durch Einschaltung von Spulen läßt sich die Strahlung einzelner Schwingungsbäuche unterdrücken. Für die Praxis sind die Ergebnisse insofern

von Bedeutung, als man durch Erregung in Oberschwingungen in der Lage ist, den größten Teil der ausgesandten Energie nicht wie bisher bei den langen Wellen senkrecht zur Antenne, also parallel zur Erdoberfläche, sondern unter einem mehr oder weniger spitzen Winkel und somit schräg nach oben auszusenden. Dadurch kann man die Strahlung von vornherein in Höhen schicken, die für die Ausbreitung kurzer Wellen besonders geeignet sind. Abb. 5 verdeutlicht dies für die in der fünften Oberschwingung erregte Antenne. (L. Bergmann, Ann. Phys. Bd. 82, S. 504.) *Br.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Hautwirkung und Temperaturverteilung in elektrischen Leitern. — Dieses interessante und wichtige Sondergebiet der Wechselstromtechnik wird in einer kleinen Schrift von M. J. O. Strutt[1] zusammenfassend behandelt. Der Verfasser versucht, das Problem der Stromverteilung in massiven Leitern in die Form eines Variationsprinzips zu kleiden, geht aber von hier sogleich zu der üblichen Behandlung derartiger Fragen mittels der Wärmeleitungsgleichung über. Er führt als Randbedingung die — nur in wenigen Fällen richtige — Voraussetzung einer konstanten Randstromdichte ein und gelangt so zu einer bemerkenswerten Analogie der Wirbelstromverteilung mit der Gleichgewichtsform einer hydrostatisch belasteten Membran, deren Kontur mit der Kontur des stromführenden Querschnittes übereinstimmt; sie gestattet die experimentelle Lösung des Problems auch für den Fall beliebig vorgegebener Querschnitte (innerhalb der obengenannten, nicht streng richtigen Voraussetzung) und dürfte für Unterrichtszwecke von Interesse sein. Die theoretische Untersuchung wird im Anschluß an bekannte Lösungen auf die Formen des Kreisquerschnittes, des Kreisringquerschnittes, der Platte und, besonders eingehend, auf den rechteckigen Leiter beschränkt; hier gibt der Verfasser über einen Ansatz von P. Debye hinaus neue, eigene Entwicklungen. Gewisse Anomalien im Verlauf der Widerstands- und Reaktanzkurven stehen, wie der Verfasser zeigt, in enger Beziehung zu dem Wert der Zeitkonstanten elektromagnetischer Ausgleichvorgänge innerhalb der Leiter.

Im zweiten Teil des Büchleins wird auf Grund der nun bekannten Stromverteilung die Temperaturverteilung innerhalb der Leiter bestimmt, eine bisher wohl nicht allgemein formulierte Aufgabe. Als Randbedingung der Wärmeströmung gilt hierbei, daß der normal zur Grenzfläche gerichtete Wärmestrom dem Temperatursprung an der Grenzfläche proportional ist. Während die Berechnung der Höchsttemperaturen im plattenförmigen Leiter mit kleinen mathematisch zulässigen Näherungen gelingt, muß ihrer Weitläufigkeit wegen die Rechnung für den Fall des kreisförmigen Leiters auf den zeitlich konstanten Temperaturanteil beschränkt werden (was praktisch meist ausreichen dürfte), während für den rechteckigen Leiter gar nur die Temperaturverteilung bei Gleichstrom angegeben werden kann. Leider sind allen diesen Untersuchungen keine Zahlenbeispiele beigegeben, so daß der Verfasser über einige allgemeine Schlüsse über das relative Verhalten verschiedener Querschnittsformen nicht hinaus kommt.

Wenngleich die unmittelbare praktische Bedeutung der kleinen Schrift nicht sehr groß erscheint, kann sie doch allen auf diesem Gebiete Arbeitenden als nützlicher Ratgeber empfohlen werden. Freilich leidet ihr Wert stark darunter, daß die physikalischen Voraussetzungen nicht streng richtig sind; nach Wissen des Berichters hat erst kürzlich F. Noether (Breslau) zum erstenmal auf dem Kissinger Naturforschertag das vorliegende Problem mit den richtigen Grenzbedingungen in der Sprache der Integralgleichungen exakt formuliert[2]. Ebenso wäre es verdienstvoll, wenn die Temperaturverteilung beispielsweise unter den in elektrischen Maschinen gegebenen Bedingungen erneut bestimmt würde. Es bleibt trotz dieser Lücken dem Verfasser das Verdienst, der theoretischen Behandlung dieser durchaus praktisch bedeutsamen Fragen neue Wege gewiesen zu haben. (M. J. O. Strutt, Dr.-Ing.-Dissertation T. H. Delft 1927.) *Oldff.*

Chemie.

Die elektrolytische Zersetzung des Glases. — Während die Wanderung der Natriumionen, die im gewöhnlichen Glas praktisch allein den Strom führen, leicht nachzuweisen ist, ist die Sauerstoffentwicklung, die bei unlöslicher Anode nach der Gleichung $Na_2SiO_3 = 2\,Na + SiO_2 + O$ zu erwarten ist, bisher nicht einwandfrei nachgewiesen. P. Selenyi benutzt als Anode keinen metallischen Leiter, sondern ein ionisiertes Gas von kleinem Druck. Geeignet ist eine Glühlampe, deren Vakuum noch so viel Gas enthält, daß merkliche Ionenströme in der Lampe fließen können. Umgibt man eine solche Lampe mit einer leitenden Hülle von geschmolzenem Salpeter oder auch Stanniol und verbindet diese Hülle mit dem negativen Lampenpol, so zeigt ein Milliamperemeter eine Stromstärke von etwa 10 mA. In der vorher hochgradig luftleeren Lampe erscheint gleichzeitig eine blaue Lichterscheinung. Daß das entstehende Gas Sauerstoff ist, zeigen ein schwacher Niederschlag von Wolframoxyd und die Schwarzfärbung der Kupferelektroden durch Oxydation. Die Stromstärke nimmt mit der Zeit allmählich ab, was der Bildung einer schlecht leitenden Schicht von SiO_2 zuzuschreiben ist. (P. Selenyi, Ann. Phys. Bd. 84, S. 111.) *Br.*

[1] In holländischer Sprache, gedruckt bei H. Waltmann jr. in Delft.
[2] Inzwischen erschienen in Ann. Phys. Bd. 84, S. 775.

Allgemeiner Maschinenbau.

Der wirtschaftlichste Betriebsplan der Kesselbatterie eines Wärmekraftwerks. — Wie bekannt, erreicht der mittlere Wirkungsgrad eines Kesselhauses nie die Höhe des höchsten Kesselwirkungsgrades, wozu hauptsächlich die Stillstand- oder Leerlaufverluste der täglich auf einige Stunden abgestellten Kessel beitragen. Deshalb ist auch die Verteilung der Gesamtbelastung auf die einzelnen Kessel der Anlage von Wichtigkeit. Bezeichnet man mit v den Kohlenverbrauch eines Kessels in Prozenten des Vollbetriebsverbrauchs und mit b die prozentuale Belastung, so kann $v = v_0 + \alpha\, b$ gesetzt werden, wo α den spezifischen Kohlenverbrauch und v_0 den theoretischen Kohlenverbrauch bei Nullbelastung bedeuten. Diese Gleichung gilt mit Ausnahme sehr niedriger Belastungen, wo der tatsächliche Verbrauch größer wird; der tatsächliche Leerlaufverbrauch ist $v_0' > v$.

Die beim Stillstand weiterlaufenden Abkühlungsverluste eines Kessels können näherungsweise berechnet werden, wenn die Zeitkonstante Z der Abkühlung und die Abkühlungsverluste s_0 am Anfang der Stillstandperiode bekannt sind. Nach den Versuchen von Praetorius ergibt sich z. B. $Z = 80$ und $s_0 = 7\,\%$. Dann betragen z. B. für eine Stillstandperiode von 20 h die Gesamtstillstandverluste 124 % des Vollbetrieb-Kohlenverbrauches. Bei der Wiederaufnahme des Betriebes müssen diese Stillstandverluste ersetzt werden, was eine Herabsetzung des Kesselwirkungsgrades in den ersten Stunden des Betriebes zur Folge hat. Da das Erwärmen des Mauerwerks mit einem Wirkungsgrad von etwa 55 ... 65 % erfolgt, sind die berechneten Werte mit 1,5 ... 1,8 zu multiplizieren, um die tatsächlichen Kohlenverluste durch Stillstand zu bekommen.

Für einen täglich auf 14 h abgestellten Kessel, dessen normaler Wirkungsgrad 80 % beträgt, werden bei $Z = 80$, $s_0 = 6\,\%$ die Gesamtstillstandverluste 77 %, so daß der durchschnittliche Wirkungsgrad nur $(10 \cdot 80 - 77 \cdot 1{,}7) : 10 \cdot 100 = 67\,\%$ beträgt.

Eine ähnliche Rechnung wird für den komplizierteren Fall einer Anlage von 5 Kesseln, von denen 4 Kessel während 10, 14, 19 und 21 h stillgesetzt werden, durchgeführt, um den durchschnittlichen Wirkungsgrad der Anlage zu bekommen. Auf Grund der angeführten Gleichung für den Kohlenverbrauch v kann aber auch der Fall untersucht werden, daß der erforderliche Dampfbedarf nicht durch das Stillsetzen einzelner Kessel beschafft, sondern ständig auf sämtliche Kessel der Anlage verteilt wird. Es ergibt sich in diesem Falle eine gewisse Verbesserung des durchschnittlichen Wirkungsgrades der Anlage (im angeführten Beispiel 76 statt 68 %).

Praktisch stößt die Verteilung des Dampfbedarfs auf sämtliche Kessel der Anlage auf einige technische Schwierigkeiten (Dampfüberhitzung, Bedienung usw.); sie könnte nicht durch die übliche Handregelung der Kessel erreicht werden, da diese gewisse andere Zusatzverluste zur Folge hat.

Einer der Vorteile der selbsttätigen Kesselregler liegt auch darin, daß sie diese wirtschaftliche Belastungsverteilung auf alle oder auf mehrere Kessel der Anlage ermöglichen und so nicht nur durch die Beseitigung der Zusatzverluste durch Belastungsänderung, sondern auch durch die Verminderung der Zusatzverluste durch Stillstand eine Verbesserung des durchschnittlichen Wirkungsgrades der Anlagen ergeben. (J. Hak, El. u. Maschinenb. Bd. 45, S. 753.) *Sb.*

Werkstatt und Baustoffe.

Messungen und Beobachtungen bei Durchschlagsfestigkeitsprüfungen technischer Isolieröle. — Zur Ergänzung der bisher in der Literatur vorliegenden Veröffentlichungen über laboratoriumsmäßige Öluntersuchungen hat W. Zimmermann die Ergebnisse von zahlreichen Durchschlagsfestigkeits-Messungen zusammengestellt, welche zur Betriebskontrolle sowohl an frischen handelsüblichen Isolierölen wie an gebrauchten, aus Betriebsapparaten entnommenen Ölen ausgeführt wurden. Es werden dabei gleichzeitig eine Reihe von Beobachtungen mitgeteilt, welche im Verlauf dieser Messungen, die sich über mehrere Jahre erstreckten, gemacht worden sind. Als Meßvorrichtung wurde ein Ölprüfapparat der SSW mit veränderlichem Elektrodenabstand bei konstanter Prüfspannung benutzt.

Von etwa 140 Proben verschiedener Öle sind die Einzelwerte der Durchschlagsfestigkeit mit den zugehörigen Mittelwerten, die gemäß den Vorschriften des VDE aus sechs hintereinander in der gleichen Probenmenge vorgenommenen Durchschlägen errechnet wurden, in Tabellenform zusammengestellt. In einer weiteren Tabelle sind die Werte der mittleren Festigkeit in Abstufungen von je 30 kV/cm eingetragen, um einen Überblick über die Häufigkeit der Festigkeitstufen zu geben. Es zeigt sich, daß die Festigkeit von Einzelwert zu Einzelwert sehr ungleichmäßig und sprunghaft verläuft. Es treten Sprünge in der Größenordnung bis zu 100 % nach oben und 60 % nach unten auf. Auch die Mittelwerte der Festigkeit bei mehreren Stichproben des gleichen Öles zeigen erhebliche Abweichungen. Bezüglich der Außerachtlassung des ersten Durchschlagswertes, die bei der Berechnung der mittleren Durchschlagsfestigkeit vorgeschrieben ist, zeigen die Messungen, daß zwar häufig der Minimalwert als erster Durchschlagswert auftritt, daß dies aber durchaus nicht als die Regel angesehen werden kann. Es erscheint daher zweifelhaft, ob die generelle Vernachlässigung des ersten Durchschlagswertes, welche durch die Voraussetzung unvollkommener Elektrodensauberkeit beim ersten Durchschlag begründet sein dürfte, überhaupt berechtigt ist.

Die allgemeine Tendenz des Durchschlagsfestigkeitsverlaufs bei einer Reihe von Durchschlägen, welche in der gleichen Probemenge vorgenommen werden, liegt ungeachtet der schon erwähnten starken Schwankungen unter den Einzelwerten in Richtung eines ausgesprochenen Ansteigens der Festigkeit, sofern es sich nicht um Öle mit von vornherein hoher Festigkeit handelt (160 ... 200 kV/cm). Der Mittelwert einer Durchschlagsreihe liegt daher um so höher, je größer die Zahl der ausgemittelten Durchschläge ist. In Verfolgung der vorgenannten Beobachtung wurden bei einer Reihe von Ölen längere Durchschlagsreihen von 150 bis zu 600 Durchschlägen ausgeführt. Hierbei ergab sich durchweg ein Ansteigen der Festigkeit bis zu einem Höchstwert, der je nach der Ölsorte mit etwa 50 ... 100 Durchschlägen erreicht wurde. Einmal auf dem Höchstwert angelangt, hielt sich die mittlere Festigkeit bei beliebig weiter Fortsetzung der Durchschlagsreihe auf der gleichen Höhe. Sie konnte auch in Fällen, wo durch äußere Einflüsse nach längerer Unterbrechung einer Durchschlagsreihe ein Wiederabsinken der Festigkeit erfolgt war, nach Fortsetzung der Reihe immer wieder auf die erste Höhe gebracht werden. Eine nachteilige Einwirkung des beim Durchschlag entstehenden Rußes konnte selbst bei den längsten Durchschlagsreihen nicht beobachtet werden. Abgesehen von der durch den Durchschlagslichtbogen in jedem Fall auf das Öl, soweit es noch nicht absolut trocken war, ausgeübten verbessernden Wirkung, konnte jedoch auch verschiedentlich eine erhebliche Zunahme der Festigkeit beobachtet werden, die sich nach einer mehrtägigen Unterbrechung der Durchschlagsreihe eingestellt hatte, ohne daß in der Zwischenzeit irgendeine Behandlung an der Probemenge vorgenommen worden wäre. Anderseits waren aber auch Fälle starken Absinkens der Festigkeit nach einer längeren Wartezeit zu verzeichnen. Diese Vorgänge können nur auf einen natürlichen Austausch der Luft- und Ölfeuchtigkeit zurückgeführt werden. Es ist also bei Ölen, welche mit der Außenluft in Verbindung stehen, mit erheblichen zeitlichen Schwankungen der Festigkeit zu rechnen. Der Verfasser fragt sich nun, ob die Prüfbestimmungen des VDE, wie sie z. Zt. gültig sind, den überaus schwankenden Festigkeitseigenschaften des Öles als solchen, d. h. soweit sie in der Inhomogenität des Öles begründet sind, als auch denjenigen, welche im Betrieb als zeitliche Schwankungen auftreten können, genügend Rechnung tragen. Zu diesen Fragen wird in der Arbeit eingehend Stellung genommen. (W. Zimmermann, Elektro-Journ. Bd. 7, S. 231, 252, 270, 287, 301.) *Sb.*

Verschiedenes.

Jubiläum. — Die Badische Höhere Technische Lehranstalt (Staatstechnikum) Karlsruhe, hervorgegangen aus der Baugewerkeschule, begeht am 10. und 11. XI. 1928 das Fest ihres fünfzigjährigen Bestehens. Eine kleine Feier und eine Festschrift in schlichtem Rahmen sollen die Veranlassung geben zu einem Rückblick auf das, was die Anstalt in den fünfzig Jahren geleistet hat, zu einem Einblick auf ihre Arbeiten in der Gegenwart und zu einem Ausblick auf die Aufgaben der Zukunft, damit die Anstalt bleibt, was sie bisher war, eine Stätte für die Förderung der Technik und für die Erziehung zum Techniker. Zu der Feier sind alle ehemaligen Studierenden und Freunde der Anstalt eingeladen. Die Direktion stellt das Programm für die Festveranstaltung und eine Teilnehmerkarte auf Ansuchen gern zur Verfügung, doch sollte die Anforderung möglichst bald erfolgen.

Neue Normblätter des DNA. — Lokomotivbau: DIN-Vornorm LON 286 Beiblatt, Gewindegrenzmaße der Werkstücke, Herstellungsgenauigkeit und Abnutzung der Lehren für Whitworth-Feingewinde 10 Gang.

Eisenbahnwagenbau: DIN WAN 195 Rippenschrauben.

Geänderte Normblätter. Lokomotivbau: DIN LON 2136 Große Waschluke für Klein- und Industriebahn-Lokomotivbau (3. Ausgabe, geändert). — LON 2038 Nietkopfschrauben, Nietschraubenbolzen für Kessel (2. Ausgabe, geändert). — LON 6 (DIN 823 gekürzt und erweitert) Zeichnungen, Blattgrößen, Maßstäbe (2. Ausgabe, geändert). — LON 3031 Durchgangshähne. — Lon 3033 Durchgangshahn, Nennweite 25 für Rohranschluß auf beiden Seiten. — LON 3035 Zapfhähne mit gebogenem Auslauf. — LON 3036 Zapfhähne mit geradem Auslauf. — LON 3039 Wasserstand-Prüfhahn mit Gewindezapfen. — LON 3047 Druckmesserhahn mit Gewindezapfen. — LON 3229 Wasserstandablaßhahn, schwer, mit Bund für Laternenstütze. — LON 3230 Wasserstandablaßhahn, schwer.

Kraftfahrbau: DIN KrW 106 Felgen für luftbereifte Lastkraftwagen (2. Ausgabe, geändert). — KrG 301 Metrische Gewinde, Auswahl (4. Ausgabe, geändert). — KrK 115 Flache Sechskantmuttern, 8 bis 52 mm Durchmesser, Metrisches Feingewinde 3 (5. Ausgabe, geändert). — KrK 116 Flache Kronenmuttern, 6 bis 30 mm Durchmesser, Metrisches Gewinde (2. Ausgabe, geändert). — KrK 119 Flache Kronenmuttern, 8 bis 52 mm Durchmesser, Metrisches Feingewinde 3 (6. Ausgabe, geändert). — KrK 131 Sechskantschrauben, Metrisches Gewinde (2. Ausgabe, geändert). — KrK 132 Sechskantschrauben mit Splintloch, Metrisches Gewinde (2. Ausgabe, geändert). — KrK 133 Sechskantschrauben, Metrisches Feingewinde 3 (2. Ausgabe, geändert). — KrK 134 Sechskantschrauben mit Splintloch, Metrisches Feingewinde 3 (2. Ausgabe, geändert). — KrK 135 Stiftschrauben zum Einschrauben in: Gußeisen, Einschraubende 1,3 *d*, Metrisches Gewinde (2. Ausgabe, geändert). — KrK 136 Stiftschrauben mit Splintloch zum Einschrauben in: Gußeisen, Einschraubende 1,3 *d*, Metrisches Gewinde (2. Ausgabe, geändert). — KrK 137 Stiftschrauben zum Einschrauben in: Weichmetall, Einschraubende 2,5 *d*, Metrisches Gewinde (2. Ausgabe, geändert). — KrK 138 Stiftschrauben mit Splintloch zum Einschrauben in: Weichmetall, Einschraubende 2,5 *d*, Metrisches Gewinde (2. Ausgabe, geändert). — KrK 139 Stiftschrauben zum Einschrauben in: Gußeisen, Einschraubende 1,3 *d*, Metrisches Feingewinde 3 (2. Ausgabe, geändert). — KrK 140 Stiftschrauben mit Splintloch zum Einschrauben in: Gußeisen, Einschraubende 1,3 *d*, Metrisches Feingewinde 3 (2. Ausgabe, geändert). — KrK 141 Stiftschrauben zum Einschrauben in: Weichmetall, Einschraubende 2,5 *d*, Metrisches Feingewinde 3 (2. Ausgabe, geändert). — KrK 142 Stiftschrauben mit Splintloch zum Einschrauben in: Weichmetall, Einschraubende 2,5 *d*, Metrisches Feingewinde 3 (2. Ausgabe, geändert). — KrK 651 Zischhähne, gerade Form (2. Ausgabe, geändert). — KrK 705 Kernstopfen (2. Ausgabe, geändert). — KrK 706 Schlitzstopfen (2. Ausgabe, geändert).

Hebemaschinen: DIN 504 Augenlager (2. Ausgabe, geändert).

Maschinenbau, allgemein: DIN 612 Bl. 1, Kugellager, einreihige leichte Querlager, Bohrung $d = 4 \dots 110$ (3. Ausgabe, geändert). — 613 Bl. 1, Kugellager, einreihige, mittelschwere Querlager, Bohrung $d = 10 \dots 95$ (3. Ausgabe, geändert). — 614 Bl. 1, Kugellager, einreihige schwere

Querlager, Bohrung $d = 17 \dots 85$ (3. Ausgabe, geändert). — 622 Bl. 1, Kugellager, zweireihige leichte Querlager, Bohrung $d = 10 \dots 110$ (3. Ausgabe, geändert). — 623 Bl. 1, Kugellager, zweireihige mittelschwere Querlager, Bohrung $d = 10 \dots 95$ (3. Ausgabe, geändert). — 624 Bl. 1, Kugellager, zweireihige schwere Querlager, Bohrung $d = 17$ bis 85 (3. Ausgabe, geändert). — 633 Kugellager, einreihige mittelschwere Spannhülsenlager, Bohrung $d = 25 \dots 85$ (2. Ausgabe, geändert). — 642 Kugellager, zweireihige leichte Spannhülsenlager, Bohrung $d = 15 \dots 100$ (2. Ausgabe, geändert). — 670 Förderketten (2. Ausgabe, geändert).

Energiewirtschaft.

Die Verwendung von Primärkraftmaschinen und Elektromotoren in der Industrie Japans. — Nach dem „Financial and Economic Annual of Japan" für 1927 waren dort Ende 1925 rd. 49 100 Fabrikationsunternehmungen vorhanden (1916: 19 300), von denen 38 200 (12 600) Antriebsmaschinen und Elektromotoren verwandten. In diesem letzten Erhebungsjahr verteilten sich Anzahl und Leistung der Primärkraftmaschinen und Elektromotoren auf die wichtigsten Industriezweige folgendermaßen[1]:

Industriezweige	Betriebe mit Motorenverwendung	Betriebe ohne Motorenverwendung	Verwendung von Primärkraftmaschinen Anzahl	Primärkraftmaschinen PS	Elektromotoren Anzahl	Elektromotoren PS
Textilien	14 279	3 019	6 399	231 471	30 449	381 262
Metalle	2 727	271	508	167 731	10 111	267 106
Maschinen	3 574	519	897	194 250	24 480	450 338
Keramik	1 405	1 070	353	83 308	3 791	102 134
Chemie	1 995	503	1 385	127 203	11 340	306 095
Lebensmittel	7 170	2 935	2 795	46 862	12 025	106 986
Holz	2 779	663	984	42 394	3 354	57 366
Druckereien, Buchbinder	1 975	131	90	934	4 281	24 768
Verschiedene	2 045	1 790	295	7 864	3 669	35 657
Elektrizität	195	37	481	1 113 656	447	30 052
Gas	77	2	390	11 645	399	5 399
Insgesamt	38 221	10 940	14 580	2 027 318	104 346	1 767 163

Von der gesamten Anzahl und Leistung der Primärkraftmaschinen entfielen auf:

	Anzahl	PS
Dampfmaschinen	8 080	461 629
Dampfturbinen	859	696 552
Wasserkraftmaschinen	1 980	131 162
Wasserturbinen	732	683 948
Gaskraftmaschinen	1 216	38 681
Ölkraftmaschinen	1 713	15 746

Entsprechend der Bedeutung der Textilindustrie für die japanische Wirtschaft — in ihr waren von 1,8 Millionen in der gesamten Industrie Japans Beschäftigten allein 975 000 Arbeiter und -innen tätig — ist die Verwendung von Elektromotoren absolut betrachtet auch in dieser Gruppe am stärksten. Im Verhältnis zu der Zahl der Betriebe und der Anwendung von Kraftmaschinen überhaupt nimmt die Motorenverwendung in den Gruppen der Metall- und Maschinenindustrie eine vorherrschende Stellung ein. In 14 279 Textilfabriken waren 6399 Primärkraftmaschinen mit 231 471 PS und 30 449 Elektromotoren mit 381 262 PS in Betrieb, in 6301 Unternehmen der Metall- und Maschinenindustrie jedoch nur 1405 Primärkraftmaschinen mit 361 981 PS, aber 34 591 Elektromotoren mit 717 444 PS. Die relativ größte Motorenleistung (306 095 PS) entfällt auf die 11 340 Motoren der 1995 chemischen Fabriken; die Durchschnittsleistung je Motor ist ebenfalls hoch in der Elektrizitätsindustrie. Im Vergleich zu der Leistung der Primärkraftmaschinen ist die gesamte Leistung der Elektromotoren dieser die Betriebe der Stromversorgung einschließenden Gruppe jedoch nur von ganz untergeordneter Bedeutung; in 447 Motoren sind rd. 30 000 PS installiert, in 481 Primärkraftmaschinen jedoch 1,1 Mill. PS, u. zw. 644 000 PS in Wasserturbinen und 363 000 PS in Dampfturbinen. Dr. Al.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[2]. — Der Geschäftsbericht der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A. G. für 1927 konstatiert eine starke Steigerung der Nachfrage nach elektrischer Arbeit für alle Arten der Verwendung, eine Zunahme des Hochspannungsabsatzes um rd. 40 % (z. T. Erfolg der Verbilligung des Nachtstroms), erhebliches Anwachsen des Niederspannungsverbrauchs und des Stromabsatzes für Traktionszwecke. Am Ende des Berichtsjahres verfügte die Gesellschaft in ihren Kraftwerken über 154 Dampfkessel mit 85 259 m² Heizfläche, 484 150 kW normaler und 561 650 kW maximaler Leistung, ferner über 36 Turbogeneratoren von zusammen 501 000 kW und über 5 Umspanner für Fremdstrom von insgesamt 100 000 kW. Selbst erzeugt wurden 686,503 Mill. kWh (412,102 i. V.). An Fernstrom hat die Gesellschaft von den Elektrowerken 343,108 Mill. kWh (399,249 i. V.) und an Fremdstrom von den Berliner Vororts-Elektricitäts-Werken, dem Märkischen Elektricitätswerk und dem Städtischen und Kreis-Kraftwerk Spandau 65,418 Mill. kWh bezogen (54,811 i. V.), so daß sich als Summe 1095,029 Mill. kWh ergeben (866,162 i. V.). Da der Selbstverbrauch, der bei der Zentrale Klingenberg infolge des Ersatzes von Handarbeit durch Maschinenbetrieb wesentlich höher als in den alten Kraftwerken ist, 32,812 Mill. kWh (i. V. 11,312 Mill.) betrug, sind also in das Leitungsnetz 1062,217 Mill. kWh (854,850 i. V.) und bei 149,334 Mill. kWh oder rd. 14 % Verlusten (138,038 bzw. 16 % i. V.) nutzbar 912,883 Mill. kWh (716,812 i. V.) abgegeben worden. Der Anteil des Fremdstroms an der Gesamtlieferung in das Leitungsnetz hat sich nach Inbetriebnahme von Klingenberg auf 37,3 % verringert (52,4 % i. V.). Die Zahl der Hausanschlüsse und Hochspannungsübergabestationen ist 1927 um 11,6 % auf 78 223 gewachsen. Nach einer neuen Statistik, die an Stelle der installierten Anschlußwerte das aus den Grundgebühreneinnahmen der einzelnen Monate unter der Annahme von im Mittel 3,50 RM/kW und Monat errechnete Zählermeßbereich bei den Niederspannungsabnehmern und die Vertragsleistung bei den Hochspannungskonsumenten erfaßt, ergaben sich für Ende des Berichtsjahres in ersterem 505 157 kW, d. s. fast 12 % mehr als 1926 (452 248 kW), ferner als Vertragsleistung letzterer 285 139 kVA, die mithin gegen das Vorjahr (251 260 kVA um 13,5 % gestiegen ist, und als Anschlußwert der öffentlichen Beleuchtung 2102 kW (1893 i. V.). Die durch Eigenerzeugung, Fremdstrombezug und Sammlerbatterien gedeckte Jahreshöchstleistung betrug am 22. XII. 1927 356 400 kW, war also um 19 % größer als 1926 (299 500 kW). Der Bericht weist auf den bekannten Stromlieferungsvertrag mit dem Elektricitätswerk Südwest A. G. hin, der diesem zunächst eine Grundleistung von 6000 kW bei 4500 h Benutzungsdauer sichert[1], sowie auf eine Vereinbarung mit der Gesellschaft für elektrische Hoch- und Untergrundbahnen über den Bezug von Traktionsstrom, die den weiteren Ausbau des 40-Periodensystems der Hochbahn zum Stillstand gebracht hat und die Bewag zur Stromlieferung für den künftigen Ausbau des Schnellbahnnetzes verpflichtet. Das Elektrissimasystem hat sich 1927 sprunghaft entwickelt und wird von der Verwaltung als ein entscheidender Faktor für den Berliner Elektromarkt bezeichnet; im Berichtsjahr sind rd. 111 500 Kreditgesuche eingegangen. Im Großkraftwerk Klingenberg wurde der volle Betrieb aufgenommen, die Kohlenmahlanlage erweitert und das Schalthaus wegen der Versorgung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn um eine vierte 30 kV-Schaltgruppe vergrößert. Das im wesentlichen die Grundlast deckende Kraftwerk Charlottenburg erhielt eine neue 5500 kW-Vorschaltturbine (32/13 atü). Die Zentrale Oberspree dient i. a. nur noch als Reserve und wird voraussichtlich allmählich in ein reines Abspannwerk umgewandelt werden. Als Folge der stark erhöhten Leistungsabgabe mußten die Netzanlagen erheblich verstärkt werden. Die bei der Einführung der Städteheizung (Charlottenburg, Steglitz) zunächst beobachteten technischen Schwierigkeiten ließen sich überwinden; das wirtschaftliche Ergebnis entsprach den Erwartungen. Zu Ende des Betriebsjahres hat die Gesellschaft mit den Elektrowerken A. G. Verhandlungen über eine Neuregelung der vertraglichen Beziehungen aufgenommen[2]. Ferner wird von der Verwaltung die Beteiligung an dem Städt. und Kreis-Kraftwerk Spandau G. m. b. H. sowie der zusammen mit den Berliner Städt. Gaswerken vorgenommene Erwerb wertvoller Kohlenabbaugerechtigkeiten im Kreise Guben erwähnt. Dem Bericht sind wieder viele Diagramme und Zahlentafeln beigegeben, aus denen u. a. hervorgeht, daß die Bruttoerzeugung ohne Kondensation und Eigenverbrauch 658,509 Mill. kWh ausmachte, die Benutzungsdauer der gesamten Primärleistung 1821,6 h und der Ausnutzungsfaktor 20,8 % betrug. Die nutzbare Selbsterzeugung ist gegen das Vor-

[1] Es sind nur Betriebe mit mehr als 5 beschäftigten Personen berücksichtigt.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 1554.

Vgl. ETZ 1927, S. 1900.
Vgl ETZ 1928, S. 873.

jahr um nahezu 67 %, der Fremdstrombezug um etwas über 19 % gestiegen, der Bezug von den Elektrowerken aber um 14 % zurückgegangen. Nach der Arbeitsbilanz betrug die Eigenerzeugung 63 %, der Fernstrombezug (Elektrowerke) 31 %, die übrige Zulieferung also 6 %; an die Hochspannungskonsumenten wurden 49 %, als niedergespannter Drehstrom 12 % und als desgl. Gleichstrom 21 % abgegeben, während 3 % auf den Eigenverbrauch, rd. 1 % auf Kondensation und Erregung und fast 14 % auf Verluste entfielen. Die Stromlieferung erbrachte 115 732 422 RM (96 835 566 i. V.), während Betrieb und Strombezug 35 610 159 RM erforderten (31 621 537 i. V.). Insgesamt stellten sich die Einnahmen ohne Vortrag auf 123 624 116 RM (99 100 111 i. V.) und der Reingewinn auf 1 935 790 RM (1 906 198 i. V.). Als Dividende kamen wieder 10 % auf 15 Mill. RM Aktienkapital zur Verteilung. Zwecks Durchführung des neuen Bauprogramms[1] der Bewag hat der Hauhaltsausschuß der Berliner Stadtverordnetenversammlung kürzlich für 1928 12 Mill. RM bewilligt.

Aus Ostpreußen wird berichtet, daß im Kraftwerk Elbing der Ostpreußenwerk A. G. die größte Turbine (13 600 PS) die Arbeit aufnehmen konnte und das neue Umspannwerk in Tilsit, durch das auch der nördlichste Teil der Provinz mit elektrischer Arbeit versorgt werden soll, vor der Inbetriebsetzung stehe.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 73, 555.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur außerordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 30. Oktober 1928, 7½ Uhr abends pünktlich, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg E. B., Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vorführung eines Films über Gleichrichter mit zugehörigen Erläuterungen durch einen Vertreter der Firma Brown, Boveri & Cie.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Für Gäste werden am Eingange Gastkarten bereitgehalten. Eingeführte Gäste willkommen!

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Jahresbeitrag der inländischen Mitglieder für 1929.

Der Mitgliedsbeitrag für das Jahr 1929 beträgt:

I. für persönliche inländische Mitglieder . . . 30 RM
für Jungmitglieder . . . 15 „

II. für korporative inländische Mitglieder:

1. Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw. . . . 36 „
2. Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigen:
   a) bis 50 Angestellte und Arbeiter . . 50 „
   b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter . . . 75 „
   c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter . . . 120 „
   d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter . . . 150 „
   e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter . . . 300 „
   f) von 1001 bis 2500 Angestellte und Arbeiter . . . 450 „
   g) von 2501 bis 5000 Angestellte und Arbeiter . . . 600 „
   h) von 5001 bis 10 000 Angestellte und Arbeiter . . . 900 „
   i) von 10 001 bis 20 000 Angestellte und Arbeiter . . . 1500 „
   k) über 20 000 Angestellte und Arbeiter 2400 „

Die Beiträge werden bis spätestens 15. November 1928 auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein, Berlin Nr. 13 302 erbeten, da sonst die ordnungsmäßige Zustellung der ETZ über den 1. Januar 1929 hinaus nicht gewährleistet werden kann.

„Fest der Technik".

Die nachstehenden technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin veranstalten nach dem guten Erfolge des vorigen Jahres abermals, und zwar

am Dienstag, dem 13. November 1928, 8½ Uhr abends, in sämtlichen Räumen des Zoologischen Gartens zu Berlin
das
„Fest der Technik"

und laden hierdurch zur Teilnahme ein.

Das Fest hat den Charakter eines repräsentativen Balles: bestimmungsgemäß wird sein Überschuß den Vereinen für Unterstützungen zugeführt.

Anzug: Herren: Frack: Damen: Gesellschaftskleid.
Musik: Kapelle Kermbach.
Tombola mit wertvollen Gewinnen.

Eintrittskarten für Vereinsmitglieder, deren Angehörige und eingeführte Gäste kosten 10 RM, werden auf den Namen ausgestellt und können nur vor dem Fest durch die Geschäftstellen der veranstaltenden Vereine bezogen werden.

Architekten- und Ingenieurverein zu Berlin, Wilhelmstraße 92. — Automobil- und Flugtechnische Gesellschaft, Königgrätzer Str. 90. — Bund deutscher Architekten, Landesbezirk Brandenburg, Bismarckstr. 109. — Deutsche Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie. — Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen, NW 7, Ingenieurhaus. — Deutsche Gesellschaft für Metallkunde, NW 7, Ingenieurhaus. — Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Linkstr. 33/34. — Deutsche keramische Gesellschaft, Wegelystr. 1. — Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Lindenstr. 80. — Deutsche Physikalische Gesellschaft, Werner-Siemens-Str. 8/12. — Deutscher Kälteverein, Blumeshof 14. — Elektrotechnischer Verein, Potsdamer Str. 118 a. — Gesellschaft deutscher Metallhütten- und Bergleute, Königgrätzer Str. 106. — Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens, Franklinstraße 6. — Märkischer Bezirksverein des Vereins deutscher Chemiker, Großbeerenstr. 31. — Reichsbund deutscher Technik, Lützowstr. 27. — Schiffbautechnische Gesellschaft, Schumannstr. 2. — Verband deutscher Patentanwälte, Gitschiner Str. 97/103. — Verband der Central-Heizungs-Industrie, Linkstr. 28. — Verein deutscher Eisengießereien, Gießereiverband, Pfalzburger Str. 72 a. — Verein deutscher Gießereifachleute, Friedrichstr. 100. — Verein deutscher Ingenieure, Berliner Bezirksverein, Potsdamer Str. 5. — Vereinigung Berliner Feuerwehr-Ingenieure, Rankestr. 50. — Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt, Blumeshof 17.

1. Da jedem Verein nur eine beschränkte Anzahl von Eintrittskarten zugeteilt wird, empfiehlt es sich, die Karten bei der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II) umgehend zu besorgen.

2. Die Eintrittskarten werden gegen Barzahlung oder Einsendung des Betrages auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein, Berlin Nr. 13 302, ausgehändigt.

3. Gastkarten werden nur bei Vermittelung von Mitgliedern des Elektrotechnischen Vereins ausgegeben.

4. Schluß des Kartenverkaufs am 3. November.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule zu Charlottenburg über „Selbstanschluß-Fernsprechtechnik"

(7 Vorträge).

Die Vortragsreihe soll allen denen, die nicht Spezialisten auf dem Gebiete der SA-Technik sind, die aber im öffentlichen oder privaten Leben mit ihr in Berührung kommen, Gelegenheit geben, einen Einblick in diese Technik und die maßgebenden wirtschaftlichen Fragen zu erhalten.

29. X. 1928: 1. Einleitung. Die grundsätzlichen Verbindungsmöglichkeiten im Fernsprechverkehr. Grundschaltungen und Schaltorgane. Der Handbetrieb als Vorstufe des SA-Betriebes. Die verschiedenen Aufgaben und ihre Lösungsmöglichkeiten. Die besonderen Schaltorgane des SA-Betriebes. Nummernschalter, Wähler usw. — Vortragender: Herr Professor Dr. R. Franke (Technische Hochschule).

5. XI. 1928: 2. Die grundsätzlichen Forderungen an das Netz und die Schaltungen. — Vortragender: Herr Direktor Langer (Siemens & Halske, Wernerwerk).

12. XI. 1928: 3. Die Bemessung und Größenordnung der Bauteile der Nummernschalter-Relais und Wähler. — Vortragender: Herr Arthur Flad (Siemens & Halske, Wernerwerk).

19. XI. 1928: 4. a) Die Beschaltung und Bekabelung von Fernsprechämtern. Leitungsmaterial, Entstehung von Schrankkabeln, Beschaltung von Apparatgestellen, Verbindung von Gestell- und Schrankgruppen, Kabelroste, Verbindungsorgane. — Vortragender: Herr Direktor Neuhold (Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie).
b) Der Privatverkehr. Die Systeme der deutschen Industrie für kleine und große Privatanlagen. Die Besonderheiten des Behörden-, Banken-, Fabrik-, Privatverwaltungs-Verkehrs, ihre technische Befriedigung. — Vortragender: Herr Direktor Hoffmann (Mix & Genest).

26. XI. 1928: 5. Die Entwicklung des Fernsprechers in großen Städten. New York, London, Paris, Berlin. Die Systemwahl. Überleitungsfragen. — Vortragender: Herr Postrat Günther (Reichspostzentralamt).

3. XII. 1928: 6. Der Landverkehr. Die besonderen wirtschaftlichen Schwierigkeiten. Die Forderungen der Landbevölkerung. Die Technik. Schnellverkehr und Netzgruppen. — Vortragender: Herr Ministerialrat Dr. Steidle (Reichspostministerium, Abteilung München).

10. XII. 1928: 7. Die wissenschaftlichen Arbeiten im SA-Gebiet. Das Herausschälen der Ideen. Die Aufstellung der allgemeinen Grundsätze. Grundlagen für allgemeine Systemkritik. Die besonderen Aufgaben für die elektrische und akustische Physik, Chemie, Mechanik. Das Eindringen der Mathematik in die Verkehrsfragen. — Vortragender: Herr Professor Dr. Lubberger (Siemens & Halske, Wernerwerk).

Zeit: Montag abends pünktlich 6½ bis 8 Uhr.
Ort: Physikalischer Hörsaal der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Zimmer Nr. 138a;
b) im Elektrotechnischen Verein E. V., Berlin W 35, Potsdamer Str. 118a II. Postscheckkonto: Berlin Nr. 13 302.

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins	8 RM
b) für deutsche Studenten	4 RM
c) für andere Teilnehmer	12 RM.

Karten für einzelne Vorträge werden nicht abgegeben.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)
Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306. 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Betrifft: Fachbericht-Sonderheft der VDE Jahresversammlung Berlin 1928.

Wir machen auf die Beilage in Heft 38/1928 aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des Fachbericht-Sonderheftes enthält. Der Inhalt der Fachberichte ist besonders wertvoll und aktuell. Die Preise, die erheblich niedriger als im Vorjahre liegen, sind:

geheftet:	RM 4,—	f. Mitglieder des VDE	RM 7,—	f. Nichtmitglieder des VDE.
gebunden:	„ 5,—		„ 8,—	

Bei größeren Bestellungen wird Preisermäßigung gewährt. Bestellungen erbitten wir umgehend: der Versand erfolgt sofort nach Erscheinen des Heftes.

VDE-Mitgliedsbeitrag für 1929.

Nach dem Beschlusse der Jahresversammlung vom 18. Juni 1928 ist der Jahresbeitrag für 1929 festgesetzt:

A. Für persönliche Mitglieder, die durch einen angeschlossenen Verein angemeldet sind	30 RM
Jungmitglieder	15 „
B. Für persönliche, dem Verbande unmittelbar angehörende Mitglieder	30 „
Jungmitglieder	15 „
C. Für körperschaftliche Mitglieder:	
1. Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw.	36 „
2. Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigen:	
a) bis 50 Angestellte und Arbeiter	50 „
b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter	75 „
c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter	120 „
d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter	150 „
e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter	300 „
f) über 1000 Angestellte und Arbeiter auf Anfrage.	

Verbandsmitglieder, die **keinem Ortsverein** angehören, zahlen ihre Beiträge über unser **Postscheckkonto Berlin 213 12**, während alle **übrigen** Mitglieder die Beiträge an den **Verein abführen, dem sie als Mitglied angehören.**

Wir bitten wiederholt um **Beachtung** dieses Punktes, der auch in diesem Jahre leider nicht genügend beachtet worden ist, so daß die Zustellung der ETZ infolgedessen verzögert wurde.

Ganz besonders weisen wir die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins, Berlin, darauf hin.

Die Beiträge, auch die **Rückstände aus 1928**, sind **bis spätestens 15. November 1928** zu entrichten, da sonst eine ordnungsmäßige Zustellung der ETZ nicht gewährleistet werden kann.

Es wird gebeten, die Beiträge möglichst **im ganzen** zu zahlen, um den Schatzmeistern der Vereine und der Geschäftsstelle des VDE die Verrechnung zu erleichtern.

Durch undeutliche Anschriften und Namensangaben entstehen Verzögerungen in der Lieferung der ETZ und sonstige Unzuträglichkeiten, deshalb: **Deutliche Schrift!**

Im Ausland wohnende Mitglieder können durch Postanweisung bezahlen.

Bankschecks sind **nicht** zu senden, nur **Bank- oder** Postscheckkonto kommt in Frage, wie auf S. 1529 angegeben.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Der Vorsitzende: Krone. Der Generalsekretär: P. Schirp.

Kommission für Bahnwesen.

Nachstehend wird folgender Normblattentwurf veröffentlicht:

DIN VDE 3220 Bl. 1 u. 2 „Elektrische Bahnen. Kohlebürsten für Bahnmotoren".

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Dezember 1928 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Noch nicht endgültig

Elektrische Bahnen

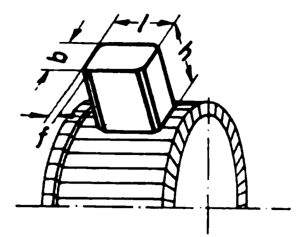
Kohlebürsten

für Bahnmotoren

Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 3220 Blatt 1

Maße in mm



l Abmessung der Kohlebürste in Richtung der Achse = Länge

b Abmessung der Kohlebürste in Richtung des Umfanges = Breite

h Abmessung der Kohlebürste in Richtung d. Durchmessers = Höhe

Bezeichnung einer Kohlebürste von Länge $l = 25$ mm, Breite $b = 8$ mm und Höhe $h = 40$ mm:
Kohlebürste 25 × 8 × 40 VDE 3220...[1]

Schleiffläche			h		Fase
l	b	l × b cm²	40	50	f
8	8	0,64	40	—	1
10	8	0,8	40	—	1
	10	1	40	—	1
12,5	8	1	40	—	1
	10	1,25	40	—	1
	12,5	1,56	40	—	1,5
16	8	1,28	40	—	1
	10	1,6	40	—	1
	12,5	2	40	—	1,5
	16	2,56	40	—	1,5
20	8	1,6	40	—	1
	10	2	40	—	1
	12,5	2,5	40	—	1,5
	16	3,2	40	—	1,5
	20	4	40	—	2
25	8	2	40	—	1
	10	2,5	40	—	1
	12.5	3,12	40	—	1,5
	16	4	40	—	1,5
	20	5	40	—	2
30	8	2,4	40	—	1
	10	3	40	—	1
	12,5	3,75	40	—	1,5
	16	4,8	40	—	1,5
	20	6	40	—	2
35	8	2,80	—	50	1
	10	3,5	—	50	1
	12,5	4,38	—	50	1,5
	16	5,6	—	50	1,5
	20	7	—	50	2

Schleiffläche			h		Fase
l	b	l × b cm²	40	50	f
40	8	3,2	—	50	1
	10	4	—	50	1
	12,5	5	—	50	1,5
	16	6,4	—	50	1,5
	20	8	—	50	2
45	10	4,5	—	50	1
	12,5	5,63	—	50	1,5
	16	7,2	—	50	1,5
	20	9	—	50	2
50	10	5	—	50	1
	12,5	6,25	—	50	1,5
	16	8	—	50	1,5
	20	10	—	50	2
55	12,5	6,88	—	50	1,5
	16	8,8	—	50	1,5
	20	11	—	50	2
60	12,5	7,5	—	50	1,5
	16	9,6	—	50	1,5
	20	12	—	50	2
70	16	11,2	—	50	1.5
	20	14	—	50	2
80	16	12,8	—	50	1,5
	20	16	—	50	2

[1] Bei Bestellung ist die Kohlenart anzugeben.

Kohlebürsten für ortsfeste Maschinen siehe DIN VDE 2900.

Toleranzen siehe Blatt 2.

Oktober 1928. Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Noch nicht endgültig

Elektrische Bahnen

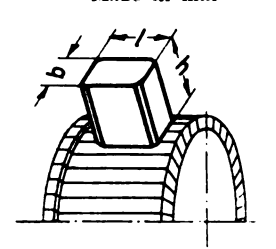
Kohlebürsten

für Bahnmotoren

Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 3220 Blatt 2

Maße in mm



Toleranzen und Spiel für Halter und unverkupferte Kohlebürsten

			Für Länge l	Für Breite b
Halter	Oberes Abmaß; Unteres Abmaß=0; Toleranz; Nennmaß	oberes Abmaß	+ 0,15	+ 0,1
		unteres Abmaß	0	0
		Toleranz	0,15	0,1
Kohle	Oberes Abmaß; Unteres Abmaß; Toleranz; Nennmaß	oberes Abmaß	− 0,2	− 0,05
		unteres Abmaß	− 0,35	− 0,1
		Toleranz	0,15	0,05
Halter und Kohle	Kleinstspiel; Größtspiel	Kleinst-spiel	0,2	0,05
		Größt-spiel	0,5	0,2

Für die Höhe *h* der Kohlebürste werden Toleranzen nicht vorgeschrieben.

Oktober 1928. Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Zuschriften mit dem Bemerk „Betrifft AEF" sind zu richten an die Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin W 35, Potsdamer Straße 118a II, Fernspr. Amt Kurfürst 9697.

Wandtafeln.

Der AEF hat von den bis jetzt festgestellten Formel- und Einheitszeichen Wandtafeln herstellen lassen, und zwar:

3 Tafeln Formelzeichen } im DIN-Format A 1
2 „ Einheitszeichen } (59,4 × 84,1 cm²).

Sie sind zum Preise von 35 Pf je Tafel von der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins in Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II (Voreinsendung auf Postscheckkonto Berlin 13 302; Bestellung auf dem Abschnitt) zu beziehen. Verpackung und Porto für 1 bis 5 Tafeln 55 Pf.

Strecker.



SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechnische Gesellschaft zu Frankfurt a. Main. a) 27. X. 1928, nachm. 4 h, Besichtigung des Frankfurter Funksenders (m. Damen). b) 7. XI. 1928, abds 8 h, Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Str. 47: Vortrag Dipl.-Ing. E. R. Ritter, „Elektro-Hauswirtschaft und Eltwerke".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 30. X. 1928, abds. 8 h, T. H. Hörsaal 42: Vortrag Obering. Kühns, „Moderne Selbstschalter in Schaltanlagen. Konstruktionen, Versuche und Schaltungen".

Elektrotechn. Verein zu Aachen. 31. X. 1928, abds. 8 h, Elektrot. Inst. d. T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. König, „Theorie und Praxis im Bau von Hochspannungsapparaten".

Physikalische Gesellschaft zu Berlin (gemeinsam mit der Dt. Gesellschaft für technische Physik). 26.X. 1928, abds. 5½ h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. Universität, Reichstagsufer 7/8: a) Vortrag M. Czerny, „Versuche zur Entwicklung einer Methode zur Ultrarot-Photographie"; b) Vortrag R. Jaeger, „Eine Kompensationsmethode zur Messung schwacher Ströme" (mit Vorführungen).

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Bemerkung zur harmonischen Analyse[1].

Das nachstehend beschriebene rechnerische Verfahren zur harmonischen Analyse einer periodischen Funktion dürfte für den Fachmann von Wert sein, zumal es gestattet, die Rechnung Hilfskräften anzuvertrauen, die lediglich sichere Zahlenrechner sein müssen.

Zur Ermittlung der Fourier-Koeffizienten

$$\begin{matrix} a_m \\ b_m \end{matrix} = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} y \begin{matrix} \cos m x \\ \sin m x \end{matrix}\, \mathrm{d}x$$

bestimmt man zunächst den Teil des Integrals, der einer Viertelwellenlänge von $\sin m x$ entspricht, also

$$\int_0^{\frac{\pi}{2m}} y \sin m x \,\mathrm{d}x .$$

Wir ersetzen dabei y näherungsweise durch eine ganze rationale Funktion zweiten Grades, die die Werte y_0, y_1, y_2 für $m x = 0$, $m x = \frac{\pi}{4}$, $m x = \frac{\pi}{2}$ annimmt. Diese rationale Funktion von der Form $c + d x + f x^2$ hat die Koeffizienten

$$c = y_0,\quad d = \frac{2m}{\pi}\,[-3 y_0 + 4 y_1 - y_2],$$

$$f = \frac{8m}{\pi^2}\,[y_0 - 2 y_1 + y_2] .$$

Mit den Werten

$$\int_0^{\frac{\pi}{2m}} \sin m x = \frac{1}{m},\quad \int_0^{\frac{\pi}{2m}} x \sin m x \,\mathrm{d}x = \frac{1}{m^2},$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2m}} x^2 \sin m x \,\mathrm{d}x = \frac{2}{m^3}\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)$$

folgt dann:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2m}} (c + d x + f x^2) \sin m x \,\mathrm{d}x$$

$$= \frac{1}{m}\,[0{,}0055\, y_0 + 0{,}6958\, y_1 + 0{,}2887\, y_2] .$$

Summiert man die Resultate für das ganze Intervall $0 \ldots 2\pi$, so ergibt sich:

$$a_m = \frac{1}{m\pi}\Big\{ 0{,}2887\, y_0 + 0{,}6958\,[y_1 - y_3 - y_5 + y_7 + y_9 - \ldots] + 0{,}5774\,[-y_4 + y_8 - y_{12} + \ldots] + 0{,}2887\, y_{8m} \Big\}$$

$$b_m = \frac{1}{m\pi}\Big\{ 0{,}0155\, y_0 + 0{,}6958\,[y_1 + y_3 - y_5 - y_7 + y_9 + \ldots] + 0{,}5774\,[y_2 - y_6 + y_{10} - \ldots] - 0{,}0155\, y_{8m} \Big\} .$$

Das erhaltene Resultat kann dann noch verbessert werden auf Grund folgender Verhältnisse. Nimmt man an, die vorgelegte Funktion sei in Form einer Fourier-Reihe

$$\frac{A_0}{2} + A_1 \cos x + A_2 \cos 2x + \ldots + B_1 \sin x + B_2 \sin 2x + \ldots$$

gegeben, und wendet man die gegebene Methode hierauf an, so erhält man die angenäherte Reihe

$$\frac{A_0}{2} + a_1 \cos x + a_2 \cos 2x + \ldots + b_1 \sin x + b_2 \sin 2x + \ldots,$$

worin:

$$a_1 = \alpha A_1 - \beta A_3 - \beta A_5 + \alpha A_7 + \alpha A_9 - \ldots \qquad b_1 = \alpha B_1 + \beta B_3 - \beta B_5 - \alpha B_7 + \alpha B_9 + \ldots$$

$$a_2 = \alpha A_2 - \beta A_6 - \beta A_{10} + \ldots \qquad b_2 = \alpha B_2 + \beta B_6 - \beta B_{10} - \ldots$$

$$a_3 = \alpha A_3 - \beta A_9 - \ldots \qquad b_3 = \alpha B_3 + \beta B_9 - \ldots$$

$$a_4 = \alpha A_4 - \beta A_{12} - \ldots \qquad b_4 = \alpha B_4 + \beta B_{12} - \ldots$$

$$a_5 = \alpha A_5 - \beta A_{15} - \ldots \qquad b_5 = \alpha B_5 + \beta B_{15} - \ldots$$

mit

$$\alpha = \frac{2}{\pi}\,[0{,}6958\sqrt{2} + 0{,}5774] = 0{,}9940$$

$$\beta = \frac{2}{\pi}\,[0{,}6958\sqrt{2} - 0{,}5774] = 0{,}2588 .$$

Setzt man dann näherungsweise

$$\alpha B_1 + \beta B_3 - \beta B_5 = b_1$$

$$\alpha B_3 = b_3$$

$$\alpha B_5 = b_5,$$

so erhält man die verbesserten Werte

$$B_1 = \frac{1}{\alpha}\left[b_1 - \frac{\beta}{\alpha}(b_3 - b_5)\right]$$

$$B_3 = \frac{1}{\alpha} b_3,\qquad B_5 = \frac{1}{\alpha} b_5 \text{ usw.}$$

unter der Annahme, daß die Koeffizienten mit höherem Index einen zu vernachlässigenden Einfluß haben.

Rechnet man das einfache Zahlenbeispiel

$$y = 10 \sin x - \sin 3x + 0{,}5 \sin 5x$$

nach der hier dargelegten Methode durch, so erhält man:

$$b_1 = 9{,}552,\quad b_3 = -0{,}9942,\quad b_5 = 0{,}4975,\quad b_7 = 0{,}0001,$$

und nach Anbringung der Korrekturen:

$$B_1 = 10{,}0000,\quad B_3 = -1{,}0002,\quad B_5 = 0{,}5005 .$$

Die Abweichung von den ursprünglichen Koeffizienten ist also geringer als $^1/_{10}$ %.

Die Koeffizienten b_6 und b_8 usw. kann man mit denselben Funktionswerten wie b_3 und b_4 usw. berechnen, wenn man anstatt wie vorher die Viertelwellenlänge nunmehr die halbe Wellenlänge als Ausgangspunkt nimmt. Mit

$$\int_0^{\frac{\pi}{m}} \sin m x \,\mathrm{d}x = \frac{2}{m},\quad \int_0^{\frac{\pi}{m}} x \sin m x \,\mathrm{d}x = \frac{\pi}{m^2},$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{m}} x^2 \sin m x \,\mathrm{d}x = \frac{1}{m^3}(\pi^2 - 4)$$

folgt

$$\int_0^{\frac{\pi}{m}} (c + d x + f x^2)\,\mathrm{d}x \sin m x = \frac{1}{m}\,[0{,}19\,(y_0 + y_4) + 1{,}62\, y_2]$$

und damit

$$a_m = \frac{1}{m\pi}\,.\,1{,}62\,[y_0 - y_4 + y_8 + \ldots + y_{8m}]$$

$$b_m = \frac{1}{m\pi}\Big\{ 0{,}19\, y_0 + 1{,}62\,[y_2 - y_6 + y_{10} - \ldots] - 0{,}19\, y_{8m} \Big\} .$$

Hamburg, 16. IV. 1928. Georg Duffing.

[1] Das Verfahren wurde erstmalig vom Verfasser 1916 im Ausschuß für Mechanik des VDI vorgetragen. Es scheint aber in Vergessenheit geraten zu sein, denn fast derselbe Rechnungsgang wurde 1927 von Nowakowski in der Z. angew. Math. u. Mech., S. 501, beschrieben.

Der Nutungsfaktor in elektrischen Maschinen.

In der Arbeit „Der Nutungsfaktor in elektrischen Maschinen" von Dr. WEBER (ETZ 1928, S. 858) scheint dem Verfasser ein Versehen unterlaufen zu sein. CARTER definiert eine von ihm abgeleitete Größe, die ich, um Verwechslungen vorzubeugen, an dieser Stelle mit α bezeichne. Diese Größe gibt nach CARTERS eigener Festlegung multipliziert mit der Nutenbreite die Verminderung des Flusses. Bezeichnet demnach s die Nutenbreite (in Übereinstimmung mit RICHTER, „Elektrische Maschi-

nen", während Dr. WEBER *o* schreibt), so kann man sich den genuteten Anker so vorstellen, daß die unendlich tiefe Nut eine Breite αs hat und streuungsfrei ist, während der Zahn eine Breite $(t - \alpha s)$ besitzt und überall die konstante Induktion B_{max} hat. Dagegen ist die von RICHTER angeführte Breite s' für die Einbuchtung der Induktion eine ganz andere Größe. Man könnte diese vielleicht als die Breite einer Nut darstellen, die so weit verflacht ist, daß die Induktion $(B_{max} - B_0)$ darin herrscht. Daß diese Breite $s' > s$ wird, ist nicht weiter verwunderlich. Es gelten die Beziehungen

$$\sigma = \frac{s'}{s} = \frac{\gamma \delta}{\beta s} = \frac{\alpha}{\beta}.$$

Der Cartersche Faktor ist stets < 1.

Über die Berechtigung der vom Verfasser vorgeschlagenen Korrektionsrechnung für die Berechnung der magnetischen Spannung im Luftspalt dürften nach den Ergebnissen der auf S. 861 berechneten Zahlentafel 2 einige Zweifel bestehen, da seine Ergebnisse von denen nach dem Carterschen Faktor berechneten abweichen und die Richtigkeit des letzteren durch Versuche wiederholt bestätigt worden ist. Ich erwähne hier folgendes:

1. ARNOLD hat eine große Reihe von Versuchen an Synchronmaschinen ausgeführt und diese Versuche durch eine Formel interpretiert. Diese Versuche sind in „Wechselstromtechnik" Bd. 4 in der 1. Auflage veröffentlicht.
2. Ferner hat ARNOLD mit Hilfe der Stromlinienmethode nach HELE-SHAW eine große Menge von Fällen graphisch ebendort berechnet.
3. Der frühere Assistent von ARNOLD, Herr T. F. WALL, hat ebenfalls eine größere Anzahl von Versuchen an einem Prüfapparat durchgeführt und die Ergebnisse vor der Institution of Electrical Engineers, Manchester, vorgetragen (eingereicht am 11. XI. 1907).

Alle diese Versuche zeigen praktisch eine gute Übereinstimmung mit dem Carterschen Faktor, so daß die vorgeschlagene Korrektionsrechnung wohl nicht erforderlich ist.

Mülheim-Ruhr, 9. VI. 1928. E. Jasse.

Erwiderung.

Die Voraussetzung der unendlichen Nutteilung, die W. CARTER macht, um überhaupt mit Hilfe der konformen Abbildung einfache mathematische Ergebnisse zu gewinnen, bedingt, daß die Induktion theoretisch nur im unendlich Fernen den ursprünglichen Wert B_{max} beibehält, jedoch an allen Stellen im Endlichen einen kleineren Wert aufweist. Praktisch fällt dies nicht sehr ins Gewicht, solange die Nutöffnung im Verhältnis zur Nutteilung klein bleibt, denn dann kann man annehmen, daß in Zahnmitte genügend genau B_{max} herrscht, wie erforderlich. Wird jedoch die Nutöffnung groß, so kann man kaum mehr mit praktisch hinreichender Genauigkeit voraussetzen, daß noch innerhalb der Nutteilung die Induktion den Wert B_{max} erreicht, vielmehr wird der Verlauf mittels der konformen Abbildung ungefähr wie die untenstehende Skizze (Abb. 1) zeigt erhalten. Abgesehen davon, daß die analytische Darstellung des Induktionsverlaufes über der Nut mittels der konformen Abbildung mathematisch sehr kompliziert ist, kann sie also, solange die unendliche Nutteilung Voraussetzung bleibt, gar keine richtige Aussage über das Nutungsfeld machen. Die von mir aus R. RICHTER, „El. Maschinen" zitierte scheinbare Nutöffnung s' ist wohl eine willkürliche Definition; sie gibt aber einen ungefähren Anhaltspunkt für den oben geschilderten Verlauf des Nutungsfeldes. Denn wird einmal $s' > t$, so muß auch praktisch der Beginn der Induktionsenkung nach der konformen Abbildung schon weit außerhalb der Nutteilung liegen. Nicht im Nutungsfaktor sondern im Nutungsfeld, das der Rechnung zugrunde gelegt wird, zeigt sich also die Unstimmigkeit der Annahme unendlicher Nutteilung, und dies sollte durch den verhältnismäßig einfachen Ansatz nach Gleichung (9) der Originalarbeit vermieden werden, denn jetzt ist die Periodizität gerade durch die Nutteilung gegeben. Also ist Gl. (9) ein sicher physikalisch verträglicher Ansatz.

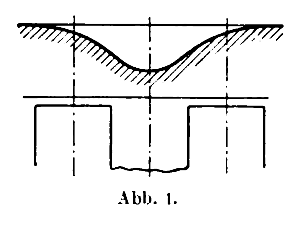


Abb. 1.

Herr JASSE zieht aber die Berechtigung der in meiner Arbeit abgeleiteten Formel für den Nutungsfaktor in Zweifel und beruft sich auf die gewiß sehr mühevollen und lehrreichen Untersuchungen E. ARNOLDs und seiner Schule, welche zurückgehen auf die Stromlinienmethode von HELE-SHAW, HAY und POWELL[1]. Die Nachrechnung der dort gegebenen Zahlentafel über den Vergleich von Stromlinienmethode und Carterscher Rechnung, die ich hier nicht zahlenmäßig anführen will, ergibt nach der neuen Formel im allgemeinen größere Werte und eine maximale Abweichung von etwa 8 %. Es sind nur offene Nuten untersucht worden, mit einem Verhältnis von Nutteilung zu Nutbreite in den Grenzen $1{,}5 \leq \frac{t_n}{b_n} \leq 3{,}0$, und in diesen Bereich fallen die Reihen 1 und 3 aus der Zahlentafel 2 meiner Arbeit. Nun stimmen aber gerade diese beiden Werte mit der von REZELMANN durch Vergleich von Versuchen empirisch ermittelten Formel[2] recht gut überein, jedenfalls besser als mit der Carterschen Formel. Alle anderen Nutenverhältnisse der Zahlentafel 2 beziehen sich auf halb- oder vollkommen geschlossene Nuten, und für diese Nutenformen schlägt schon E. ARNOLD[3] vor, eine größere als die wirkliche Nutöffnung einzuführen, weil die Stege bei verhältnismäßig geringen Zahninduktionen bald gesättigt sind. Insbesondere bei Asynchronmotoren ist die Berechnung des Magnetisierungstromes aus diesem Grunde sehr unsicher. Daß in diesen Fällen die neue Formel größere Werte liefert als alle anderen Formeln, ist nur erwünscht, da dann ein Teil der geschätzten Zuschläge entfallen kann.

Über das Erfordernis oder Nichterfordernis der neuen Formel kann man daher nicht recht allgemein urteilen. Der angenommene einfache Verlauf des Nutungsfeldes liefert ja eine Formel, welche die neueren empirischen Tatsachen anscheinend besser als alle bisherigen Formeln verbindet. Gleichzeitig zeigt dieser Umstand auch in gewissem Sinne die Richtigkeit der angenommenen Nutungswelle; denn Nutungskurve und Nutungsfaktor hängen theoretisch innig zusammen. Ob man in einem solchen Falle auch Rücksicht nehmen soll auf gewisse ältere Tatsachen, muß eine offene Frage bleiben, da kein offensichtlicher Zwang vorliegt. Oder aber, und auch diese Ansicht ist möglich, man beschränkt jede Erfahrungstatsache auf den Erfahrungskreis, aus dem sie gewonnen wurde, und verzichtet überhaupt auf eine allgemein gültige Formel. Dieser letztere Weg wird sogar innerhalb der einzelnen Firmen ohne besondere Betonung begangen, da jede größere Firma in ihrem Berechnungsbureau im eigenen Bereich erprobte und stetig fortentwickelte Formeln besitzt.

Nachschrift. Herr I. L. LA COUR hatte die große Freundlichkeit, mich auf einen Ablesefehler in der Rechnung der Zahlentafel 2 aufmerksam zu machen. In Sp. 4 ist für die Arnoldsche Formel $X = 0{,}47$ einzusetzen (ich hatte $X = 0{,}42$ abgelesen), womit sich dann der Nutungsfaktor 1,0075 ergibt statt 1,022, also eine ausgezeichnete Übereinstimmung mit der neuen Formel, die den Wert 1,0070 errechnet, festzustellen ist.

Wien, 27. VI. 1928. E. Weber.

LITERATUR.

Besprechungen.

Anleitungen zum Arbeiten im Elektrotechnischen Laboratorium. Von E. Orlich. 1. Teil. 2. durchgesehene Aufl. Mit 74 Textabb., IV u. 94 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 3,15 RM.

Das Büchlein verdankt dem mehrfach geäußerten Wunsche nach einer gedruckten Ausgabe der Anleitungen zu den Aufgaben des elektrotechnischen Laboratoriums der T. H. Berlin seine Entstehung. Es ist daher in erster Linie für die Studierenden der elektrotechnischen Abteilung dieses Institutes, und zwar für den Anfängerkurs, bestimmt und bildet eine Ergänzung zu den Vorlesungen über Meßkunde. Der Inhalt umfaßt nach allgemeinen Regeln über das Arbeiten im Laboratorium und über Energiequellen die Anleitungen zu den grundlegenden

[1] ETZ 1905, S. 350.
[2] E. Arnold-I. L. la Cour, Die Gleichstrommaschine, Bd. I, S. 134. Verlag Julius Springer, Berlin 1919.
[3] Wechselstromtechnik Bd. IV, 2. Aufl., S. 79, und Bd. V, 1. Aufl. S. 43.

Messungen, wie Widerstands- und Isolationsmessung, Fehlerortbestimmung, Messungen mit dem Kompensationsapparat, Prüfung von Meßinstrumenten und Zählern, magnetische Messungen, Untersuchungen im Drehstromsystem und Leistungsmessung und die wichtigsten Untersuchungen an Maschinen und Transformatoren. Von großem Wert ist die Verwendung vorschriftsmäßiger Bildzeichen und die Aufnahme von Auszügen aus den Regeln des VDE. Dank der klaren übersichtlichen Darstellung der Meßgrundlagen und der Wirkungsweise der Apparate geht der Wert dieser Anleitungen über ihre eigentliche Bestimmung hinaus, so daß sie jedem Fachmann, der nicht gerade Spezialist auf dem Gebiete der elektrischen Meßkunde ist, zum Studium oder zur Anleitung bei Messungen wärmstens empfohlen werden können.

Die von Orlich verwendete Bezeichnungsweise und der gewählte Drehsinn der Spannungsvektoren im Drehstromnetz werden nicht von allen Autoren geteilt, vielmehr findet man die verschiedensten Bezeichnungen angewendet und den Drehsinn einmal im Uhrzeigersinn, meistens aber entgegengesetzt angegeben. Ich möchte daher an dieser Stelle darauf hinweisen, daß es besonders auch im Interesse der Studierenden erwünscht wäre, wenn auch in diesem Punkt bald eine Vereinheitlichung durch Vorschriften erreicht würde. Ebenso wäre es zu begrüßen, wenn die von Orlich verwendeten Bezeichnungen Wirk-, Blind- und Scheinwiderstand und entsprechend Wirk-, Blind- und Scheinleitwert allgemein eingeführt würden und Bezeichnungen wie Reaktanz, Impedanz, Konduktanz usw. fallen gelassen würden.

Beetz.

Starkstromtechnik. Bearb. v. mehr. Fachgen. Herausg. von Dr. L. Graetz. Mit 475 Fig. i. Text, VIII u. 457 S. in gr. 8°. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1928. Preis geh. 36 RM, geb. 38,60 RM.

Das Werk ist ein Sonderdruck der Abschnitte über Starkstromtechnik aus dem bekannten Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus von Graetz. Es enthält die Abschnitte Gleichstrommaschinen, synchrone Wechselstrommaschinen von Hugo Stössinger, Die Transformatoren und Asynchronmaschinen von Gerhard Reerink, Die Umformer von Max Zorn, Elektrische Gleichrichter von J. Jungmichl. Diese Abschnitte bilden den Band 5, Lieferung 2 des Graetzschen Handbuches, derselbe ist S. 810 der ETZ 1928 besprochen, worauf hier verwiesen sein möge. Neu hinzu kommt in diesem Buch ein Abschnitt über Kommutatormaschinen von Gerhard Reerink und über Kraftwerke von J. Sessinghaus.

Der Abschnitt über Kommutatormaschinen gibt einen Überblick über deren wichtigste Bauarten. Der Abschnitt leidet wie in allen ähnlichen Werken unter dem Widerspruch der relativ geringen praktischen Bedeutung, welche eine breitere Darstellung verbietet, zu der Vielseitigkeit der elektrischen Zusammenhänge, welche aus pädagogischen Gründen ausführlicher herausgearbeitet werden sollten. Die Behandlung hat Ähnlichkeit mit jener in dem speziellen Werk von Schenkel, auf welches zur Ergänzung aufmerksam gemacht sei. Der Abschnitt über Kraftwerke schließt sich den vorhergehenden als eine klare und übersichtliche Ergänzung an, er vermittelt ein gutes Bild der neuzeitlichen elektrischen Anlagen.

In verschiedenen Diagrammen (Abb. 317, 320, 321, 325) ist der Zeitvektor einer Blindspannung mit $\dot{J}x$ bezeichnet. Dies ist nicht in Ordnung: entweder muß es heißen $j\dot{J}x$ oder einfach Jx (ohne Punkt), dann muß auch der Pfeil wegbleiben, Jx bedeutet eben dann nur die Größe der Strecke.

Nach dem Vorwort des Herausgebers soll das Buch eine möglichst vollständige, aber nicht zu umfangreiche Darstellung der neuzeitlichen Starkstromtechnik darstellen. Dieses Ziel dürfte erreicht sein.

R. Brüderlink.

Die selbsttätige Signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn. Von Obering. A. Bothe. Mit einem Geleitwort von Geh. Baurat Dr. Kemmann. Mit 116 Textabb., 18 Taf., X u. 164 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geb. 32 RM.

Es ist das hervorragende Verdienst von Kemmann, die in Deutschland bestehende Abneigung gegen selbsttätige Signalsysteme besiegt und auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn ein Signalsystem eingeführt zu haben, wie es für Nahbahnen mit dichter Zugfolge allein geeignet ist. Es ist sein kaum geringeres Verdienst, in seinen „Vorstudien“ (1914) und in dem 1921 erschienenen ausführlichen Werk: „Die selbsttätige Signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn nebst einigen Vorläufern“ (vgl. ETZ 1921, S. 1409) eine erschöpfende Grundlage für das Verständnis und die entwurfsmäßige Behandlung solcher Anlagen geschaffen zu haben. Im Einvernehmen mit ihm behandelt jetzt in einem dritten Werk Alfred Bothe den jetzigen Zustand der Signalanlagen, wobei seine eigene schaffende langjährige Tätigkeit als Oberingenieur der Berliner Hochbahngesellschaft ihm die für den Leser besonders wertvolle Fähigkeit verliehen hat, die Entwicklung der Anlagen aus ihrem ursprünglichen Zustande zur jetzigen Vollkommenheit unter genauer Darlegung der Gründe für jede vorgenommene Änderung zu schildern.

Aus der Fülle des Inhalts kann hier nur einzelnes herausgegriffen werden. Nach Erwähnung der früheren und Erklärung der jetzigen Erzeugung und Verteilung des Signalstromes wird der Leser mit dem Blocktransformator und der Anordnung der Signalzubehörteile bekanntgemacht. Genau beschrieben werden u. a. die neueste Ausbildung der jetzt ausschließlich verwendeten Taglichtsignale, die verschiedenen Arten der Fahrsperren und Bremsauslösevorrichtungen, die Schaltung des Gleisstromkreises, die Vorrichtungen zu dessen Sicherung, die Schienenstoßprüfung und die Anordnung der Isolierstöße in Weichengebieten. Aus der eingehenden Behandlung des Drosselstoßes (Impedanzverbinder) ist besonders bemerkenswert, wie bei Gleisabschnitten, deren Schienen ungleichen Widerstand haben (z. B. wo in Krümmungen die eine Schiene mit Zwangschiene versehen ist), die hieraus sich ergebenden Schwierigkeiten überwunden werden.

Nach Erläuterung der Signalschaltung auf durchlaufender Strecke, also bei rein selbsttätigen Signalen, werden das Gefahrsignal und der Gefahrschalter beschrieben. Der eine schnelle Zugfolge ermöglichende selbsttätige Signalwechsel gestattet an sich dem Bahnsteigbeamten nicht ohne weiteres in Gefahrfällen oder aus betrieblichen Gründen eine selbsttätig gegebene Einfahrt widerrufen zu können. So hat Bothe eine Notsignalisierung geschaffen, d. h. eine Einrichtung, mittels deren der Bahnsteigbeamte von mehreren Stellen des Bahnsteigs aus die Fahrtfreistellung des betreffenden Signals und der zugehörigen Fahrsperre verhindern oder rückgängig machen kann. Da es hierbei vorkommen kann, daß das Einfahrsignal und seine Fahrsperre die Haltstellung erst einnehmen, wenn der Führerwagen mit seinem Bremsauslöser bereits vorbeigefahren ist, wird dem Zugführer durch das aus drei roten Lichtern übereinander bestehende Gefahrsignal, das beim Auf-Halt-Stellen des Einfahrsignals gleichzeitig eingeschaltet wird, in der Nähe des Bahnsteiganfangs nochmals Halt geboten. Dem Vernehmen nach ist durch diese Einrichtung schon mehreren Personen das Leben gerettet worden.

Zu der Behandlung der halbselbsttätigen Signale übergehend, beschäftigt sich das Werk (im zweiten Abschnitt) zunächst mit der Sicherung der Züge im Weichengebiet und mit den Einrichtungen der Stellwerke, die in Wort und Bild eingehend vorgeführt werden. Die Fahrstraßenfestlegung tritt bei den halbselbsttätigen Signalen nicht durch die Bedienung des Fahrstraßensignalschalters sondern, um möglichst lange einen Fahrstraßenwechsel vornehmen zu können, selbsttätig durch den Zug ein, sobald er in den der Fahrstraße vorliegenden Gleisabschnitt einfährt (Annäherungsverschluß). Der Fahrstraßensignalschalter wird durch die Zwischensperre bei 30° so lange an der Rücklegung in die Grundstellung gehindert, bis die zur Fahrstraße gehörenden Gleisabschnitte vom Zuge geräumt sind, indem der Stromschluß für den Fahrstraßensperrmagneten vom Zustandekommen der betreffenden Gleisstromkreise abhängt. Kann ein halbselbsttätiges Signal wegen Störung nicht auf Fahrt gestellt werden, so wird, statt der auf den gewöhnlichen Eisenbahnen verwendeten schriftlichen Befehle, die Fahrterlaubnis durch das „Befehlsignal“ erteilt, das in solchen Fällen durch Betätigung eines besonderen Schalters im Stellwerk unter dem versagenden Signal die Schrift „10 km“ aufleuchten läßt.

Die im Bilde vorgeführte, hinter dem Stellpult angebrachte Fahrschautafel läßt auf dem Plan der durchleuchtend erscheinenden Gleisanlage des Bahnhofs mit Angabe aller Isolierstöße, Signale, Gleisbenennungen und Gleisabschnittsbezeichnungen durch Abdunkelung von Gleisabschnitten erkennen, daß sie besetzt sind. So kann man auch am Fortschreiten der Abdunkelung von Gleisabschnitt zu Gleisabschnitt die Bewegung der Züge verfolgen.

Einen besonders wertvollen Teil des Buchinhaltes bilden die an Umfang den laufenden Text weit übertreffenden Tafeln. In einem erheblichen Teil dieser Tafeln sind die Schaltvorgänge bei halbselbsttätigem Signalbetrieb jedesmal in zwei übersichtlich nebeneinander gestellten Darstellungen erläutert, nämlich einer technisch-bildlichen und der von Siemens & Halske geschaffenen, rein schematischen „Einstrichschaltung", so daß durch Vergleich beider Darstellungsweisen unter Benutzung der reichlichen Beschriftung es dem Leser erleichtert wird, sich zurechtzufinden. So werden nicht nur die verwickelten Fälle von Gleisverzweigungen und Gleisvereinigungen verständlich, sondern es findet auch die Schaltung einer vollständigen Bahnhofsanlage ihre Erklärung.

Von besonderer Bedeutung für Aufstellung von Entwürfen ist der dritte Abschnitt des Werkes: „Signalstandort- und Zugfolgeermittelung". Hier wird gezeigt, wie aus den nach dem Pforrschen Verfahren gezeichneten Fahrschaulinien die Schutzstreckenlängen und damit auch die Standorte der Einfahr- und Zwischensignale ermittelt werden können. Die Ausfahrsignale, die bei den älteren Bahnhöfen der Berliner Nordsüdbahn mit knapper Bahnsteiglänge 5 m hinter Bahnsteigende angeordnet sind, hat man bei den neueren, längeren Bahnsteigen am Bahnsteigende aufgestellt; die Isolierstöße liegen 5 ... 10 m hinter den Ausfahrsignalen. Es ist dann weiter an Hand ausführlicher, mehrfarbiger Tafeldarstellung gezeigt, wie aus den Fahrschaulinien und dem Signalplan einer Bahnlinie der bildliche. Fahrplan, der Steuer- und Schutzstreckenplan und damit die Zugfolge und der Zeitrückhalt zeichnerisch ermittelt werden können, wobei besonders nachgewiesen wird, wie die Zugfolge durch Anordnung von Nachrücksignalen, Zwischensignalen und Hilfseinfahrsignalen verbessert werden kann. Aus einem Sonderabschnitt ist zu ersehen, welche Lage man den Weichen und Signalen in Stellwerksbezirken zu geben hat, um eine für die Zugfolge möglichst vorteilhafte Einteilung der Gleisabschnitte zu erzielen.

Ein vierter Abschnitt des Werkes befaßt sich kurz mit den weiteren Sicherungseinrichtungen für den Betrieb, u. a. mit der Beleuchtungsanlage, den Streckenfernsprecher-, Eilruf- und Uhrenanlagen. Die hierzu gehörige große Tafel führt neben dem Linienplan des Gesamtnetzes das viel verschlungene Kabelnetz und die Energieverteilung auf den Berliner Hoch- und Untergrundbahnen vor Augen.

Das Bothesche Buch, dessen vorzügliche drucktechnische Ausstattung bei dem Springerschen Verlage selbstverständlich ist, schließt sich als dritter Band würdig den beiden ersten, von Kemmann verfaßten, an. Für alle, die sich mit selbsttätiger Zugsicherung wissenschaftlich oder praktisch zu befassen haben, bildet es eine reiche Fundgrube der Belehrung und einen unentbehrlichen Ratgeber.

W. Cauer.

Die Widerstandsfähigkeit von Dampfkesselwandungen. Samml. von wissenschaftl. Arbeiten dt. Materialprüfungs-Anstalten. Herausg. von der Vereinigung der Großkesselbesitzer E. V. 1. Bd. Stuttgarter Arbeiten bis 1920 mit einem Anhang neuerer Stuttg. Arbeiten. Mit 176 Textabb., VIII u. 81 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 13,50 RM.

Als Anfang 1921 die Vereinigung der Großkesselbesitzer gegründet wurde, die es als ihre Hauptaufgabe betrachtete, eine Klärung der schädigenden Vorgänge im Kesselblech und die Beseitigung ihrer Ursachen herbeizuführen, wurde die allgemeine Aufmerksamkeit auf die bis dahin erschienenen zahlreichen Arbeiten des Prof. v. Bach gelenkt. Die in ihnen niedergelegten Erkenntnisse über die Vorgänge im Kesselblech unter den Einflüssen der Herstellung, der Verarbeitung und des Betriebes sind in einem Zeitraum von vier Jahrzehnten durch v. Bach und seine Mitarbeiter an der Materialprüfungsanstalt Stuttgart gewonnen worden. Leider hatten sie bis 1921 in der Fachwelt nicht die verdiente Beachtung gefunden, sonst wäre bei ihrer rechtzeitigen Verwertung manche bittere Lehre erspart geblieben. Erst die zum Teil stürmische Entwicklung auf dem Gebiete des Kesselbaues in der Nachkriegszeit, die eine Steigerung der Kesselleistung und Dampfspannung mit sich brachte und damit erhöhte Anforderungen an das Kesselmaterial stellte, hat die Arbeiten von Bachs ins rechte Licht gerückt. Um sie nun in zweckmäßiger Form der Allgemeinheit und besonders den an der Betriebsicherheit der Dampfkessel interessierten Kreisen zugänglich zu machen, beschloß die Vereinigung der Großkesselbesitzer in ihrer Hauptversammlung in Kiel am 12. IX. 1924, sie in dem vorliegenden Sammelwerk zusammenzufassen. Ergänzt wird das Werk durch Arbeiten des Mitarbeiters von v. Bach, Prof. Baumann, und einige andere Autoren. Sie passen um so besser in den Rahmen des Werkes, als sie das Fachgebiet betreffen und zumeist von v. Bach angeregt oder beeinflußt sind. Alle Arbeiten, die ein bestimmtes Gebiet, wie z. B. das der Nietung oder Schweißung, behandeln, sind jeweils in einer Gruppe zusammengefaßt. Unter Hinweis auf die Stelle in der Fachliteratur, an der die Arbeiten veröffentlicht sind, werden sie in dem vorliegenden Werk im Auszug mehr oder weniger ausführlich wiedergegeben, je nachdem die Arbeit für den heutigen Kesselbau noch Wert hat oder nicht. Dem vielbeschäftigten Betriebsingenieur und Kesselbauer steht hier ein Werk zur Verfügung, das ihm in kurzer Zeit einen Einblick in das Schaffen eines großen Meisters deutscher Technik gibt. Ein Urteil über den Wert des Inhaltes an dieser Stelle abzugeben, erübrigt sich. Dafür bürgt die Persönlichkeit v. Bachs.

In sinnvoller Weise hatte die Vereinigung der Großkesselbesitzer als Zeitpunkt der Veröffentlichung des Werkes den 8. III. 1927 gewählt, weil v. Bach an diesem Tage seinen 80. Geburtstag feiern konnte. An dieser Stelle sei dem Wunsche Ausdruck gegeben, daß unser Meister noch manches Jahr der deutschen Industrie und Technik mit seinem reichen Wissen zur Verfügung stehen möge.

Dipl.-Ing. Block.

Eisenbahn-Verkehrsordnung (EVO). Gültig vom 1. Oktober 1928 ab. Im Reichsverkehrsministerium durchgesehene Ausgabe. Mit 111 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis kart. 3,60 RM.

Gemäß der Verordnung über die Einführung einer neuen Eisenbahn-Verkehrsordnung vom 16. V. d. J. wird die Eisenbahn-Verkehrsordnung vom 23. XII. 1906 (Reichsgesetzbl. 1909, S. 93) durch die vorliegende ersetzt, die am 1. X. 1928 in Kraft tritt. Eine Begründung des Reichsverkehrsministeriums zur neuen Eisenbahn-Verkehrsordnung ist im Anhang beigegeben, und die neuen Bestimmungen sind, soweit sachliche Änderungen gegenüber dem bisherigen Zustand vorgenommen wurden, erläutert. Die in vieler Beziehung seit dem Jahre 1909 geänderten Verhältnisse in der Beförderung von Personen, Gepäck und Gütern, aber namentlich auch die neue Fassung des Internationalen Übereinkommens über den Eisenbahnfrachtverkehr (I. Ü. G.) vom 23. X. 1924 und das am gleichen Tage abgeschlossene Internationale Übereinkommen über den Eisenbahn-Personen- und Gepäckverkehr (I. Ü. P.) haben die Überprüfung und Änderung der alten EVO erforderlich gemacht. Die beiden Internationalen Übereinkommen treten gleichfalls am 1. X. d. J. in Kraft. Das Verhältnis der Eisenbahn zu den anderen Verkehrsmitteln, insbesondere zu Kraftwagen und Luftfahrzeugen, ist durch die neue EVO noch nicht geregelt, doch wird durch sie das Zusammenarbeiten gefördert. Mit der österreichischen Verkehrsordnung ist die deutsche möglichst in Übereinstimmung gebracht.

Przygode.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hans Birnbaum, Die Anlaßvorgänge im gehärteten Stahl u. ihre Beeinflussung durch Silizium u. Nickel. T. H. Berlin 1928. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 1928.

Günther Eggeling, Beitrag zur allgemeinen Theorie der elektrostatischen u. elektromagnetischen Kopplung zwischen Starkstrom- (Hochspannungs-) u. Fernmelde- (FM-) Leitungen im stationären Zustand. T. H. Berlin 1928. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1928.

Hermann Hoeck, Über den Culm an der Edertalsperre. T. H. Berlin 1928. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung G. m. b. H., Stuttgart 1928.

Paul Junius, Über die Einwirkung von Chlorwasserstoff u. Ammoniumchlorid auf Metalle (Auszug). T. H. Berlin 1927.

Adolf Ludovici, Ruhrkohle u. rheinische Braunkohle. 1914 bis 1926. T. H. Berlin 1927.

Richard Wagner, Die Bestimmung der Dauerfestigkeit der knetbaren, veredelbaren Leichtmetallegierungen. T. H. Berlin 1928.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die deutsche Elektroindustrie im dritten Vierteljahr 1928[1]. — Der Wirtschaftsbericht der Industrie- und Handelskammer zu Berlin vom September 1928[2] äußert sich über die Lage der Elektroindustrie im dritten Vierteljahr folgendermaßen:

Die Beschäftigung wie auch der Eingang neuer Bestellungen blieb im ganzen auf der Höhe der vorangegangenen Monate. Ein leichtes Nachlassen des Auftragseingangs in manchen Zweigen ist auf die während der Sommerzeit unvermeidlich eintretende Geschäftstille zurückzuführen und als vorübergehend anzusehen. Ein Rückgang der Konjunktur trat im ganzen auch während des Sommers nicht ein, wenn auch die Verschlechterung der Lage bei einigen Gewerbezweigen, die in starkem Umfang zu den Abnehmern der Elektroindustrie gehören, sich zwar noch nicht im Ausmaß der Bestellungen, so doch in der Einschränkung der Anfragen und Projektierungen geltend zu machen begann. Solche Anzeichen werden neuerdings aus dem Geschäftsverkehr mit einzelnen Zweigen der Textilindustrie gemeldet, vor allem hinsichtlich der Baumwollspinnereien, während andere Teile, so die Kunstseidenindustrie, noch an ihrer Ausdehnung arbeiten. Unverändert gut war das Geschäft mit der Werkzeugmaschinen-, der sonstigen Metall-, der Holz- und der Papierindustrie. In diesen Wirtschaftszweigen zeitigte das Bestreben, den unwirtschaftlichen Riemenantrieb durch elektrischen zu ersetzen, nach wie vor die Aufstellung umfangreicher Projekte. Die Erfolge könnten freilich noch unverhältnismäßig besser sein, wenn nicht der Mangel an Kapital die weitere Ausbreitung hindern würde.

Diese oft entscheidende Behinderung in der Privatindustrie macht sich nicht weniger, vielfach sogar noch erheblich stärker bei den behördlichen Betrieben und Aufträge vergebenden Stellen bemerkbar.

Die Reichspost hat die Erteilung von Aufträgen fast völlig eingestellt. Die hiervon betroffenen Fabriken der Telegraphen- und Fernsprechindustrie haben zwar für die Beschäftigung ihrer Werkstätten einen gewissen Ersatz, soweit sie Arbeit für private Kundschaft hereinnehmen konnten. Dieser Ersatz ist jedoch nur unvollkommen, da ein ungesunder Wettbewerb die Preise in fast nicht erträglichem Maße herabdrückt, die Ausführung dieser Privataufträge auch insofern unwirtschaftlich ist, als bei Befriedigung der vielen Sonderwünsche ein ökonomisches Arbeiten mit Mengenanfertigung und Fließarbeit unmöglich gemacht wird. So ist die Schwachstromindustrie zwar i. a. ausreichend beschäftigt, aber durch die geschilderten Umstände vielfach in schwierige Lage versetzt. Günstiger entwickelte sich das Geschäft nur da, wo neue Fabrikationszweige aufgenommen werden konnten, wozu aber Neuinvestierungen erforderlich waren. Auf den Gebieten der Meßinstrumente, der elektromedizinischen Apparate, der Kohlenerzeugnisse, der Glühlampen hat die Lage keine Veränderung erfahren.

Die Erzeugung von Elektroporzellan in den V. S. Amerika. — Wie El. World[3] nach Angaben des amerikanischen Handelsamts mitteilt, haben über die Ergebnisse des Jahres 1927 54 hauptsächlich mit der Herstellung von Elektroporzellan beschäftigte Unternehmungen berichtet (1925: 49). Ihre Belegschaft betrug im Mittel 6808 Köpfe (6462), die Summe der Löhne 7,897 Mill. \$ (7,948) und die Leistung der in diesen Betrieben verwendeten Maschinen 15 334 PS (12 073). Die Ausgaben für Material, Werkstattseinrichtungen, Brennstoff und Energiebezug werden zu 7,656 Mill. \$ (6,362) angegeben, wovon letztere beiden Posten 1,445 Mill. \$ erforderten. Der Wert der Gesamtproduktion war 22,872 Mill. \$ (21,370) und der des Elektroporzellans allein ohne Metallteile 22,237 Mill. \$ (20,986), so daß also 0,635 Mill. \$ (0,384) als Wert der übrigen Fertigung zu gelten haben. Rechnet man dazu die Erzeugung der Industrien, die elektrotechnische Porzellanteile nebenbei herstellen, so ergibt sich für 1927 ein Wert von 22,566 Mill. \$ (21,827), der um rd. 9 % geringer ist als der von 1926, aber den von 1925 um 3,4 % übersteigt. Die meisten Produzenten, die an dieser Statistik beteiligt waren, finden sich in Ohio (18) und New Jersey (15).

Die Reparationssachlieferungen der deutschen Elektroindustrie 1924/28. — Die Ind. Handelszg. bringt eine Zusammenstellung des annähernden Wertes der seit dem Inkrafttreten der Dawesgesetze von der Reparationskommission genehmigten Sachlieferungsverträge nach dem Stande vom 31. VIII. Der auf elektrotechnische Erzeugnisse entfallende Gesamtwert betrug danach 79,344 Mill. RM und verteilte sich folgendermaßen auf die beteiligten Länder:

Frankreich	50,766	Serbien	1,026
Belgien	8,749	Japan	3,817
Italien	6,526	Griechenland	0,087
Rumänien	8,169	Portugal	0,264

Von den hier schon als Wert der elektrotechnischen Reparationssachlieferungen im ersten Halbjahr 1928 genannten rd. 7,9 Mill. RM kamen nach Angaben des Statistischen Reichsamtes 2,7 auf Frankreich einschl. Elsaß-Lothringen, je 1,1 auf Belgien und Rumänien, 0,6 auf Japan, 0,5 auf Italien und 0,3 Mill. RM auf Südslawien.

Aus der Glühlampenindustrie. — Wir entnehmen der Ind. Handelszg. die Nachricht, daß man sich bei der diesjährigen Tagung des internationalen Glühlampenkartells in Budapest u. a. mit wichtigen technischen Fragen beschäftigt habe, die eine weitgehende Rationalisierung der Glühlampenfabrikation bezwecken. — Nach derselben Quelle soll die südslawische Glasfabrik Tokody, die in Arad eine in Zahlungsschwierigkeiten geratene Glühlampenfabrik „Dacia" erworben habe, beabsichtigen, mit Hilfe eines rumänischen Konsortiums und unter Mitwirkung ausländischer Kapitalisten in Arad, Temesvar oder Bukarest eine große, den ganzen inländischen Bedarf deckende Glühlampenfabrik zu errichten. — Die holländische N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, erhöhen ihr Aktienkapital von 40 auf 100 Mill. Gld.

Vorgänge im Ausland. — Nach einer Mitteilung der Deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegrafie, Berlin, haben sich die folgenden Schiffsfunk-Betriebsgesellschaften zwecks Verbesserung und Verbilligung des drahtlosen Verkehrs, Bearbeitung gemeinsamer Fragen der Technik und des Betriebs sowie zur Organisation der gegenseitigen Hilfe usw. zu einer Interessenvereinigung, dem Comité International Radio Maritime, Brüssel, zusammengeschlossen: Marconi International Marine Communication Co., Ltd., London; Radio Communication Co., Ltd., London; Hispano Radio Maritime, Madrid; Cie. Radio Maritime, Paris; S. A. Internationale de Télégraphie sans Fil, Brüssel; Nederlandsche Telegraaf Maatschappij „Radio Holland", Amsterdam; Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegrafie m. b. H. (Debeg), Berlin; Norsk Marconikompani, Oslo; Societa Italiana Radio Marittima, Rom; Radiomarine Corporation of America, New York; Companhia Nacional de Communicaçoes sem Fio, Rio de Janeiro.

Metallpreise im 3. Vierteljahr 1928[1]. — Nach dem Kurvenbild des Engg.[2] ist der Londoner Kassepreis von Aluminium Mitte September vorübergehend auf 93 £/ton

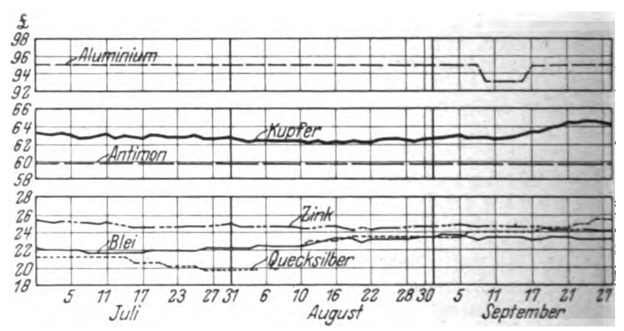


Abb. 1. Londoner Metallpreise 1928.

gesunken. Die Notierung von Kupfer (standard) hat bis Mitte August leicht nachgegeben, dann aber wieder zugenommen und erreichte gegen Schluß der Berichtsperiode nahezu 65 £. Antimon war unverändert. Zink (gediegen) ging langsam zurück und berührte Ende September fast die 24 £-Linie. Die Notierung von Blei (englisch) zeigte seit Anfang August eine schwache Erhöhung und bewegte sich im September zwischen 23 und 24 £, während Quecksilber (£/Flasche) bis in die ersten Tage des August eine Senkung unter 20 £ erfuhr, der dann aber mit Absätzen ein bis 25 £ führender Anstieg folgte. Der Kurs des Zinns (fein, ausländisch) war beträchtlichen Schwankungen unterworfen, die ihn im Juli von 206 auf 218 und 221 £ anwachsen ließen, dann in wechselvollem Abfall bis 209 £ drückten, um von Mitte September an in einer starken Aufwärtsbewegung schließlich die 226 £-Linie zu gewinnen.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1130.
[2] Mitt. Ind. u. Handelsk. v. 10. X. 1928, S. 883.
[3] Bd. 92, 1928, S. 591.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1356.
[2] Bd. 125, 1928, S. 438.

Abschluß des Heftes: 20. Oktober 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 300 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

44. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 2. NOVEMBER 192
(1597—1632)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska—Verlag von Julius Springer—Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 1. November 1928 | Heft 44

UMSCHAU.

Elektrischer Antrieb von Werkzeugmaschinen.

Der Absatz von elektrischen Ausrüstungen für den Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen, der durch die Wirtschaftskrisis der Jahre 1923 und 1925 außerordentlich behindert wurde, ist in den letzten Jahren wesentlich gestiegen. Die Erkenntnis von der Überlegenheit des Einzelantriebes gegenüber dem Transmissionsantrieb setzt sich immer mehr durch, so daß der Ersatz der heute größtenteils noch von Transmissionen angetriebenen Werkzeugmaschinen durch solche mit elektrischem Einzelantrieb nur als eine von der allgemeinen Wirtschaftslage abhängige Frage der Zeit bezeichnet werden kann.

Zur Verbreitung der Erkenntnis der wirtschaftlichen Überlegenheit der Einzelantriebe haben in erster Linie die von den elektrotechnischen Fabriken durchgeführten Vergleiche zwischen Einzelantrieb und Transmissionsantrieb und deren Veröffentlichungen beigetragen[1]. Allerdings bestehen heute immer noch gewisse Vorurteile gegenüber dem Einzelantrieb. Als besondere Argumente gegen den Einzelantrieb werden vielfach in den Abnehmerkreisen die angeblich höheren Kosten angesehen. Ferner befürchtet man, daß an den Motoren zu viele Anstände zu erwarten sind, und daß besonders bei Verwendung der Flanschmotoren im Falle eines Defektes die kurzfristige Beschaffung eines Ersatzmotors Schwierigkeiten bereiten würde. Auch der Riemen als elastisches Zwischenglied wird bei der jetzt allgemein üblichen Zahnradübersetzung beim Einzelantrieb vermißt. Vielfach wird zwar die Wirtschaftlichkeit der Einzelantriebe größerer Leistungen anerkannt, jedoch wird bei kleineren Leistungen der Gruppenantrieb als der wirtschaftlichere bezeichnet. Es ist damit zu rechnen, daß diese Einwände, da eine sachliche Begründung dafür nicht vorhanden ist und es sich um eine gefühlsmäßige Einstellung handelt, in kurzer Zeit verschwinden werden und die Verbesserung der Wirtschaftslage eine schnelle Einführung des Einzelantriebes ermöglichen wird.

Was die Frage der Stromart anbelangt, so verschiebt sich entsprechend der Zunahme der Drehstromerzeugung gegenüber der Gleichstromerzeugung der Anteil an den gesamten Einzelantrieben immer mehr zugunsten der Drehstromausrüstungen. Die Frage, ob die Vorteile, die der regelbare Gleichstrommotor bietet, bei den am meisten gängigen normalen Werkzeugmaschinen gegenüber dem asynchronen Drehstrommotor ohne Drehzahlregelung so schwerwiegend sind, daß sie die mit der Beschaffung einer Drehstrom-Gleichstrom-Umformung bedingten Nachteile rechtfertigen, ist noch nicht geklärt. Gleichstrom-Regelmotoren werden vor allem nur noch in solchen Anlagen aufgestellt, wo bereits Gleichstrom vorhanden ist, oder bei solchen Maschinen größerer Leistung, bei denen die Durchbildung entsprechender Räderkasten Schwierigkeiten bietet und auch auf die Regelung der Geschwindigkeit mit Hilfe der Druckknopfsteuerung besonderer Wert gelegt wird.

Als Spannungen werden für die Verteilungsanlagen bei Drehstrom in erster Linie 380 V, seltener 220 oder 550 V, bei Gleichstrom 220 V, bei größeren Anlagen 2 × 220 V verwendet.

Die Motorleistungen, die beim Einzelantrieb in Frage kommen, richten sich nach der Größe der Werkzeugmaschinen. Es ist kennzeichnend, daß jetzt auch kleinere Werkzeugmaschinen mit Leistungen von 0,25 kW und darunter mit Einzelantrieb versehen werden, und daß anderseits infolge der Bestrebungen, möglichst große Spanleistungen zu erzielen, die Motorleistungen ganz wesentlich gestiegen sind. So sind bereits in letzter Zeit Hobelmaschinen bis 100 kW Leistung und Drehbänke bis 260 kW Leistung ausgeführt worden, wobei noch nicht die Grenzen des Kraftbedarfs erreicht sind.

Die Drehzahl der Motoren ist nur dann durch die Art der Werkzeugmaschinen bedingt, wenn eine unmittelbare Kuppelung mit der Arbeitsspindel in Frage kommt. Bei solchen Werkzeugmaschinen — insbesondere kommen Holzbearbeitungsmaschinen und Schleifmaschinen in Frage — ist die bei 50 Hz gegebene Drehzahlgrenze von 3000 U/min nicht mehr ausreichend. Man hilft sich hierbei durch Anwendung von Frequenzwandlern und geht versuchsweise bei Schleifmaschinen bis auf 30 000 U/min (500 Hz). Doppelmotoren mit Drehzahlen von 6000 U/min finden auch Verwendung, die jedoch nur bei Einzelaufstellung von Werkzeugmaschinen gerechtfertigt ist, da sich der Preis gegenüber einer durch einen Periodenumformer gespeisten Gruppe von Werkzeugmaschinen wesentlich höher stellt.

Die mechanische Ausführung der Drehstrommotoren ist heute meistens offen, was bei der außerordentlich zweckmäßigen Formgebung der neuen Motortypen, besonders in der Ausführung als asynchroner Drehstrom-Kurzschlußankermotor, zulässig ist. Gleichstrommotoren werden hingegen mehr ventiliert gekapselt geliefert, um den Stromwender gegen Berührung zu schützen. Ganz geschlossene Motoren werden nur in Ausnahmefällen angewandt. Der Aufstellungsort der Motoren an den Werkzeugmaschinen selbst ist meist so, daß sie keine besondere Schutzvorrichtung gegen Späne, Öl oder Flüssigkeiten benötigen. Nur bei Sondermaschinen, z. B. Schleifmaschinen, ist ein Schutz gegen Feuchtigkeit erforderlich, der durch die ventiliert gekapselte Ausführung der Motoren und durch eine Sonderisolation ohne weiteres erreicht wird.

Für den Anbau der Motoren an die Werkzeugmaschinen hat sich das Anflanschen als Regelausführung eingeführt. Der Flansch ist entweder ein Lagerschildflansch oder ein Gehäuseflansch. Gebräuchlich sind auch Ausführungen, bei denen das eine Lagerschild (das AS-Lagerschild) nicht von Elektrizitätsfirmen, sondern von den Werkzeugmaschinenfabriken angefertigt wird, wodurch sich ein besonders gedrängter Anbau des Motors an die Werkzeugmaschine ermöglichen läßt. Sogenannte Einbaumotoren haben sich besonders in der Holzbearbeitungsindustrie eingeführt, da hierbei der Motoranker unmittelbar auf die mit hoher Drehzahl laufende Arbeitswelle aufgesetzt werden kann. Auch bei Metallschleifmaschinen höherer Leistung ist diese Motorausführung aus denselben Gründen gebräuchlich.

Die Normung der am meisten gebräuchlichen Flanschmotoren ist teilweise bereits durchgeführt. Genormt sind Flansche für Drehstrom- und Gleichstrommotoren (vgl. DIN-VDE Nr. 2941). Die von den Werkzeugmaschinenfabriken erwünschte Normung der Abmessungen normaler Fußmotoren hat sich bis jetzt als undurchführbar gezeigt. Es sind Bestrebungen im Gange, die zur Befestigung normaler Motoren dienenden Fußplatten an den Werkzeugmaschinen zu normen.

[1] Eine zusammenfassende Behandlung aller den Einzelantrieb betreffenden Fragen findet sich erstmalig in dem im Verlag S. Hirzel erschienenen Buch von Meller: „Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen".



Kurzschlußankermotoren sind allgemein gebräuchlich und haben sich selbst für größere Leistungen (bis etwa 50 kW) bereits eingeführt. Da der auftretende Anlaufstrom in den Werkstätten keine so wesentliche Rolle spielt, die Anlaufzeiten außerordentlich kurz (bei mittleren Drehbänken z. B. etwa 0,2 s) sind, so werden bis zu Leistungen von 15 ... 20 kW normale Asynchron-Kurzschlußankermotoren ohne besondere Hilfswicklungen und Hilfschaltungen angewandt. Nur bei größeren Leistungen sind Motoren in Ausführung für geringen Anlaufstrom und mit Sterndreieckschaltung gebräuchlich.

Polumschaltbare Motoren für zwei Geschwindigkeiten finden in letzter Zeit neben Motoren für nur eine Drehzahl in steigendem Maße Anwendung. Für manche Werkzeugmaschinen sind auch polumschaltbare Motoren für drei Geschwindigkeiten bereits angewandt. Die Polumschaltung bei 2 Geschwindigkeiten ist meist im Verhältnis 1 : 2, bei 3 Geschwindigkeiten meist im Verhältnis 1 : 1,33 : 2 oder 1 : 1,5 : 3.

Bei regelbaren Gleichstrommotoren geht man allgemein über einen Regelbereich von 1 : 3 nicht hinaus. Größere Regelbereiche bis etwa 1 : 4,5 findet man nur bei größeren Werkzeugmaschinen (z. B. Hobelmaschinen).

Die Bremsung macht bei Asynchronmotoren Schwierigkeiten, weshalb man bei solchen Werkzeugmaschinen, bei denen es auf sehr schnelles Stillsetzen ankommt, eine mechanische Bremse, die meist mit einem Steuerorgan gekuppelt ist, anwendet. Bei Gleichstrom wird wie bisher allgemein die Ankerkurzschluß-Bremsung angewandt.

Die Umkehrung wird bei neuzeitlichen Einzelantrieben sowohl bei Drehstrom- als auch Gleichstromausrüstungen auf elektrischem Wege vorgenommen.

Der Mehrmotoren-Antrieb hat in den letzten Jahren immer mehr an Verbreitung gewonnen, nachdem man erkannt hat, daß der Aufbau der Werkzeugmaschine wesentlich einfacher wird, wenn für jede Arbeitspindel ein besonderer Motor, ebenso ein besonderer Motor für die Bewegung von Auslegern u. ä. verwandt wird. Auch die Schnellverstellung von Supporten sowie die elektrische Festspannvorrichtung finden immer mehr Anwendung. Die Pumpen für Kühlmittel haben fast durchweg einen besonderen Antriebsmotor. Der zweckmäßige Zusammenbau von Pumpe und Motor erleichtert sehr die Unterbringung an der Werkzeugmaschine.

An die Apparate wird meist die Forderung des geringen Raumbedarfs und der einfachen Bedienung gestellt. Für Asynchron-Kurzschlußankermotoren sind Walzenschalter bzw. Umschalter gebräuchlich, für Gleichstrom-Regelmotoren Flachbahnanlasser für kleinere und Walzenanlasser für mittlere und größere Leistung, wobei die Betätigung auch für beide Drehrichtungen nur durch Drehen einer Welle (ohne besonderen Umschalter) zu erfolgen hat. Die Anlaß- und Regelwiderstände sind meistens untergebaut. Wegen der geringen Massen, die beim Anlauf zu beschleunigen sind, also wegen der kurzen Anlaufzeit, genügen ein bis zwei Anlaßstufen. Besonders zu erwähnen ist die Weiterentwicklung der Druckknopfsteuerung und die Einführung der Druckknopfsteuerungen selbst bei kleineren Antrieben. Die zunehmende Verbreitung des asynchronen Drehstrommotors zum Antrieb von Werkzeugmaschinen ermöglicht die Verwendung einer sehr einfachen Druckknopfsteuerung mit Hilfe eines Schützes, wenn nur eine Drehrichtung, oder mit Hilfe von 2 Umschaltschützen, wenn zwei Drehrichtungen in Frage kommen. Diese Steuerung läßt sich dann in sehr einfacher Weise auch mit Steuerorganen an der Werkzeugmaschine selbst verbinden, wodurch die Bedienung sehr einfach wird.

Bei den größeren Druckknopfsteuerungen für Gleichstromantriebe, bei denen auch eine Drehzahlregelung in Frage kommt, ist eine Ausführung allgemein gebräuchlich, bei welcher die Ankervorschaltwiderstände durch Schütze geschaltet werden, wohingegen der Nebenschlußregler durch einen besonderen kleinen Motor betätigt wird. Diese Steuerung hat den Vorteil, daß die Anlaufzeit außerordentlich kurz wird und auch nach Stillsetzen sofort wieder angelassen werden kann, ferner daß auch nach Stillsetzen der Motor immer wieder bis auf die vorher eingestellte Drehzahl selbst anläuft. Für die Aufnahme der Schalter und Sicherungen haben sich die sogenannten Einbau-Schalttafeln allgemein eingeführt; sie werden für 1 ... 3 Stromkreise gebaut und enthalten meist auch einen Steckkontakt für die Handlampe. Bei größeren Werkzeugmaschinen werden die Apparate an Türen angebracht, die in dem Gehäuse der Werkzeugmaschinen eingebaut sind.

Die Installation der Verbindungsleitungen läßt vielfach noch zu wünschen übrig. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Maschinenfabriken zwar bei dem Entwurf den richtigen Anbau der Motoren und der Apparate, vielfach aber noch nicht die Unterbringung der Verbindungsleitungen berücksichtigen. Die Leitungen müssen dann außen an der Maschine verlegt werden, obzwar die Möglichkeit gegeben ist, diese innerhalb der Maschinen unterzubringen. Es ist aber damit zu rechnen, daß bei der fortschreitenden Elektrisierung auch hier mit der Zeit einwandfreie Ausführungen zu erwarten sind.

Zu den Ausführungen der Einzelantriebe der einzelnen Werkzeugmaschinengruppen wäre insbesondere folgendes zu bemerken:

Bei Drehbänken, Revolverbänken und Automaten kleiner und mittlerer Größe hat sich der Flanschmotor durchgesetzt, wobei in erster Linie der Drehstrom-Asynchron-Motor mit ein oder zwei Geschwindigkeiten verwendet wird. Bei Gleichstrom ist der Regelmotor für einen Regelbereich von 1 : 3 gebräuchlich. Die Steuerung erfolgt meist durch mechanische Übertragung vom Support aus. Größere Drehbänke werden meist mit Gleichstrom-Regelmotoren in Verbindung mit Druckknopfsteuerung ausgeführt. Bei diesen wird eine motorische Schnellverstellung von Support und Reitstock in steigendem Maße angewendet.

Fräsmaschinen sind gleichfalls gekennzeichnet durch Verwendung von Flanschmotoren, wobei der Vertikalmotor bei vertikalen Fräsmaschinen einen besonders zweckmäßigen Zusammenbau des Motors mit der Werkzeugmaschine ermöglicht. Mehrspindelige Fräsmaschinen erhalten fast durchweg einen besonderen Motor für jede Frässpindel, wobei größere Werkzeugmaschinen für die Verstellung der Frässupporte einen besonderen Vorschubmotor erhalten. Für den Tischvorschub ist bei größeren Maschinen gleichfalls ein besonderer Motor vorgesehen. Sind mehrere Motoren vorhanden, so ist eine Verriegelungsschaltung gebräuchlich, die verhindert, daß der Vorschubmotor läuft, wenn der zugehörige Fräsermotor stillsteht.

Bei kleineren Hobelmaschinen ist die elektromagnetische Umkehrkuppelung am gebräuchlichsten. Wird besonderer Wert auf feinstufige Regelung gelegt, so kommt hierfür nur die Steuerung mit Gleichstrom-Regelmotor in Verbindung mit der elektrischen Umkehrung in Frage. Für größere Leistungen geht man neuerdings wieder auf die schon vor Jahren angewendete Leonard-Steuerung zurück. Für Drehstromantrieb ist eine Steuerung mit zwei Motoren durchgebildet worden, die bis jetzt aber noch keinen Eingang in der Praxis gefunden hat, da dieser Steuerung die feinstufige Regelung für den Vorlauf fehlt.

Bei Bohrwerken setzt sich die Anordnung des Motors am Spindelstock immer mehr durch; ebenso wird für jede Bohrspindel jeweils ein besonderer Motor verwendet, wobei man auch für den Vorschub bei größeren Maschinen Einzelmotoren vorsieht.

Der Einzelantrieb der Radialbohrmaschine hat sich als einer der ersten bei der Elektrisierung des Einzelantriebs eingeführt und nur in den seltensten Fällen dürften heute Radialbohrmaschinen für Transmissionsantrieb geliefert werden. Allgemein gebräuchlich ist die Verwendung der Vertikalmotoren am Support und die Anordnung von Hilfsmotoren für die Betätigung des Auslegers. Ganz große Radialbohrmaschinen haben außerdem noch Hilfsmotoren für die Verstellung der Supporte und für das Schwenken des Auslegers.

Von den Scherenantrieben sind in erster Linie die schwungradlosen Scherenantriebe zu erwähnen, die sowohl für Gleichstrom als auch für Drehstrom in Verbindung mit Druckknopfsteuerung ausgeführt werden.

Bei größeren Schleifmaschinen findet der Aufbau des Motorankers auf die Arbeitspindel immer mehr Eingang. Eine Ausnahme bilden Schleifmaschinen, bei denen mit Rücksicht auf die Abmessungen des Motors und den Durchmesser der Schleifscheibe ein unmittelbarer Zusammenbau nicht möglich ist. Hier ist die Riemenübertragung noch gebräuchlich, wie z. B. bei den Rundschleifmaschinen, bei denen durch Verwendung je eines Motors für den Antrieb der Schleifscheibe, des Werkstückes und des Vorschubes gute Lösungen vorhanden sind. Bei Flächenschleifmaschinen mit hin- und hergehendem Tisch, bei denen eine sehr feinstufige Regelung des Vorschubes gewünscht wird, ist bereits probeweise die Leonard-Schaltung eingeführt worden, obzwar es sich hier nur um Leistungen von etwa 2 ... 3 kW handelt. Es scheint hier die Möglichkeit gegeben zu sein, die sonst übliche Öldrucksteuerung mit ihren Nachteilen zu ersetzen.

Die technische Entwicklung des elektrischen Einzelantriebes im Ausland ist weit zurückgeblieben hinter der in Deutschland. Selbst in Amerika begnügt man



sich heute noch vielfach mit der Verwendung von Werkzeugmaschinen für Einscheibenantriebe, an welche man normale Motoren anbaut und als Verbindung einen Riemen benutzt. In letzter Zeit ist jedoch deutlich zu erkennen, daß auch in Amerika und teilweise auch in England Werkzeugmaschinen mit Einzelantrieben auftauchen, die grundsätzlich den in Deutschland durchgebildeten Formen ähneln. Nur der Kellerautomat, der in Amerika durchgebildet worden ist, bildet in dieser Beziehung eine Ausnahme. Es handelt sich hierbei um eine Kopierfräsmaschine, bei welcher der Fräser, der das Werkstück bearbeitet, durch einen Fühler gesteuert wird, der an einem Modell entlanggleitet. Diese elektrische Fühlersteuerung ist in einer Weise durchgebildet, die wohl als Musterbeispiel dafür dienen kann, wie weit man unter Verwendung der in der Elektrotechnik gegebenen Möglichkeiten die Wirtschaftlichkeit und die Arbeitsweise einer Werkzeugmaschine beeinflussen kann. Meller.

Die Berechnung unterteilter Wendepolluftspalte.

Von Dipl.-Ing. **Hans Bechmann**, Berlin-Tegel.

Übersicht. Der Wendepolluftspalt von Gleichstrommaschinen und Einankerumformern wird in vielen Fällen zu einem Teil am Anker und zu einem Teil am Ständerjoch untergebracht. Für die Berechnung solcher unterteilten Luftspalte wird ein Näherungsverfahren entwickelt und durch Messungen nachgewiesen, daß die Genauigkeit dieser Rechenweise dem technischen Bedürfnis genügt.

In neuerer Zeit erhalten die Wendepole von Einankerumformern und großen Gleichstrommaschinen vielfach nicht nur am Anker sondern auch am Joch Luftspalte. Diese Maßnahme hat den Zweck, die magnetische Streuung der Wendepole zu verringern.

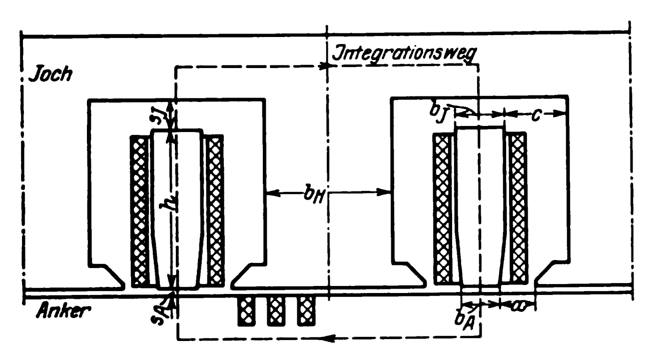


Abb. 1. Polpaar einer Gleichstrommaschine mit Wendepolen.

Zum Berechnen der Luftspalte bildet man das Linienintegral der magnetischen Feldstärke auf dem in Abb. 1 gezeichneten Wege, der durch die Mittellinien zweier benachbarter Wendepole geht. Mit diesem Weg ist die Wendepoldurchflutung J_W des Polpaares und die Ankerdurchflutung J_A einer Polteilung verkettet[1]. Rechnet man die Wendepoldurchflutung rechtshändig zum Integrationsweg positiv, die Ankerdurchflutung in der entgegengesetzten Richtung, bezeichnet mit V_A die magnetische Spannung am Ankerluftspalt, mit V_J die magnetische Spannung am Jochluftspalt, beide positiv in Richtung des Integrationsweges, und vernachlässigt das magnetische Feld im Eisen, so setzt man die folgende Gleichung an:

$$2(V_A + V_J) = J_W - J_A. \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

Das magnetische Feld in den Luftspalten hat auf den Wendepolmittellinien ungefähr deren Richtung. Man berechnet daher, wenn H_A die mittlere magnetische Feldstärke im Ankerluftspalt auf der Wendepolmittellinie, H_J die mittlere magnetische Feldstärke im Jochluftspalt auf der Wendepolmittellinie bedeutet, die magnetischen Spannungen an den Luftspalten (Abb. 1) zu:

$$V_A = H_A s_A; \quad V_J = H_J s_J. \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

Die Wendepol- und die Ankerdurchflutung entspringen Erwägungen, die hier nicht zu erörtern sind. Unterteilt man den Wendepolluftspalt nicht, so verschwindet V_J; aus (1) und (2) gewinnt man die Gleichung:

$$H_A = \frac{\frac{1}{2}(J_W - J_A)}{s_A}, \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

und die Aufgabe, aus den Durchflutungen und dem Luftspalt das Wendefeld, oder aus den Durchflutungen und dem Wendefeld den Luftspalt zu berechnen, ist damit gelöst.

Die Berechnung unterteilter Luftspalte dagegen erfordert die Kenntnis der magnetischen Feldstärke im Jochluftspalt auf der Wendepolmittellinie. Diese Feldstärke wird nicht nur vom Feld im Ankerluftspalt, sondern vom Feld in der ganzen Pollücke beeinflußt. Eine genaue Ermittlung ist daher gegenwärtig nur durch Versuche und durch ein von Lehmann angegebenes zeichnerisches Verfahren[2] möglich. Ein Beispiel der letzten Art ist unter Fortlassen der Potentiallinien in Abb. 2 dargestellt. Die Zeichnung ist sehr umständlich und hat den Nachteil, daß man das Wirken der verschiedenen Einflüsse nicht übersieht. Von diesen Mängeln frei und für die Bedürfnisse des Maschinenentwurfs genügend genau ist die folgende Näherungsrechnung.

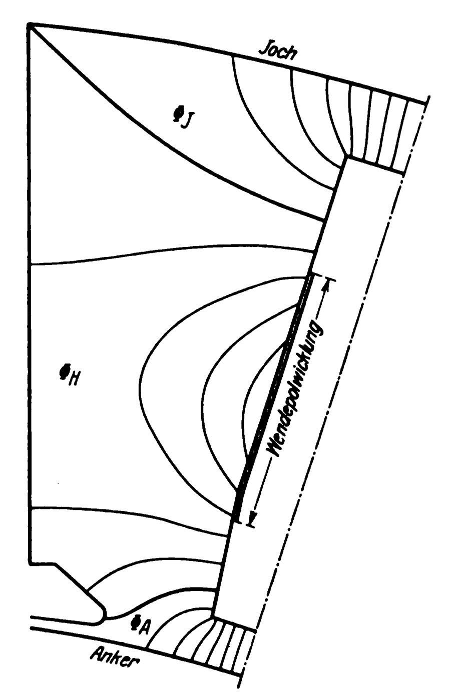


Abb. 2. Magnetisches Feld des Wendepols eines Einankerumformers

Der Induktionsfluß durch die Oberfläche eines Wendepols läßt sich in drei Teile zerlegen, den Ständerjoch-Wendepolfluß Φ_J, den Wendepol-Ankerfluß Φ_A und den Wendepol-Hauptpolfluß Φ_H. Diese Zerlegung ist in Abb. 2 deutlich gemacht. Zum Ständerjoch-Wendepolfluß

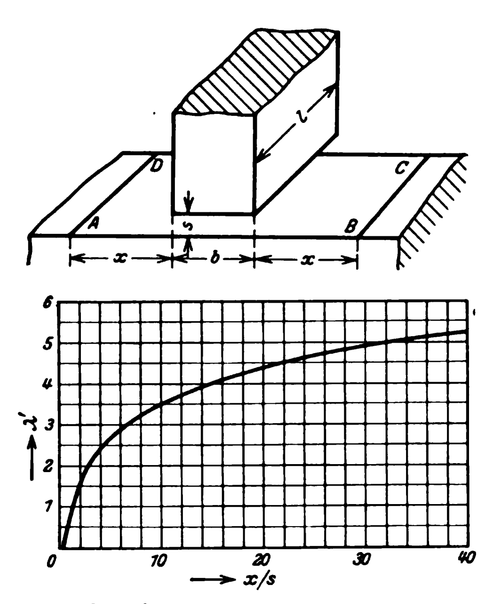
[1] Die Wendepoldurchflutung J_W ist die Summe der Stromwindungen auf zwei benachbarten Wendepolen. Bei Doppelstrommaschinen ist unter der Ankerdurchflutung die magnetische Spannung zu verstehen, welche die Ankerströme zwischen Punkten der Ankeroberfläche auf den Mittellinien benachbarter Wendepole erzeugen. — Eine Zusammenstellung der Formelzeichen findet sich am Schluß dieses Aufsatzes.

[2] Lehmann, Graphische Methoden zur Bestimmung des Kraftlinienverlaufs. ETZ 1909, S. 995.

gehören alle Induktionsröhren, die aus dem Ständerjoch herkommen und in den Wendepol einmünden, zum Wendepol-Ankerfluß alle Induktionsröhren, die der Wendepol in den Anker schickt, zum Wendepol-Hauptpolfluß alle übrigen Induktionsröhren in der Pollücke. Die letzten Induktionsröhren spannen sich teilweise zwischen dem Wendepol und dem benachbarten Hauptpol, teilweise entspringen und enden sie auf dem Wendepol (Abb. 2). Beim Berechnen des Wendepol-Hauptpolflusses sind die Induktionsröhren, welche den Wendepol verlassen, positiv, die übrigen negativ zu werten. Da die Induktion quellenfrei ist, gilt folgende Gleichung:

$$\Phi_J = \Phi_A + \Phi_H \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

In den Bereichen des Ständerjoch-Wendepolflusses und des Wendepol-Ankerflusses kommt das magnetische Feld demjenigen nahe, das zwischen einem Pol und einem unendlich ausgedehnten ebenen Anker besteht. Dies Problem ist von Frey behandelt worden[3]. Er berechnet,



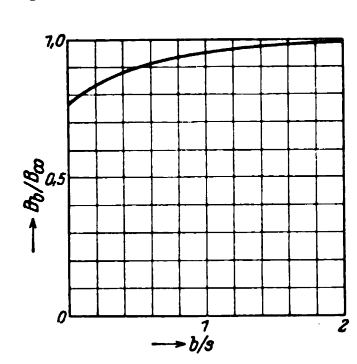
$\Phi = \mu_0 V l \left(\frac{b}{s} + \lambda'\right)$

Φ Induktionsfluß durch die Fläche *ABCD*

μ_0 Permeabilität der Luft

V magnetische Spannung zwischen Pol und Anker

Abb. 3. Induktionsfluß zwischen einem im Vergleich mit dem Luftspalt breiten Pol und einem unendlich ausgedehnten ebenen Anker.



B_b Induktion auf der Ankeroberfläche in der Mittellinie eines Pols der Breite b bei einem Luftspalt s und einer magnetischen Spannung V

B_∞ Induktion auf der Ankeroberfläche unter einem unendlich breiten Pol in der Entfernung 1/2 b von dessen Ecke bei einem Luftspalt s und einer magnetischen Spannung V

Abb. 4. Einfluß der Polbreite auf das magnetische Feld zwischen einem Pol und einem ebenen Anker.

wenn die Polbreite b, Abb. 3, groß gegen den Luftspalt s ist, den Induktionsfluß durch die Ankerfläche *ABCD*, Abb. 3, zu:

$$\Phi = \mu_0 V l \lambda, \quad \lambda = \frac{b}{s} + \lambda' \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

μ_0 ist die Permeabilität der Luft, V die magnetische Spannung zwischen Pol und Anker. Die übrigen Größen sind durch Abb. 3 erklärt. λ' wird, wie Frey entwickelt[4], durch die folgenden Gleichungen als Funktion des Verhältnisses $\frac{x}{s}$ bestimmt:

$$\left.\begin{aligned} \lambda' &= \frac{2}{\pi} \ln \varrho, \\ \frac{x}{s} &= \frac{2}{\pi}\left[\sqrt{1+\varrho} + \frac{1}{2}\ln\varrho - \ln\left(1+\sqrt{1+\varrho}\right)\right] \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Abb. 3 und die Gl. (6) gelten für Polbreiten, die groß gegen den Luftspalt sind. Ein Verkleinern der Polbreite bei im übrigen konstanten Verhältnissen verringert die Induktion auf der Oberfläche des Ankers überall, am meisten in der Polmittellinie. Frey hat auch diesen Einfluß untersucht[5]. Man sieht aus Abb. 4, daß er bei Wendepolbreiten und Wendepolluftspalten, wie sie gewöhnlich vorkommen, nur klein ist.

Infolgedessen werden gemäß (5) für den Ständerjoch-Wendepolfluß und den Wendepol-Ankerfluß die folgenden Gleichungen angesetzt:

$$\Phi_J = \mu_0 V_J l \lambda_J, \quad \lambda_J = b_J/s_J + \lambda'_J; \quad \ldots \quad (7)$$

$$\Phi_A = \mu_0 V_A l \lambda_A, \quad \lambda_A = b_A/s_A + \lambda'_A \quad \ldots \quad (8)$$

l ist jetzt die Länge des Wendepols in Richtung der Maschinenachse. Diese Länge wird hier als gleich für den ganzen Pol vorausgesetzt. λ'_J und λ'_A findet man aus der Kurve Abb. 3, indem man dort x gleich c, s gleich s_J und x gleich a, s gleich s_A einführt.

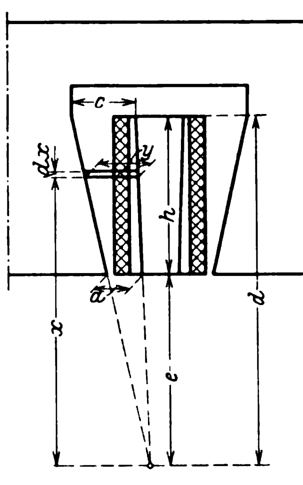


Abb. 5. Angenäherte Wiedergabe der Pollücke durch ein Trapez.

Zum Berechnen des Wendepol-Hauptpolflusses wird die Pollücke durch ein Trapez, Abb. 5, angenähert ersetzt. Dies Verfahren ist roh. Daß seine Genauigkeit für den vorliegenden Zweck ausreicht, wird später durch Messungen erwiesen werden. In der Höhe x ist die Breite des Näherungstrapezes

$$y = c\,\frac{x}{d} \quad \ldots \quad (9)$$

und die magnetische Spannung zwischen den Polen bei gleichmäßiger Verteilung der Wendepolwicklung über die Polhöhe

$$V = \frac{1}{2} J_W \frac{d-x}{h} - V_J. \quad (10)$$

Die y-Komponente der magnetischen Feldstärke ist im Mittel über die Pollückenbreite:

$$H_y = \frac{V}{y} = \frac{1}{2} J_W \frac{(d-x)\,d}{h\,c\,x} - V_J \frac{d}{c\,x}. \quad \ldots \quad (11)$$

Vernachlässigt man die x-Komponente der magnetischen Feldstärke, so berechnet man den Wendepol-Hauptpolfluß zu

$$\Phi_H = 2\mu_0 l \int_e^{e+h} H_y \, \mathrm{d}x. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

Durch Einführen von (11), Auflösen des Integrals und Berücksichtigen der geometrischen Beziehungen zwischen a, c, d, e und h findet man:

$$\left.\begin{aligned} \Phi_H &= \mu_0 l \left(\frac{1}{2} J_W \lambda_1 - V_J \lambda_2\right), \quad \lambda_1 = \frac{h}{a} k_1, \quad \lambda_2 = \frac{h}{a} k_2, \\ k_1 &= \frac{2}{c/a - 1}\left(\frac{c/a}{c/a-1}\ln c/a - 1\right), \quad k_2 = \frac{2}{c/a-1}\ln c/a. \end{aligned}\right\} (13)$$

---

[3] K. Frey, Anwendungen der konformen Abbildung auf praktische Probleme des Elektromaschinenbaues. (Arbeiten aus dem El. Inst. der Badischen T. H. Fridericiana zu Karlsruhe, herausg. von R. Richter. Bd. 4, S. 65. Verlag Julius Springer, Berlin 1925.)

[4] Wie Fußnote 3; S. 96.

[5] Wie Fußnote 3; S. 157. Man gewinnt aus den Darlegungen von Frey die Gleichungen:

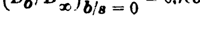
$$B_b / B_\infty \approx 1 + 12\,h_1 - \sqrt{h_1},$$

$$\frac{b}{s} = \frac{1}{\pi}\left(\ln\frac{1}{h_1} - \frac{4}{1+8\,h_1}\right).$$

Die Näherungsgleichung ist um so genauer, je kleiner h_1 ist, und wurde für Abb. 4 bis herauf zu $h_1 = 10^{-3}$ verwendet. h_1 hängt mit b/s zusammen, wie folgt:

$h_1 = 10^{-3}$	10^{-4}	10^{-5}
$b/s = 0{,}937$	1,660	2,592.

Für $b/s = 0$ findet man aus der Arbeit von Frey, S. 94, Tabelle 1. und S. 158:



$$(B_b/B_\infty)_{b/s=0} = 0{,}763.$$

k_1 und k_2 hängen nur vom Verhältnis c/a ab und sind in Abb. 6 dargestellt.

Die Gl. (7), (8) und (13) enthalten nicht die Induktionsröhren, die durch die Stirnflächen der Wendepole gehen. Diese Vernachlässigung ist statthaft, weil es hier nicht auf die absolute Größe der Φ_J, Φ_A, Φ_H, sondern nur auf ihr gegenseitiges Verhältnis ankommt. Die Annahme, daß die Teilflüsse durch die Stirnflächen um gleiche Bruchteile vermehrt werden, scheint genügend genau.

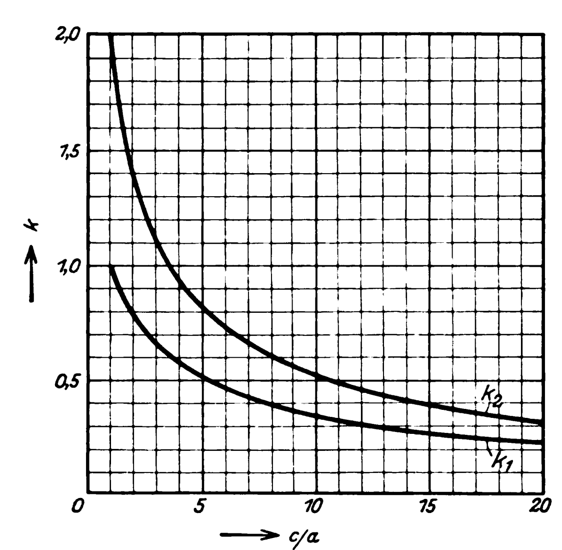


Abb. 6. Beiwerte zum Berechnen des Wendepol-Hauptpol-induktionsflusses.

Aus den Gl. (1), (2), (4), (7), (8) und (13) berechnet man die mittlere Feldstärke im Ankerluftspalt auf der Wendepolmittellinie zu

$$H_A = \frac{\frac{1}{2} J_W (\lambda_J + \lambda_2 - \lambda_1) - \frac{1}{2} J_A (\lambda_J + \lambda_2)}{s_A (\lambda_A + \lambda_J + \lambda_2)} \quad (14)$$

Diese Gleichung löst unmittelbar die Aufgabe, aus den Durchflutungen und den Maschinenmaßen die Feldstärke im Luftspalt am Anker zu berechnen. Die umgekehrte Aufgabe, den Wendepolluftspalt am Anker oder am Joch bei gegebenen Durchflutungen und im übrigen gegebenen Maschinenmaßen so zu bestimmen, daß ein vorgeschriebenes Wendefeld erzeugt wird, muß man wegen der transzendenten Funktionen in Gl. (14) in folgender Weise angreifen. Man berechnet mit Gl. (14) zu verschiedenen Luftspalten, wie sie sich nach der Konstruktion der Maschine einstellen lassen, die Feldstärke im Luftspalt am Anker, trägt diese Feldstärken über der Wendepoleinstellung auf und liest aus der Kurve, die man so gewinnt, die gesuchten Wendepolluftspalte ab.

Sind die Leitwertzahlen λ_1 und λ_2 der Pollücke klein gegen die Leitwertzahl λ_J des Luftspalts am Joch, so wird die Luftspaltberechnung sehr viel einfacher. Gl. (14) geht dann nämlich über in

$$H_A \approx \frac{\frac{1}{2} (J_W - J_A)}{s_A (1 + \lambda_A/\lambda_J)} \quad (15)$$

Vernachlässigt man noch die Leitwertzahlen λ'_J und λ'_A in den Gl. (7) und (8), so erhält man die wohlbekannte Beziehung:

$$H_A \approx \frac{\frac{1}{2} (J_W - J_A)}{s_A + s_J \, b_A/b_J} \quad (16)$$

Allgemein lassen sich die beiden letzten Gleichungen aber nicht verwenden, wie folgende Überlegung zeigt. λ_1 und λ_2 wachsen mit der Polzahl (Abb. 6) und erreichen bei den Verhältnissen der Abb. 1 die Werte:

$$\lambda_{1,\,\text{Abb.}\,1} = 3{,}7\,; \quad \lambda_{2,\,\text{Abb.}\,1} = 6{,}7. \quad (17)$$

Den Leitwert des Luftspalts am Joch muß man um so kleiner machen, je größer man den Leitwert des Luftspalts am Anker macht. Aus Gl. (16) schließt man daher, daß noch Leitwertzahlen des Luftspalts am Joch vorkommen können:

$$\lambda_J = \frac{2\, b_A\, H_A}{J_W - J_A} \quad (18)$$

Das Wendefeld muß zum Erzielen einer einwandfreien Stromwendung in einem gewissen Verhältnis α zum Gleichstrombelag A_g des Ankers stehen. Bezeichnet man mit $J_{A,g}$ die Gleichstromdurchflutung des Ankers, mit t die Polteilung, so setzt man die Gleichung an:

$$H_A = \alpha\, A_g = \alpha \frac{J_{A,g}}{t} \quad (19)$$

und berechnet mit (18):

$$\lambda_J = \frac{2\,\alpha \frac{b_A}{t}}{\frac{J_W - J_A}{J_{A,g}}} \quad (20)$$

Der Zähler rechts hat bei allen großen Gleichstrommaschinen ungefähr dieselbe Größe. Der Nenner dagegen hängt von der Maschinenart ab und erreicht die höchsten Beträge bei Einankerumformern. Man erkennt, daß bei diesen Maschinen die kleinsten Leitwerte des Luftspalts am Joch auftreten und findet mit

$$\alpha = 4, \quad \frac{b_A}{t} = 0{,}12, \quad \frac{J_W - J_A}{J_{A,g}} = 1, \quad (21\text{a})$$

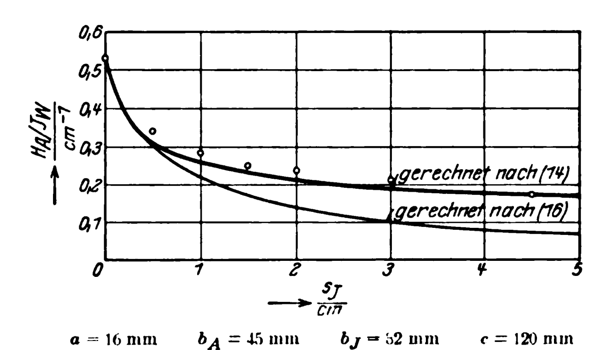
daß noch Leitwertzahlen

$$\lambda_J = 1{,}0 \quad (21\text{b})$$

möglich sind.

Ein Vergleich von (17) mit (21 b) lehrt, daß die Bedingung für das Gelten der Näherungsgleichungen (15) und (16) keineswegs allgemein erfüllt ist.

Die Entwicklungen, wie sie hier durchgeführt wurden, enthalten eine Reihe von Vernachlässigungen, über deren Angängigkeit nur der Versuch entscheiden kann. Vom Verfasser wurde deswegen im Prüffeld der Bergmann-Elektricitäts-Werke ballistisch das Wendefeld einer Gleichstrommaschine bei stromlosem Anker, konstantem Wendepolluftspalt am Anker und verschiedenen Wendepolluftspalten am Joch gemessen. Die Ergebnisse sind in Abb. 7 aufgezeichnet. Dort sind auch die Maschinenmaße eingetragen, soweit sie hier wichtig sind, und zwei nach den Gleichungen (14) und (16) gerechnete Kurven.



$a = 16$ mm $\quad b_A = 45$ mm $\quad b_J = 52$ mm $\quad c = 120$ mm
$h + s_A + s_J = 145$ mm $\quad s_A = 9{,}55$ mm $\quad J_A = 0$

Abb. 7. Vergleich von Rechnung und Messung an einer 6poligen Gleichstrommaschine.

Messung und Rechnung nach (14) weichen nirgends um mehr als 10 % voneinander ab. Am größten sind die Unterschiede bei mittleren Luftspalten am Joch. Dies Verhalten erklärt sich dadurch, daß man nach den Gleichungen (13) die magnetische Leitfähigkeit der Pollücke zu groß rechnet.

Immerhin bleiben die Rechnungsfehler durchaus in erträglichen Grenzen. Für ein abschließendes Urteil über die Genauigkeit des Verfahrens reicht eine einzige Versuchsreihe an ein und derselben Maschine nicht aus. Die Vornahme ganzer Versuchsreihen ist wegen des Umbauens der Wendepole von Versuch zu Versuch recht zeitraubend. Infolgedessen hält es der Verfasser für aussichtsvoller, eine weitere Klärung durch sorgfältige Einzelmessungen an Maschinen der laufenden Fertigung zu

bewirken. Zu solchen Messungen und zur Bekanntgabe ihrer Ergebnisse anzuregen, ist ein wichtiger Zweck der vorliegenden Arbeit.

Zusammenstellung der Formelzeichen.

A_g Gleichstrombelag des Ankers.
B_b Induktion auf der Ankeroberfläche in der Mittellinie eines Pols der Breite b.
B_∞ Induktion auf der Ankeroberfläche unter einem unendlich breiten Pol in der Entfernung ½ b von dessen Ecke.
H_A Mittlere magnetische Feldstärke im Ankerluftspalt auf der Wendepolmittellinie.
H_J Mittlere magnetische Feldstärke im Jochluftspalt auf der Wendepolmittellinie.
J_A Ankerdurchflutung der Polteilung.
$J_{A,g}$ Gleichstrom-Ankerdurchflutung der Polteilung.
J_W Wendepoldurchflutung eines Polpaares.
V_A Magnetische Spannung am Ankerluftspalt.
V_J Magnetische Spannung am Jochluftspalt.
λ_A Leitwertzahl des Luftspalts am Anker.
λ_J Leitwertzahl des Luftspalts am Joch.
λ_1, λ_2 Leitwertzahlen der Pollücke.
μ_0 Permeabilität der Luft.
Φ_A Wendepol-Ankerinduktionsfluß.
Φ_H Wendepol-Hauptpolinduktionsfluß.
Φ_J Ständerjoch-Wendepolinduktionsfluß.

Vorwärmung des Speisewassers durch Entnahmedampf oder durch Rauchgas in Kleinkraftwerken.

Von Dipl.-Ing. **Schlicke,** Berlin-Wilmersdorf.

Übersicht. Im Gegensatz zum Großkraftwerk ist beim Kleinkraftwerk vorher eingehend zu untersuchen, ob die Speisewasservorwärmung durch Entnahmedampf gegenüber der durch Rauchgas Vorteile bietet. An einem Beispiel wird gezeigt, daß bei schwankender Belastung die Rauchgasvorwärmung die günstigere ist.

Während bei Großkraftwerken die Speisewasservorwärmung durch Entnahmedampf der Haupt- oder Hilfsturbine ohne weiteres einen wirtschaftlichen Gewinn abwirft, muß beim Kleinkraftwerk erst durch umfangreiche Wirtschaftlichkeitsberechnungen festgestellt werden, ob eine Ersparnis erzielt wird oder nicht. Man wird bei Kleinkraftwerken im allgemeinen zu dem Ergebnis kommen, daß die Rauchgasvorwärmung des Speisewassers derjenigen durch Entnahmedampf vorzuziehen ist. Dieses Ergebnis erscheint auf den ersten Blick verblüffend, erklärt sich aber aus der Natur der Sache. Hauptsächlich wirken folgende Gründe ein:

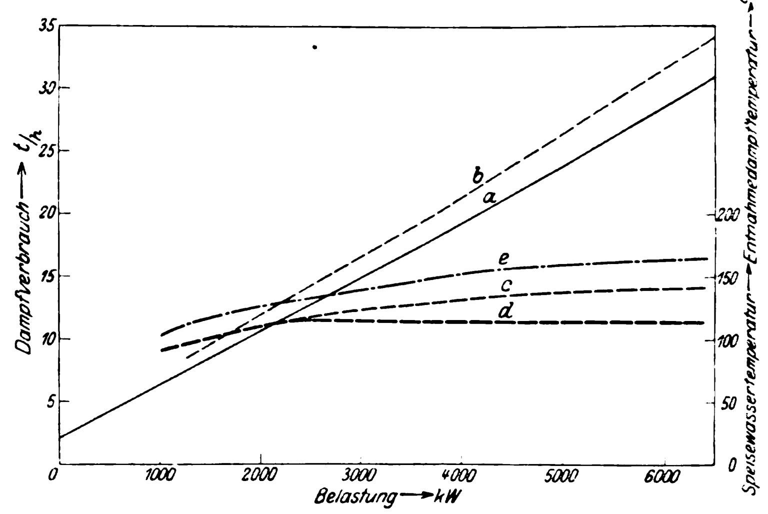
1. Das Großkraftwerk ist mit Staubfeuerungen ausgerüstet und kann daher höhere Lufttemperaturen anwenden, um die durch den Entfall des Rauchgas-Speisewasservorwärmers zur Verfügung stehenden höheren Abgastemperaturen wirtschaftlich auszunutzen. Das Kleinkraftwerk dagegen kann infolge der dort fast allgemein gebräuchlichen Rostfeuerungen keine höheren Verbrennungslufttemperaturen als 160° verarbeiten, müßte also bei Wegfall des Rauchgas-Speisewasservorwärmers die Abgase mit hoher Temperatur abgeben und erhöhend auf die Schornsteinverluste einwirken.

2. Bei Kleinkraftwerken kann nur eine nach heutigen Begriffen niedere Dampfspannung angewendet werden (15 ... 20 atü am Kessel), da bei höheren Drücken das arbeitende Dampfvolumen in den ersten Stufen sehr klein ist und damit auch die Schaufelhöhen hier bis zur Unausführbarkeit verkleinert würden. Bei niederer Eintrittsspannung ist aber die mechanische Arbeit, die der Entnahmedampf leistet, ehe er zur Wasservorwärmung benutzt wird, nur gering.

3. Im Großkraftwerk wird die einzelne Maschine höher und gleichmäßiger belastet. Im Kleinkraftwerk hingegen arbeitet u. U. während des ganzen Tages nur eine einzige Maschine. Diese arbeitet im Durchschnitt mit halber Last, wird in der kurzen Zeit der Spitze überlastet und wird an Sonntagen und nachts nur gering in Anspruch genommen. Es sinkt dann die Belastung unter die Viertellast. Während dieser Zeit muß die Entnahmedampf-Vorwärmung abgestellt werden, da der Druck unter die Atmosphäre sinkt. Im Großkraftwerk aber sind eine oder mehrere Grundmaschinen stets mit Dreiviertel bis Vollast belastet, so daß die Entnahmedampf-Vorwärmung gleichmäßig über den ganzen Tag arbeiten kann. Unterbrechungen, ja selbst Schwankungen treten nicht ein.

Infolgedessen kann die Entnahmedampf-Vorwärmung nicht unbedingt überall angewandt werden. Es wirken eine ganze Reihe von Einflüssen auf sie ein. Es ist deshalb stets notwendig, sämtliche Einflüsse zur Untersuchung heranzuziehen und jeden Fall nach eingehender Rechnung individuell zu entscheiden. An dem Beispiel eines Kleinkraftwerkes soll das soeben Behauptete bewiesen werden.

Beispiel. Ein Turbosatz von 5000 kW Leistung und 6250 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}8$ versieht während des ganzen Tages den Betrieb. Er kann bei $\cos\varphi = 1{,}0$ bis auf 6250 kW überlastet werden. Nur während der im Dezember auftretenden Belastungsspitze wird er durch einen zweiten, älteren Maschinensatz unterstützt. Die Dampfspannung am Kessel beträgt 15 atü bei 375°, während an der Maschine 12,5 atü und 350° verbleiben. Die einzelnen Betriebsdaten für die verschiedenen Belastungsfälle sind in Zahlentafel 1 aufgeführt worden. Der Dampfverbrauch ist mit und ohne Vorwärmerbetrieb angegeben und in Abb. 1 dargestellt worden. Der Dampf hat am Turbineneintritt einen Wärmeinhalt von 750 kcal/kg. In den ersten Stufen wird er zur Arbeitsleistung ausgenutzt und tritt dann mit 660 kcal/kg in den Vorwärmer ein, um dort bis auf 30 kcal/kg abgekühlt zu werden und das Kondensat anzuwärmen. Bei einem Wirkungsgrad des Vorwärmers von 95 % stehen 600 kcal/kg zur Anwärmung des Kondensates nutzbar zur Verfügung.



a Dampfverbrauch ohne Vorwärmerbetrieb
b Dampfverbrauch mit Vorwärmerbetrieb
c Speisewassertemperatur ohne Entnahmedampfdrosselung
d Speisewassertemperatur mit Entnahmedampfdrosselung auf 115° Speisewassertemperatur
e Entnahmedampftemperatur

Abb. 1. Dampfverbrauch einer 5000 kW-Turbine mit und ohne Vorwärmerbetrieb.



Das Kondensat ist im Jahresmittel von 15 auf 115° anzuwärmen, um der Kesselanlage mit 110° zuzulaufen. Die notwendige Entnahmedampfmenge D_2 errechnet sich durch folgende Beziehung:

$$D_2 = \frac{t_{\text{diff}}\, D_1}{J} \text{ Kilogr./Stunde,}$$

wenn D_1 die stündliche Kondensatmenge, t_{diff} die Temperaturdifferenz, um die das Wasser zu erwärmen ist, und J das zur Verfügung stehende Wärmegefälle des Heizdampfes darstellt. Die Arbeitsleistung des Entnahmedampfes in der Hauptturbine ist

$$N_2 = \frac{D_2\, J'\, \eta_g}{860} \text{ Kilowattstunden.}$$

J' ist das zur Umwandlung in mechanische Arbeit zur Verfügung stehende Wärmegefälle und η_g der Gütegrad des Turbosatzes. Der Gesamtdampfverbrauch D setzt sich zusammen aus dem Hauptdampf D_1, der nur mechanische Arbeit leistet und im Kondensator niedergeschlagen wird, um dann auf 115° vorgewärmt zu werden, und aus dem Entnahmedampf D_2. D wird durch folgende Gleichung bestimmt:

$$D = D_1 + D_2 \text{ Kilogr./Stunde.}$$

Der Kesselwirkungsgrad ist verschieden, je nachdem Vorwärmung durch Anzapfdampf oder reine Rauchgasvorwärmung benutzt wird. Da im Kleinkraftwerk die Rostfeuerung vorherrscht, kann die Luft auf höchstens 160° erwärmt werden, um einen übermäßigen Verschleiß an Rosten und feuerfestem Material zu vermeiden. Infolgedessen würde die Kesselanlage, die allein mit einem Lufterhitzer arbeitet, die Rauchgase mit 220...240° in den Schornstein entlassen. Es ist deshalb unter allen Umständen ratsam, zwischen Kessel und Lufterhitzer einen Rauchgas-Speisewasservorwärmer mit etwa halber als sonst gebräuchlicher Heizfläche einzuschalten und das Speisewasser von 110 auf 160° zu erwärmen. Der Kesselwirkungsgrad hat in dem Bereich einer Maschinenlast von 3750...6250 kW eine stark abgeflachte Kurve und setzt sich folgendermaßen zusammen:

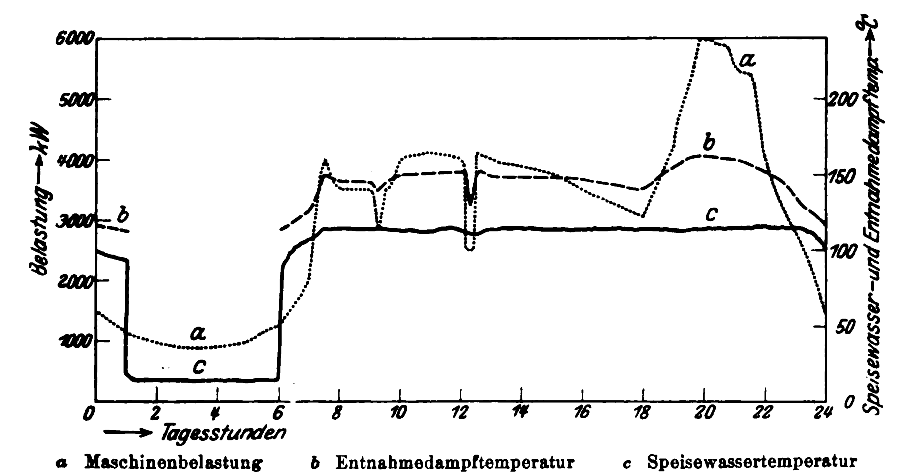
Zahlentafel 2.

	Bei Vorwärmerbetrieb	Ohne Vorwärmerbetrieb
Kessel allein	58,0%	58,0%
Überhitzer	9,2%	9,2%
Ekonomiser	4,7%	8,9%
Lufterhitzer	8,8%	8,8%
Ganze Kesselanlage	80,7%	84,9%

Der Dampf verläßt die Kesselanlage mit einem Wärmeinhalt von 763 kcal/kg. Je nach der Art der Vorwärmung hat der Kessel eine bestimmte Wärme (siehe Zahlentafel 1) dem Dampf zuzuführen. Diese Wärmemenge, dividiert durch den Kesselwirkungsgrad, ergibt die im Brennstoff zuzuführende Wärmeenergie. Diese Werte, multipliziert mit dem jeweiligen spezifischen Dampfverbrauch, ergeben den Wärmeverbrauch für 1 kWh. Es werden also bei der Entnahmedampfvorwärmung des Speisewassers größere Wärmemengen benötigt als bei reiner Rauchgasvorwärmung, und zwar um so mehr, je kleiner die Belastung ist.

Zahlentafel 1.

Belastung	kW	1250	2500	3750	5000	6250
Dampfverbrauch/kWh mit Vorwärmer	kg/kWh	6,95	5,70	5,31	5,28	5,30
Dampfverbrauch/kWh ohne Vorwärmer	kg/kWh	6,17	5,10	4,76	4,79	4,80
Dampfverbrauch/h mit Vorwärmer	kg/h	8700	14250	19900	26400	33100
Dampfverbrauch/h ohne Vorwärmer	kg/h	7700	12750	17850	23900	30000
Gütegrad des Dampfturbosatzes	%	62	67	68,3	70	69,4
Zur Kraftleistung zur Verfügung stehendes adiabatisches Wärmegefälle	kcal/kg	90	90	90	90	90
Entnahmedampf in der Stunde	kg/h	1000	1550	2050	2500	3100
Kraftleistung des Entnahmedampfes	kW	65	109	147	183	225
Kesselwirkungsgrad mit Vorwärmer	%	74	77,5	80,7	80,7	80,7
Kesselwirkungsgrad ohne Vorwärmer	%	78,2	82,0	84,9	84,9	84,9
Dem Kessel zugeführte Wärmemenge mit Vorwärmer	kcal/kg	100	110	110	110	110
Dem Kessel zugeführte Wärmemenge ohne Vorwärmer	kcal/kg	15	15	15	15	15
Im Dampf enthaltene Wärmemenge	kcal/kg	763	763	763	763	763
In der Kesselanlage umgesetzte Wärmemenge mit Vorwärmer	kcal/kg	663	653	653	653	653
In der Kesselanlage umgesetzte Wärmemenge ohne Vorwärmer	kcal/kg	748	748	748	748	748
Der Kesselanlage zugeführte Wärmemenge mit Vorwärmer	kcal/kg	895	844	810	810	810
Der Kesselanlage zugeführte Wärmemenge ohne Vorwärmer	kcal/kg	957	912	882	882	882
Wärmeverbrauch/kWh mit Vorwärmer	kcal/kWh	6220	4800	4300	4270	4290
Wärmeverbrauch/kWh ohne Vorwärmer	kcal/kWh	5900	4650	4200	4220	4240



a Maschinenbelastung *b* Entnahmedampftemperatur *c* Speisewassertemperatur

Abb. 2. Schwankungen der Maschinenlast und Speisewassertemperatur während eines Tages (16. April).

Der Entnahmedampf muß mindestens einen Druck von 1,1 ata besitzen. Bei niederen Dampfspannungen besteht die Gefahr, daß Wasser in die Turbine durch die Dampfentnahmeleitung zurückdringt und dort Schaden anrichtet. Es muß also bei niederen Entnahmedrücken und niederen Belastungen die Vorwärmung abgestellt werden. Die Dampftemperatur folgt entsprechend dem Druck der Kurve *c* in Abb. 1. Der Druck hinter den ersten Stufen sinkt erst langsamer und dann schneller mit fallender Belastung. Der Dampftemperatur entsprechend verringert sich auch die Wassertemperatur, deren Verlauf durch Kurve *c* wiedergegeben wird. Die Entnahmedampftemperatur ist derart zu regeln, daß eine Wassertemperatur von 115° nicht überschritten wird. Es könnte z. B. bei einer Belastung von 5400 kW eine Wassertemperatur von 140° erreicht werden. Da jedoch das gesamte Speisewassersystem auf eine Temperatur von 110° eingestellt ist — die Pumpen erhalten die der Wassertemperatur entsprechende Zulaufhöhe, jede höhere Temperatur kann ein Aussetzen der Saugwirkung veranlassen, die Behälter werden für den betreffenden Druck hergestellt und erhalten die notwendige Höhe über Pumpenmitte usw. —, darf am Vorwärmer die Temperatur von 115° auf keinen Fall überschritten werden. Infolgedessen muß bei größeren

Lasten der Entnahmedampf gedrosselt werden. Hierdurch entstehen Verluste. Das abgedrosselte Wärmegefälle könnte mechanische Arbeit verrichten.

Um zu zeigen, wie eine Speisewasservorwärmung mit Anzapfdampf in einem Kleinkraftwerk arbeitet, ist die Belastung obigen Maschinensatzes während eines Tages, der etwa das Jahresmittel kennzeichnet, herausgegriffen und in Abb. 2 dargestellt worden. Während der Haupttageszeiten schwankt die Heizdampftemperatur zwischen 115 und 160°. Die Wassertemperatur hält sich zwischen den Werten von 95 und 115°. Des Nachts, während 5 h, ist die Vorwärmung abgestellt, und die Kesselanlage erhält das Speisewasser mit 15°. Die Kesselanlage muß während dieser Zeit eine Mehrarbeit von 95 kcal/kg aufbringen. Bei reiner Rauchgasvorwärmung dagegen erhält die Kesselanlage das Wasser stets mit gleicher Temperatur.

Die Speisewasservorwärmung durch Entnahmedampf ist auf jeden Fall im Kleinkraftwerk, wenn auch nur unbedeutend, unwirtschaftlicher als die reine Rauchgasvorwärmung. Vom wärmewirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet ist sie unterlegen, hat aber den Vorteil, daß sie die hochwertigen Ekonomiser- und Kesselteile vor Korrosionen durch O_2 und CO_2 schützt; denn bei der Temperatur von 110° und unbedeutend höherem Druck als der der Atmosphäre werden diese Gase restlos ausgetrieben. Es ist nur dafür Sorge zu tragen, daß diese Gase in genügendem Maße den Speisewasserbehältern entweichen können. Es gibt Kesselbesitzer, die glauben, bei genügend hoher Vorwärmung im Ekonomiser und guter Entlüftung zwischen Ekonomiser und Kessel die Gase schon vor dem Eintritt in den Kessel auszutreiben. Den Ekonomiser glauben sie durch Verwendung von Gußeisen oder hochwertigem Stahlguß als Baustoff vor Anfressungen schützen zu können. Es ist aber ein Irrtum; denn Gußeisen wird auch durch die Gase zerstört, wenn auch langsamer als Schmiedeeisen, da erst die gegen chemische Einflüsse widerstandsfähige Gußhaut zerstört werden muß. Ist dies einmal geschehen, so geht die Zerstörung um so schneller vor sich. Da der Wärmeverbrauch der Entnahmedampfvorwärmung des Speisewassers nur unbedeutend höher ist als der der reinen Rauchgasvorwärmung, ist von Fall zu Fall zu entscheiden, ob nicht doch die Vorwärmung durch Anzapfdampf kombiniert mit weiterer Rauchgasvorwärmung der guten Entgasung wegen anzuwenden ist.

Die deutsche Raytheon-Röhre.

(Mitteilung aus dem Röhrenlaboratorium der Osramgesellschaft, Fabrik A.)

Von **H. Simon** und **M. Bareiss**, Berlin.

Übersicht. Beschreibung der Wirkungsweise eines zweiphasigen Glimmlichtgleichrichters, der von der Osramgesellschaft entwickelt worden ist. Insbesondere werden die Stromspannungscharakteristiken diskutiert.

Der immer stärker werdende Wunsch, die Rundfunkempfänger direkt aus dem Lichtnetz zu betreiben, konnte erst voll befriedigt werden, nachdem die technische Durchbildung der einzelnen hierzu notwendigen Mittel — Siebketten zur Beseitigung der Netzgeräusche, Gleichrichter zur Erzeugung der Anodenspannung aus den Wechselstromnetzen — soweit fortgeschritten war, daß die Anschaffung eines Netzanschlußgerätes weiten Kreisen möglich wurde.

Für die Herstellung der Gleichrichter waren drei Wege offen, die auch alle drei von der Radioröhrenindustrie beschritten worden sind: Hochvakuumgleichrichter mit Sparkathode (Thoriumkathode oder Oxydkathode), gasgefüllte Gleichrichter mit Glühkathode (z. B. Wehneltgleichrichter) und gasgefüllte Gleichrichter mit selbständiger Entladung (Glimmlichtgleichrichter). Maßgebend ist in erster Linie die Möglichkeit einer Serienfabrikation, die imstande ist, Gleichrichter großer Gleichmäßigkeit und Lebensdauer zu liefern. Besonders der dritte Weg schien für Rundfunkzwecke recht aussichtsreich, da in diesem Fall von einer besonderen Heizwicklung auf dem Transformator abgesehen werden kann. Obwohl die theoretischen Grundlagen durch die umfangreichen Untersuchungen in den letzten zehn Jahren (vgl. z. B. R. Seeliger, Einführung in die Physik der Gasentladungen, Verlag J. A. Barth, Leipzig 1927) im wesentlichen geklärt waren und auch die technische Durchbildung durch die Untersuchungen von F. Schröter[1] im Laboratorium der Julius Pintsch A.-G.[2] weit gefördert war, konnte doch von einer serienmäßigen Fabrikation im heutigen Sinne, z. B. im Vergleich mit Radioröhren, nicht gesprochen werden. Die Herstellung hatte noch immer mehr Laboratoriums- als Fabrikationscharakter.

Zur Erzielung des höchsten Wirkungsgrades verwendete man im allgemeinen Edelgase mit geringen Beimengungen unedler Gase bzw. Metalldämpfe und überzog die Kathode mit Schichten von Alkalimetallen. Die Benutzung der Alkalimetalle bringt jedoch gewisse Schwierigkeiten mit sich, insbesondere wegen der Verwendung von Spezialgläsern, zu der man genötigt ist, weil die normalen Gläser der Glühlampenindustrie von den Alkalidämpfen stark angegriffen werden. Auch war die Leistung der bisherigen Glimmlichtgleichrichter im Verhältnis zu Größe und Preis nicht befriedigend, so daß eine einfache Übertragung der vorhandenen Glimmlichtgleichrichter aus der Laboratoriumsherstellung in die Serienfabrikation keine Aussichten bot. Aus diesen Schwierigkeiten wiesen die Untersuchungen von F. Schröter einen Weg. Er hatte schon Gleichrichter mit mehreren Anoden und einer Kathode, also Vollweggleichrichter für Zwei- und Dreiphasenstrom angegeben, die Wirkungsweise von Hilfsentladungen untersucht, insbesondere gezeigt, daß man den Edelgasen zweckmäßig gewisse Mengen unedler Gase oder Metalldämpfe zur Erzielung einer guten Lebensdauer der Gleichrichterröhre zusetzen müsse. Auf dieser Grundlage weiterbauend, wurden in den letzten Jahren im Laboratorium der Röhrenfabrik Osramwerk A eingehende Untersuchungen durchgeführt[3], die die fabrikationsmäßige Serienherstellung von Glimmlichtgleichrichtern nach Art der von der Raytheon Mfg. Co., Cambridge, V. S. Amerika, hergestellten ermöglichten. Die Fabrikation erfolgt unter der ausschließlichen Lizenz der Raytheon Mfg. Co. sowie derjenigen der Julius Pintsch A. G. und der Hydrawerke A. G.

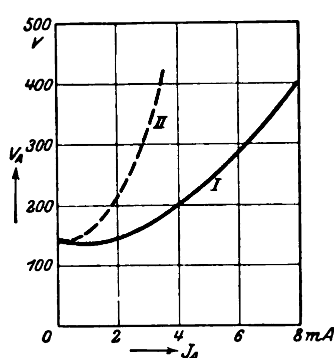


Abb. 1. Rückstromkurven des Glimmlichtgleichrichters.

Obwohl bekannt war, daß auch die Erdalkalien den Kathodenfall stark herabsetzen, hatten diese in der Technik der Glimmlichtgleichrichter bis jetzt noch keine Anwendung gefunden. Der Grund war wohl in dem gegenüber den Alkalimetallen etwas höheren Kathodenfall zu suchen. Die Entwicklung bewies jedoch, daß gerade die Erdalkalien für die serienmäßige Herstellung von Glimmlichtgleichrichtern besonders geeignet sind. Die an Erdalkalioxydkathoden der Rundfunkröhren gemachten Erfahrungen hatten nämlich gezeigt, daß bei Verwendung reiner Substanzen die Herstellung der Oxydkathoden, die ja im wesentlichen aus Erdalkalioxyden bestehen, keine Schwierigkeiten mehr bereitet. Ferner ist bekannt, daß die spezifische Emission eines Metalloxyds im wesentlichen vom Metall herrührt, also z. B. bei der *BaO*-Kathode von dem auf ihr vorhandenen metallischen *Ba*. Die dicke Oxydschicht stellt nur ein Reservoir dar, an dessen Oberfläche sich ein molekularer oder atomarer Metallfilm befindet, der die spezifische Emission der Kathode bestimmt

---

[1] F. Schröter, ETZ 1919, S. 685; Mitt. V. El. W. Bd. 20, S. 181; Naturwissensch. Bd. 8, S. 627; Z. Fernmeldetechn. Bd. 4, S. 67.

[2] D.R.P. 355 288, 355 855, 371 628, 389 236, 395 159, 404 069, 405 138.

[3] M. Bareiss, Z. Techn. Phys. Bd. 8, S. 449.



und der aus der Schicht dauernd erneuert wird. Wird diese Überlegung auf die Verhältnisse einer Gleichrichterröhre übertragen, so ist einleuchtend, daß eine solche Schicht für die Herabsetzung des Kathodenfalls in der Gleichrichterröhre ebenso wirksam sein muß wie ein rein metallischer Überzug, denn der Metallfilm bildet sich im Betrieb der Röhre durch die Entladung selbst und wird auch immer wieder erneuert, sofern Sauerstoff und Wasserdampf ferngehalten werden. Damit war ein Weg gegeben, eine Erdalkalimetallschicht dauernd an der Kathodenoberfläche zu erzeugen, wenn man diese mit einem Erdalkalioxyd überzog und für saubere Verhältnisse in dem Entladungsrohr sorgte.

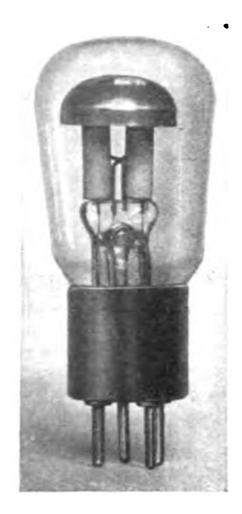




Abb. 2. Deutsche Raytheon-Glimmlichtgleichrichter-Röhre.

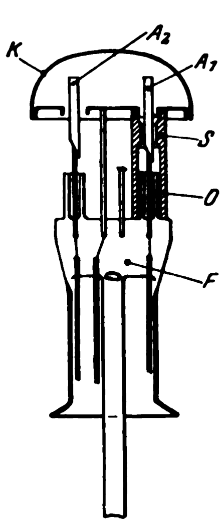


Abb. 3. Schnitt durch die deutsche Raytheon-Röhre.

Wesentlich schwieriger war die Wahl des Edelgases und der notwendigen unedlen gasförmigen Zusätze, die keinen zerstörenden Einfluß auf den Erdalkalifilm ausüben durften. Zunächst zeigten die Röhren ein schnelles Hartwerden, das man qualitativ durch die Messung des Rückstroms verfolgen kann. In Abb. 1 ist der Rückstrom eines Gleichrichters in frischem Zustande (Kurve *I*) und nach einer längeren Betriebszeit (Kurve *II*) angegeben. Der Rückstrom ist nach einiger Zeit etwa auf den halben Wert (für V_A = konst.) gesunken, wobei die Zündspannung meistens ein wenig ansteigt. Abb. 2 stellt eine Photographie des neuen bei Osram entwickelten deutschen Raytheon-Glimmlichtgleichrichters, Abb. 3 einen schematischen Schnitt durch den Gleichrichter dar. Auf einem Glasfuß *F* ist mittels zweier eingeschmolzener Stützdrähte die annähernd geschlossene Kathode *K* von pilzförmiger Gestalt befestigt. In den Innenraum dieser Kathode ragen zwei kleine stiftförmige Anoden A_1 und A_2 hinein, die nach außenhin durch übergeschobene Steatitröhrchen *S* vollkommen abgedeckt sind, so daß eine Entladung außerhalb des von der Kathode umschlossenen Raumes nicht einsetzen kann. Die Zuführungen zu den Anoden sind durch Glasröhrchen *O* nochmals abgeschirmt. Es befinden sich also zwischen den Steatitröhrchen einerseits und den mit dem Quetschfuß verschmolzenen Glasröhrchen anderseits so enge Zwischenräume, daß die Entladung von dem inneren Raum nicht nach dem äußeren Raum hindurchtreten kann. Der Glaskolben ist in der üblichen Weise mit dem Fuß verschmolzen, die Röhre sorgfältig evakuiert und mit Helium gefüllt. Der Gasdruck in der fertigen Röhre beträgt einige Millimeter Quecksilbersäule.

Durch die beschriebene Konstruktion ist erreicht, daß eine Entladung nur innerhalb des von der Kathode umschlossenen Raumes übergehen kann. Dies hat den Vorteil, daß die Glaswand, die sonst durch Gasabsorption sehr schädlich wirkt, ausgeschaltet ist, infolgedessen die Röhre eine sehr gute Lebensdauer erhält. Zur Erniedrigung des Spannungsverlustes im Gleichrichter, im wesentlichen also zur Verringerung des normalen Kathodenfalles in der Durchlaßrichtung, erwies sich, wie schon erwähnt, ein Überziehen der Kathode mit Barium als zweckmäßig. In Anbetracht der hohen Spitzenspannungen würde zunächst eine Trennung der Entladungsräume zwischen den beiden Anoden erwünscht erscheinen; da aber die Kathode nur rd. 80 V negativer sein kann als die positive Anode, so wäre der Vorteil nur gering, auch das Umschlagen des Rückstromes in eine Bogenentladung (Rückzündung) wird durch eine Aufteilung des einen Entladungsraumes in zwei einzelne nur unwesentlich beeinflußt. Gegen eine Trennung sprechen aber die weiter unten behandelten Zündungsvorgänge, ferner die damit verbundene Verkleinerung der momentan verfügbaren Kathodenfläche, die eine Verringerung der größten „normalen" Momentanstromstärke bedingen würde.

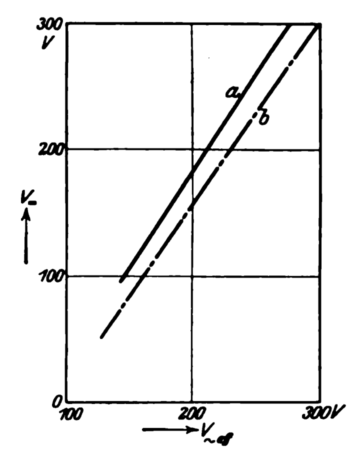


Abb. 4. Abhängigkeit der gelieferten Gleichspannung von der angelegten Wechselspannung bei 20 mA (*a*) und 100 mA (*b*) Stromentnahme.

Die Leistung dieses Glimmlichtgleichrichters beträgt bei einer Anodenwechselspannung von 2 × 270 V gleichstromseitig 250 V, 100 mA. Der Spannungsabfall ist nahezu unabhängig von der Stromstärke und beträgt 80 bis 100 V. Abb. 4 gibt im einzelnen die Abhängigkeit der gleichgerichteten Spannung von der angelegten Wechselspannung. Kurve *a* gilt für 20 mA, Kurve *b* für 100 mA Gleichstrom. Die in den Kurven angegebenen Gleichspannungen setzen ausreichende Größe des zum Verbraucherwiderstand parallelen Ausgleichkondensators voraus; die Messungen sind mit 10 bzw. 16 µF Kapazität ausgeführt.

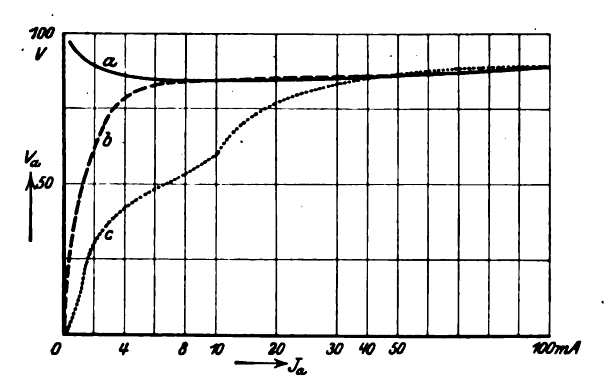


Abb. 5. Stromspannungskurven des Glimmlichtgleichrichters.

Zur Darstellung der Wirkungsweise eines Glimmgleichrichters wird im allgemeinen die statisch aufgenommene Charakteristik benutzt. Im Interesse des Wirkungsgrades wird ein niedriger, bis zu einem Vielfachen des Nennstromes normaler Kathodenfall, außerdem eine möglichst niedrige Zündspannung in der Durchlaßrichtung, das Gegenteil in der Sperrichtung verlangt. Die Zündspannung ist außer von der Form und dem Abstand der Elektroden sehr stark vom Druck des Füllgases und von geringen Zusätzen zum Füllgas abhängig. Es ist nun sehr schwierig, diese letzten beiden Faktoren konstant zu halten.

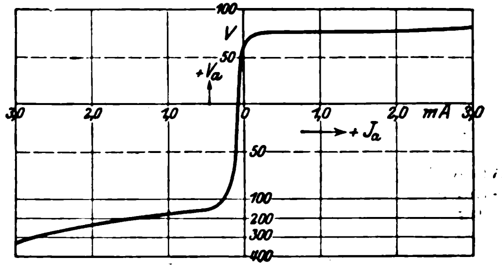


Abb. 6. Die vollständige Charakteristik eines Glimmlichtgleichrichters.

Eingehende Versuche haben nun ergeben, daß die statische Zündspannung für einen Glimmgleichrichter mit einer Kathode und zwei im Gegentakt arbeitenden Anoden

fast völlig bedeutungslos wird, abgesehen vom ersten Einschaltvorgang. Man findet, daß bei Betrieb mit Wechselspannung die Entladung bereits bei den kleinsten Augenblickswerten der Spannung einsetzt. Zur Veranschaulichung sind in Abb. 5 die statisch aufgenommenen Stromspannungskurven für eine Anode dargestellt. Ist während der Messung die zweite Anode mit der Kathode verbunden, so erhält man die Kurve *a*, liegt an der zweiten Anode eine Gegenspannung von 200 V, so erhält man die Kurve *b* und

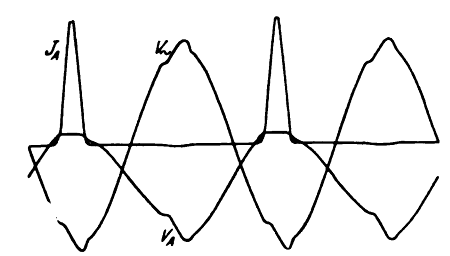
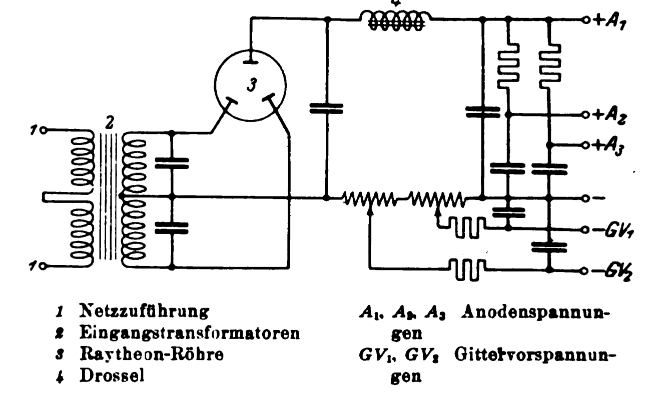


Abb. 7. Verlauf des Anodenstroms und der Anodenspannung einer Anode des Glimmlichtgleichrichters.

bei einer Gegenspannung von 400 V an der zweiten Anode die Kurve *c*. Der Rückstrom beträgt bei 200 V Gegenspannung 0,4 mA, bei 400 V 3,1 mA. Daraus geht hervor, daß die Rückströme ausreichen, um die für die Einleitung der Hauptentladung nötige Vorionisation zu erzeugen. Eine Verringerung des Kathodenfalles, wie sie von anderer Seite[4] angenommen wurde, scheint nicht aufzutreten und wäre auch theoretisch schwer zu verstehen. Natürlich begünstigt der oben beschriebene Effekt auch das Einleiten des Rückstromes, dieser kann durch Anodenform und Gasdruck auf ein zulässiges Maß beschränkt werden. In Abb. 6 ist eine vollständige Charakteristik einer Anode dargestellt, während zur zweiten Anode dauernd ein Strom von 80 mA fließt.

Die im Betriebszustand auftretenden Ströme sind infolge der Hystereseerscheinungen der Gasentladung etwas anders als nach diesen statischen Kurven zu erwarten ist. Durch Oszillographenaufnahmen wurde aber festgestellt, daß das Bild nicht prinzipiell verändert ist. Ein derartiges Oszillogramm ist in Abb. 7 wiedergegeben. Die Aufnahme wurde bei einer Anodenwechselspannung von 2 × 260 V bei einem Gleichstrom von 50 mA und einem Ausgleichkondensator von 12 µF aufgenommen. Gleichzeitig ist festgehalten: die Spannung $V_\sim$ der einen Hälfte des Transformators, die Spannung V_A zwischen einer Anode und der Kathode und der Strom J_A, der zu dieser Anode fließt. Trotzdem die statische Zündspannung der Röhre 280 V beträgt, ist von einer Zündspitze in der Spannungskurve V_A nichts zu bemerken. Der Anodenstrom J_A fließt nur kurze Zeit und erreicht sehr hohe Spitzenwerte. Bei genauem Betrachten der J_A-Kurve bemerkt man auch den kleinen Rückstrom, der der Gegenspannung entspricht.

[4] G. Seibt, ETZ 1923, S. 1077.



1 Netzzuführung
2 Eingangstransformatoren
3 Raytheon-Röhre
4 Drossel
A_1, A_2, A_3 Anodenspannungen
GV_1, GV_2 Gittervorspannungen

Abb. 8. Schaltbild eines Anodengerätes unter Verwendung der Raytheon-Röhre.

Die Lebensdauerversuche mit diesen Röhren haben sehr günstige Resultate ergeben. — Ihre beispielsweise Schaltung in einem Netzanodengerät zeigt Abb. 8. — Der Vertrieb der Raytheon-Röhre erfolgt durch die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft und Telefunken.

Neuzeitliche Anwendungen von ortsfesten Akkumulatorenbatterien.

Neuerungen in der Herstellung, Aufstellung und Anwendung ortsfester Batterien sowie die zukünftigen Aussichten für ortsfeste Batterien behandelt E. C. McKinnon[1]. Über die Batteriekonstruktion wird gesagt, daß sich als Zellengefäße bis etwa 700 Ah bei 10stündiger Entladung in Einzelgefäßen Glas bewährt hat. Für größere Gefäße macht es Schwierigkeiten, die Gefäße gut geformt und gleichmäßig gekühlt herzustellen. Bleiausgekleidete Holzkästen werden bis zu den größten Kapazitäten in Einzelgefäßen verwendet, und zwar in vollwandiger und auch in Füllungsausführung, die sich beide bewährt haben, wenn auch die Vollwandkästen vorgezogen werden, weil sie weniger Gelegenheit für den Säureniederschlag bieten und sich besser konservieren lassen. Als Schutzanstrich gegen die Säure hat sich säurefester Emaillack bewährt, insbesondere wenn dieser Anstrich von Zeit zu Zeit durch eine Auftragung von Leinöl ergänzt wird. Als Positive werden in der Hauptsache Großoberflächenplatten, als Negative werden fast ausschließlich Kastenplatten verwendet, wobei zur Erhaltung der Kapazität Quellmittel, und zwar teils Kohle, teils Bariumsulfat oder ähnliches dienen. Die Ansichten über die zweckmäßigste Fußbodenherstellung sind etwas geteilt, und es ist wichtig, gute und säurebeständige Stoffe zu verwenden. Mit dem neueren „Prodorit" ist man zufrieden.

Bei Batterien in Fernsprechämtern wird vielfach Ölabdeckung angewendet, wobei auf den Säurespiegel eine Schicht reinen Paraffinöls „Blancol" gebracht wird; für die Reinheit des Öles hat die englische Postverwaltung besondere Vorschriften herausgegeben. Die Ölabdeckung soll die Bildung von Säurenebeln am Ende der Ladung und ihre schädigende Wirkung auf andere Einrichtungsgegenstände des Batterieraumes verhüten. Dazu kommt eine Ersparnis an Nachfüllwasser. Da die Ölabdeckung sich durch die aus der negativen Masse austretenden Kohletreibmittel verfärbt und dadurch die Beobachtung der Zellen erschwert wird, hat die Postverwaltung entsprechende einschränkende Vorschriften für die Verwendung der Kohlequellmittel gegeben, jedoch ist es möglich, daß sich dadurch die Lebensdauer der negativen Platten verschlechtert.

Als Fortschritt wird die beschleunigte Inbetriebsetzung angeführt, die von 48 auf 16 h dadurch heruntergebracht wird, daß besonders hergestellte negative Platten verwendet werden; jedoch ist es nötig, diese so zu behandeln, daß sie vor der Füllung und Inbetriebsetzung nicht feucht werden, da sie sonst wie gewöhnliche Negative aufgeladen werden müssen.

Als Übergangsausführung zu den transportablen Batterien werden neuerdings Zellen bis zu 200 Ah 10stündiger Leistung mit Großoberflächenplatten fertig eingebaut und geladen und bis auf eine Öffnung für den Gasabzug vollständig verschlossen geliefert.

Es bestehen noch keine einheitlichen Bestimmungen über die Abnahmeprüfungen für Batterien, was zu Mißhelligkeiten führt, jedoch wird eine Vereinheitlichung der Prüfungsbestimmungen angestrebt.

Batterien guter Konstruktion haben sich sowohl in den Tropen als auch in kalten Zonen bewährt, letzteres insbesondere in vielen Lokomotivbatterien Kanadas.

Die englische Postverwaltung zieht für Fernsprechämter das Zweibatteriesystem vor und kann sich mit dem amerikanischen System, wobei tagsüber außer der Batterie eine Maschine den Sammelschienen parallel geschaltet ist, nicht befreunden. In London sind allein in Fernsprechämtern 32 Batterien mit je 10 000 Ah in Betrieb; man sieht für die nächsten drei Jahre weitere 100 Stück 50 V-Batterien mit 6000 ... 10 000 Ah vor und rechnet für

[1] Vortrag, J. Inst. El. Eng., Bd. 66, S. 453.

London allein auf ein Anwachsen in 15 Jahren auf 120 Ämter mit einer Durchschnittslast von 16 000 kW während 6 h bei 30 Mill. kWh im Jahr.

Die Anwendung von Aushilfsbatterien für Schalterbetätigung nimmt zu, wobei die Batterien oft auf Ladungserhaltung (Trickle-charge) geschaltet sind. Es wird die Einrichtung der Batterieaushilfe in einem Londoner Elektrizitätswerk (Bankside) eingehend beschrieben. Hier liegt die Batterie dauernd mit einer Spannung von 2,2 V für die Zelle an den Hilfsammelschienen, wobei für die abgeschalteten Schaltzellen ein besonderes Ladeaggregat für die Innehaltung einer Spannung von 2,2 V sorgt. Fällt die Spannung an den Hauptsammelschienen, so werden diese durch Rückstromschalter von den Hilfsammelschienen abgeschaltet, dagegen bleibt die Batterie an den Hilfsammmelschienen liegen, um die ungestörte Stromversorgung für die Hilfsmaschinen und sonstigen Hilfseinrichtungen zu leisten. Es besteht eine selbsttätige Einrichtung bei der Ladungserhaltung, um stets eine der Schienenspannung entsprechende Zellenzahl (Schienenspannung durch 2,2 V gleich Zellenzahl) eingeschaltet zu halten.

In dem Flughafen der britischen Aeroplan Co. steht eine Batterie, in der die beim Abbremsen von Flugmaschinen gewonnene Kraft aufgespeichert und für Nachtbeleuchtung und Kraft verwendet wird. An anderer Stelle desselben Betriebes, aber fast 2,5 km von der Stromerzeugungsquelle entfernt, stehen Ventilatoren, die für die Kühlung von zu prüfenden Flugzeugmotoren dienen, die nur zeitweilig laufen. Durch eine in der Nähe der Ventilatoren aufgestellte Batterie ist es möglich, mit geringerem Kabelquerschnitt bei guter Durchschnittsbelastung der Stromquelle auszukommen und man hat für plötzlichen starken Kraftverbrauch in der Batterie eine gute Hilfe.

Sodann finden Batterien in drahtlosen Peilstationen Verwendung, die gewöhnlich in der Nähe von Leuchttürmen liegen, vollständig selbsttätig betrieben und von dem Wärter des Leuchtturmes beaufsichtigt werden. Für abseits gelegene Plätze, deren späterer Anschluß an eine große Stromversorgung gedacht ist, die aber zur Zeit noch keinen elektrischen Strom haben, ist die Anlage von selbsttätigen Einrichtungen vorgesehen, die von der Austin Lighting Co. of Banburry entwickelt sind. Die Einrichtung besteht aus einem schnellaufenden Rohölmotor, einer Magnetkuppelung, einer Drehstrommaschine und einem reichlich großen Erreger, der mit einer verhältnismäßig kleinen Batterie parallel liegt. Die Batterie speist bei geringer Netzbelastung den Erreger, der als Motor die Drehstrommaschine antreibt. Die Automaten schalten je nach der Netzbelastung und dem Batteriefüllungsgrad mittels der Magnetkuppelung den Rohölmotor ein oder aus.

Die von der Post mit Ventimotoren eingerichteten Anlagen sind noch verbesserungsbedürftig, versprechen aber für eine Reihe von entfernt liegenden Küstenstationen gute Vorteile. Bei der selbsttätigen „roundabout"-Ladung liegen Einzelzellen oder gleich große Gruppen so an einem Rundzellenschalter, daß sie nacheinander in den Ladestromkreis eingeschaltet werden. Sämtliche Zellen sind hintereinander geschaltet und die Pole der Batterie liegen an den Verbrauchsammelschienen. Die elektrisch angetriebene Lademaschine — mit einer Spannung ausreichend zur Ladung einer Zelle oder einer Gruppe — betreibt gleichzeitig den „roundabout"-Schalter, der nach einer gewissen Anzahl von Motorumdrehungen um einen Kontakt weiter springt und dabei die bis dahin in Ladung gewesene Gruppe ausschaltet und die nächste Gruppe einschaltet. Der Antrieb arbeitet nach dem Prinzip eines Uhrenschlagwerkes. Sobald die Zellen ziemlich geladen sind, setzt sich die Stromstärke selbsttätig herunter. Die Gesamtspannung steigt nur um 0,35 V bei einer achtzelligen Batterie von 16 V. Der Motorgenerator ist für 180 W bestimmt. — Bei der Ladungserhaltung (trickle-charge) wird der Batterie, die für den Notfall geladen bereit steht, dauernd ein sehr geringer Strom zugeführt, um die Selbstentladungsverluste auszugleichen. Es wird damit erreicht, daß die Batterie erstens stets vollgeladen, zweitens dauernd mit voller Leistung verfügbar ist, d. h. die früher zur Kapazitätserhaltung notwendigen Tiefentladungen fallen weg.

In Frankreich werden in Verbindung mit der Ausnutzung der Wasserkräfte alle Neuanlagen in Mehrphasenstrom ausgeführt, jedoch wird in einer großen Anzahl Städte Gleichstrom weiterverwendet. Sowohl in Frankreich als in anderen Ländern haben die für Mehrphasenstrom eingenommenen Ingenieure auf den Einbau von Aushilfsbatterien für Störungsfälle Rücksicht genommen. Beachtung findet der Einbau von Anshlußbatterien bei den Konsumenten, um die Vorteile des zu gewissen Tageszeiten billigeren Stromes auszunutzen. Deutschland wendet vielfach Aushilfs- und Ausgleichsbatterien an. Italien richtet abgebaute Batterieanlagen, z. B. in Rom und Mailand, wieder auf, weil durch den Abbau Unbequemlichkeiten entstanden waren. In der Aussprache wurde erwähnt, daß bei Unwetter die Stromversorgung der Stadt Mailand stillgesetzt wird, bis das Unwetter vorübergegangen ist. In Amerika sind Aushilfs- und Ausgleichsbatterien seit langem eingerichtet. In Holland verwendet man ausschließlich Mehrphasenstrom, nur fünf Städte haben Gleichstrom beibehalten. In Norwegen wird der aus den großen Wasserkräften gewonnene Strom zu 90 ... 95 % vom Staat und den Gemeinden verteilt. Die Eisenbahn mit Ausnahme der Straßenbahn verwendet Wechselstrom. In Dänemark und anderen nordischen Ländern wird meist Gleichstrom im Dreileitersystem 440 V angewendet, doch besteht die Tendenz der Umwandlung in Drehstrom. Die in den Unterstationen stehenden großen Batterien werden, wenn sie verbraucht sind, wieder erneuert. Indien verwendet fast ausschließlich Mehrphasenstrom, Batterien sind für Schalterbetätigung, Notbeleuchtung vorhanden, und es besteht Batterienachfrage für Privatinstallation in Hospitälern, Hotels, Teegärten usw. Auch Australien verwendet größtenteils Mehrphasenstrom; jedoch werden die Straßenbahnen mit Gleichstrom betrieben, z. T. mit Batteriereserve. In Sydney sind große Batterien im Geschäftsviertel aufgestellt. In Südafrika ist durchweg Mehrphasenstrom in Anwendung, ausgenommen für Bahnunterstationen, die mit 3000 bzw. 1500 V Gleichstrom arbeiten. Batterien sind aber in allen Kraftstationen für Schalterbetätigung und Notbeleuchtung in Anwendung. In der Stadt Port Elisabeth sind Beistandsbatterien vorgeschrieben, obgleich ein Reserveturbinenwerk zur Vermeidung von Störungen vorgesehen ist.

Über die zukünftigen Aussichten für stationäre Batterien äußert sich der Vortragende in nachstehendem Sinne:

Als er über denselben Gegenstand vor 10 Jahren sprach, wurde er über die zukünftigen Aussichten befragt und hat in der Voraussicht einer gleichen diesmaligen Anfrage vorher bei bedeutenden Batteriebesitzern eine Umfrage gehalten, deren Ergebnisse wiedergegeben werden. Batterien werden für unzählige Zwecke benutzt, und andauernd entstehen neue Anwendungszwecke; es gibt gegenwärtig keine gleich zuverlässige Aushilfe für elektrische Energie insbesondere in Anlagen, in denen die ununterbrochene Stromlieferung besonders wichtig ist, wie in Krankenhäusern, Kinos usw., in denen die Möglichkeit einer Panik besteht. Dasselbe gilt bezüglich der Batterieaushilfe für die Hilfsanlagen der Stromerzeugerwerke selbst, wobei es gleichgültig ist, ob die Motoren dieser Hilfsanlagen mit Gleichstrom oder mit Wechselstrom betrieben werden. Angesehene Betriebsfachleute geben ihr Urteil dahin ab, daß bei großen Anlagen die Umänderung von Gleichstromanlagen in Mehrphasenstrom nicht zu umgehen ist, jedoch soll man diese Umänderung nicht machen, wenn alle Vorteile für Gleichstrom sprechen. Insbesondere sollte die ununterbrochene Strombelieferung für Licht wichtiger sein als alles andere und der Gleichstrom sollte beibehalten werden, wenn die Konsumenten bereit sind, entsprechend mehr zu bezahlen. In den Geschäftsbezirken großer Städte zeigt das amerikanische Beispiel, daß im Interesse der Sicherheit der Bevölkerung ohne Batteriereserve nicht auszukommen ist, was wegen der bequemeren Anwendung wieder für Gleichstrom spricht. Der Gleichstrom wird dann in Unterstationen, in denen auch die Batterien stehen, aus Mehrphasenstrom hergestellt. Ein Teil dieser Fachleute spricht sich auch heute noch uneingeschränkt zugunsten der Gleichstromversorgung aus, weil sie besondere Vorteile hat, die anderen Systemen fehlen.

Von der recht ausführlichen Aussprache, die mit diesem Vortrage in Zusammenhang steht und bei der die Meinungen von etwa fünfzig hervorragenden englischen Fachleuten zutage traten (im ganzen umfaßt der Vortrag nebst Aussprache 48 Druckseiten der Zeitschrift), wird hier ein knapper Auszug gegeben.

Der Vorsitzende, R. E. Crompton, wies auf die jüngst in London stattgefundenen Unterbrechungen der Hochspannung hin; dort habe sich gezeigt, daß dort, wo noch Akkumulatoren in Anwendung sind, die Unbequemlichkeit für die Öffentlichkeit sich auf ein Mindestmaß heruntersetzt. Um die Möglichkeit unzulänglichen Arbeitens auszuschalten, ist es wünschenswert, selbsttätige Betätigungen anzuwenden, wo solche zur Verfügung stehen, denn die Zukunft der elektrischen Versorgung hänge mit von der Anwendung der Selbsttätigkeit ab.

Auch H. Brazil tritt der Ansicht entgegen, bei der Anlage von Kraftwerken manches auf Kosten des Wirkungsgrades zu opfern. Die ununterbrochene Stromlieferung müsse unbedingt in erster Linie bestimmend sein. H. G. Brown bespricht den Fall eines Krankenhauses; die Hilfsanlage (Anschlußbatterie) wäre dann auf dem Grundstück des Verbrauchers zu erstellen. Dies sei ein bedeutender Anwendungszweck für Batterien. Die Verbraucher könnten die Batterien zur Verbesserung ihres Belastungsfaktors anwenden und können dafür bessere Bedingungen von den Stromlieferungsgesellschaften erwarten. Es sei dies eine Frage, die mehr Aufmerksamkeit verdiene, als sie bisher empfangen hat. A. A. Taylor schlägt vor, bei Konsumenten — selbst kleinen — Batterien aufzustellen, die mit Nachtstrom durch einen Motorgenerator geladen werden und am Tage zur Speisung von Koch- und Heizapparaten dienen; er gibt dazu den Nachweis der Wirtschaftlichkeit. Die Batterie soll, um billig zu sein, aus wenigen großen Zellen bestehen. Nach E. Thomas liegt eine besondere Aufgabe der Batterien bei Unwetter im Sommer vor, wenn die Lichtbelastung beträchtlich und schnell heraufgeht. Im Geschäftsbezirk von Manchester habe sich die Last in 10 min verdoppelt, und es wäre unmöglich, in dieser Zeit Maschinen parallel zu schalten, um dem anwachsenden Stromerfordernis gerecht zu werden.

Die in dem Aufsatz angeführten technischen Einzelheiten über die Batterieherstellung und -anwendung decken sich mit wenigen Ausnahmen mit den Ansichten, die in Deutschland darüber bestehen. Einzelne Großabnehmer glauben in ihrem Interesse besondere Ausführungsformen von Akkumulatoren beanspruchen zu müssen, jedoch darf nicht außer acht gelassen werden, daß dies für die überall angestrebte Vereinfachung der Fabrikation hinderlich ist.

Die Ölabdeckung ist in England wie auch hier nur bei Fernsprechbatterien zur Anwendung gekommen; einigen Vorteilen der Ölabdeckung stehen schwerwiegende Nachteile gegenüber, so daß sie sich nicht allgemein einführt.

Die abgekürzte erste Ladung eignet sich für ortsfeste Batterien weniger, weil es nicht möglich ist, die vorbehandelten Platten mit Sicherheit bis zur Inbetriebsetzung so zu erhalten, daß die verkürzte Ladung unter allen Umständen genügt. Da aber erste Ladungen verhältnismäßig selten sind, auch heutzutage der Strom billig ist, so ist es nicht nötig, sich wegen einer geringfügigen Ersparnis großen Gefahren auszusetzen, wie sie mit einer ungenügenden Ladung immer verbunden sind.

Der Wert der Ladungserhaltung ist bekannt; auch in Deutschland liegen nur gute Erfahrungen vor, die sich auf eine Reihe von Jahren erstrecken.

Der „round-about"-Schalter oder Teilbatterieumschalter, wie er in Deutschland für eine grundsätzlich ähnliche Schaltung des Ing. Uhde genannt wird, kann auf Sondergebieten nützlich sein, insbesondere weil er die Ladung vollständig selbsttätig macht. Je häufiger die Umschaltung eintritt, desto günstiger ist sie; desto mehr wachsen aber auch die Abnutzungs- und Unterhaltungskosten der selbsttätigen Einrichtung.

Es ist sehr richtig, daß der Akkumulator, wie es von einzelnen Rednern hervorgehoben wurde, viel dazu beigetragen hat, das Vertrauen der Öffentlichkeit in die elektrische Stromversorgung zu schaffen. Anderseits geht die jetzige Richtung dahin, bei ausgedehnten Netzen Mehrphasenstrom anzuwenden, und teils hierdurch, teils durch die Anschaffung außergewöhnlicher Maschinen- und Kesselreserven ist die Bewertung der Batterien als Belastungsausgleicher in großen Werken zur Zeit nicht einheitlich. Der starke Ausbau der Erzeugeranlagen (z. T. über das 6fache der Jahresdurchschnittsbelastung hinaus), die schnell veralten und dann abgeschrieben zu Reservezwecken verfügbar bleiben, bietet eine anscheinend billige Reserve. Wenn allerdings beachtet wird, daß jede Vergrößerung immer auf die Spitzenbelastung zugeschnitten wird, so ergibt sich daraus, daß die Erzeugeranlagen nicht gut ausgenutzt werden und aus dem vorerwähnten Grunde in unwirtschaftlicher Weise abgeschrieben werden müssen. Nach einer Veröffentlichung werden 95 % des Jahresverbrauches eines der wichtigsten Großkraftwerke von der einen Hälfte und die restlichen 5 % (Spitzenlast) von der andern Hälfte der Erzeugeranlagen hergestellt, d. h. die Hälfte des Werkes ist nur wenige hundert Stunden im Jahre beansprucht. Deshalb gewinnt neuerdings der Gedanke der Stromspeicherung an Raum, und Batterien haben dabei den Vorteil, daß sie nicht nur die Erzeugeranlagen, sondern in großem Maße die viel teureren Stromverteilungsanlagen entlasten. Sie sind für diesen Zweck am besten geeignet, zumal sie für Notfallentladungen eine unübertroffene Elastizität besitzen und anderseits kaum einen Leerlaufverbrauch haben. Die Anwendung großer Batterien als Momentreserve in Verbindung mit Überlandnetzen nimmt wieder zu, weil sich die Stromabnehmer auf die Dauer mit den unvermeidlichen Störungen der Stromversorgung nicht abfinden, sondern Sicherheitsvorkehrungen verlangen. Interessant ist der angeführte Umstand, daß private Elektrizitätswerke besondere Vorkehrungen gegen Stromunterbrechung treffen und Aushilfsbatterien für den Notfall einrichten, um Straffälligkeiten, die mit dem Aussetzen der Stromversorgung zusammenhängen, aus dem Wege zu gehen; bei Elektrizitätswerken der öffentlichen Hand bestehen solche Straffälligkeiten nicht.

Von besonderer Wichtigkeit ist in Anbetracht der besseren Ausnutzung der Erzeuger- und teuren Verteilungseinrichtungen der Elektrizitätswerke die Anwendung von Anschlußbatterien; allerdings müssen geeignete Stromtarife bestehen oder eingerichtet werden, die gegenüber den sonstigen Strompreisen entsprechend billig sind und, wie ich in der ETZ 1928 S. 781 nachgewiesen habe, es, ohne Verlust zu bringen, sein können. Diese Anschlußbatterien, insbesondere mit Sperrzeitverpflichtung, können dazu beitragen, die Winterspitze herabzusetzen und gestatten demzufolge die Stromerzeugungs- und -verteilungseinrichtungen kleiner und billiger zu halten, d. h. es lassen sich vorhandene Anlagen durch Anschlußbatterien viel wirtschaftlicher ausnutzen als ohne solche. Voraussetzung ist dabei ein zielsicheres Vorgehen, welches nicht beeinträchtigt ist durch die manchmal angetroffene Erwägung, Anschlußbatterien könnten eine ungünstige Schlußfolgerung über die Sicherheit der Stromversorgung gestatten, wie dies in dem englischen Aufsatz erwähnt ist. E. Dähne.

„Aufbau und Entwicklungsmöglichkeiten der europäischen Elektrizitätswirtschaft"*.

Von Prof. **R. Schneider,** Darmstadt.

Nur wenige Jahre zurückzublicken genügt, um einen Entwicklungszustand der deutschen Elektrizitätswirtschaft zu rekonstruieren, während dessen eine Betrachtung über den Versorgungsbereich einer Unternehmung hinaus nicht ins Auge gefaßt wurde. Im Rahmen der großen Energiewirtschaft hatte die Elektrizität wohl zunehmend Beachtung gefunden, aber sie trat hinter die Bedeutung der Bewirtschaftung anderer Energieträger, insbesondere der Kohle, noch in starkem Maße zurück. Der Krieg hat die Energiewirtschaften überall grundlegend umgestaltet, neue Formen an die Stelle alter treten lassen.

Im Verlaufe dieses Prozesses hat die Elektrizität als Energieform infolge ihrer Eigenschaft, sich einfacher und wirtschaftlicher in den allgemeinen Produktionsprozeß und Haushalt des Menschen einschalten zu lassen als andere Energieformen, eine immer größere wirtschaftliche Bedeutung erlangt und die dadurch bedingte starke Nachfrage nach elektrischer Arbeit eine immer größere Steigerung des Bedarfes hervorgerufen. Die Folge davon mußte auch eine völlige Umgestaltung der Struktur der — ihre planmäßige öffentliche Bewirtschaftung sich zur Aufgabe machenden — Elektrizitätswirtschaft gegenüber der Vorkriegszeit sein. In dem Rationalisierungsprozeß, der die Erzeugung in immer gewaltigere Kraftanlagen konzentriert und an die Rohstoffquellen der Energieträger zwingt, in der fortschreitenden Zusammenfassung der Versorgung in große Wirtschaftsgebiete mit rationellerer Verteilung, in dieser Wirtschaftsidee findet diese

* Herausg. v. d. wirtschaftl. Abt. d. Bankhauses Schwarz, Goldschmidt & Co., Berlin, unter wissenschaftl. Mitarbeit von Prof. Dr. Dr. W. Windel u. Dipl.-Ing. C. Th. Kromer. Mit 115 teils farb. Abb., 48 Zahlent., 511 S. in gr. 8°. Den Verlag hat R. Oldenbourg, München-Berlin, übernommen. Preis geb. 20 RM.



Umgestaltung ihren sichtbaren Ausdruck. Dieser wirtschaftlichen Idee unterliegt aber die Konzentrationsbewegung nicht vornehmlich. Nebenher läuft eine Bewegung, die z. T. vorbereitender, z. T. machtpolitischer Art ist und den Zweck größerer finanzieller Einflußnahme verfolgt. Dadurch wird die Struktur der Wirtschaft zunächst nicht, dagegen aber die Struktur der kapitalistischen Konzerne jeder Art geändert, und die machtpolitischen Einflüsse in der Wirtschaft werden u. U. in entscheidender Weise verschoben. Bei der überragenden Bedeutung der Elektrizität als Wirtschafts- und Kulturgut ist es daher begreiflich, daß diesen stürmisch vorwärtsschreitenden Konzentrationsprozessen innerhalb und außerhalb der Wirtschaft — insbesondere seitens der Regierungen und politischen Faktoren — größte Beachtung zugewandt wird. Sie sind die Ursache der immer stärkeren Einflußnahme der öffentlichen Hand an der öffentlichen Elektrizitätsversorgung meist in der Form eigener wirtschaftlicher Betätigung, die je nach den weltanschauungspolitischen Verhältnissen und dem Stande der Elektrizitätsbewirtschaftung in den verschiedenen Ländern teils stärker, teils schwächer zu Tage tritt und weit über eine nur regelnde Fürsorge hinausgreift.

In Deutschland ist dieser Wandlung auch in der Fachliteratur Beachtung zuteil geworden. Neben Veröffentlichungen, die die historische Entwicklung und strukturelle Änderung der Elektrizitätswirtschaft beschreiben, hat sich ein vom Vorstand des Deutschen Metallarbeiter-Verbandes herausgegebenes Buch[1] mit der deutschen Elektrizitätswirtschaft eingehendst befaßt. Es geht aber natürlich nicht an, daß eine Gewerkschaft in dieser für die gesamte deutsche Volkswirtschaft so eminent wichtigen Frage allein zu Worte kommt und Wege weist, denn es handelt sich hierbei um weittragende Einwirkungen auf den Lebensnerv unseres gesamten Wirtschaftslebens, die alle Zweige der Wirtschaft bis hinein in die engste Lebenshaltung des Einzelnen berühren und über die die nächsten Jahre Klarheit bringen müssen. Deshalb ist es zu begrüßen, daß sich nunmehr auch das private Kapital mit diesen aktuellen Fragen beschäftigt und sich die noch größere Aufgabe stellt, neben der deutschen Elektrizitätswirtschaft, den Aufbau und die Entwicklungsmöglichkeiten der europäischen Elektrizitätswirtschaft zu behandeln.

Diese Aufgabe stellt sich das von dem Bankhaus Schwarz, Goldschmidt & Co., Berlin, 1928 herausgegebene Buch mit dem auch diesen Ausführungen vorangestellten Titel. Was bisher nur stark zersplittert in den verschiedensten Fachzeitschriften des In- und Auslandes zusammenzusuchen war, um sich informieren zu können, liegt jetzt abgerundet und übersichtlich geordnet in diesem Buche dem Interessenten vor. Die Kapitalverflechtungen der internationalen Konzerne, die zu erläutern und zu erklären sich das Buch zur Aufgabe macht, sind m. W. in dieser Form in der deutschen Literatur noch nicht behandelt.

Die Legitimation zu diesem Versuche, Klarheit, Ordnung und Übersicht in die verwickelten inneren und äußeren Zusammenhänge der europäischen Elektrizitätswirtschaft zu bringen, gibt dem Finanzmann die gewaltige Bedeutung dieses Wirtschaftszweiges für die Hochfinanz und die Verbundenheit der großen Finanzkonzerne sowie die fortgeschrittene Verflechtung der internationalen Wirtschaft.

Mit der Herausgabe dieses Buches hat sich das Bankhaus ein hervorragendes Verdienst erworben, und die Bedeutung der Abhandlung rechtfertigt daher eine über den üblichen Rahmen hinausgehende Besprechung. Das Buch gliedert sich in drei Hauptabschnitte, von welchen der erste Teil: „Aufbau und Entwicklungsmöglichkeiten der deutschen Elektrizitätswirtschaft", bearbeitet von Dr. Dr. Windel, Berlin, der zweite Teil: „Die außerdeutschen Verhältnisse der europäischen Elektrizitätswirtschaft", bearbeitet von Dipl.-Ing. Kromer, Rheinfelden, und der dritte Teil: „Internationale Elektrowerte" behandelt. In seiner flüssigen Darstellungsweise ist das Werk nicht nur eine Fundgrube für den Fach- und Finanzmann, sondern es gibt auch dem Laien, besonders dem Verwaltungsbeamten, Juristen und dem Volkswirtschaftler, nicht zuletzt aber auch dem jungen Ingenieur einen tiefen Einblick in die wirtschaftlichen Zusammenhänge und die Struktur der europäischen Elektrizitätswirtschaft.

Daß in der Gesamtdarstellung der umfassendste Teil des Werkes der deutschen Elektrizitätswirtschaft gewidmet wurde, ist bei der innerstaatlichen Bedeutung und dem Rivalitätskampfe zwischen Privatkapital und öffentlicher Wirtschaft, durch den die gegenwärtige Lage in Deutschland gekennzeichnet ist, selbstverständlich. Aber auch innerhalb der europäischen Länder wird die hochentwickelte und hochorganisierte deutsche Elektrizitätswirtschaft wegen der zentralen Lage des Reiches, seinem Reichtum an Kohle und Wasserkräften, seinen Speicherungsmöglichkeiten eine bedeutungsvolle Rolle in der zwischenstaatlichen Elektrizitätswirtschaft künftig einzunehmen berufen sein können, die anzustreben sein wird, wenn das Reich als gleichgeachteter und gleichberechtigter Kontrahent seine wirtschaftliche Entschluß- und Entwicklungsfreiheit wiedererlangt und die Einsicht von der Bedeutung eines großzügigen internationalen Energieausgleiches steuerliche Schranken beseitigt haben wird.

Die Behandlung, deren Einzelheiten kritisch zu würdigen, den Rahmen dieses Aufsatzes wegen der Fülle des Materials wesentlich überschreiten würde, erfolgt unter Hervorhebung volkswirtschaftlicher Belange und Grundsätze, ohne jede privatwirtschaftlich individualkapitalistische Tendenz. Sie betont die Idee der Gemeinschaftsarbeit öffentlicher und privater Unternehmungsformen zum Wohle des Ganzen, wodurch das Buch dem politischen Streite über die eine oder andere wirtschaftspolitische Auffassung im wesentlichen entrückt ist.

Der Verfasser führt den Leser zunächst in anschaulicher Weise in das Gebiet der Elektrizitätswirtschaft ein, schildert deren Entwicklung bis zur Gegenwart, umschreibt Begriff und Aufgaben, um dann an einfachen Beispielen speziell dem Nichtfachmann den Aufbau der Gestehungskosten der elektrischen Arbeit in Dampf- und Wasserkraftanlagen einschl. der Fortleitungskosten zu erläutern. Die formelmäßige Behandlung ist klar und für überschlägliche Berechnungen ausreichend; sie gibt jedenfalls genügend Einblick über den Einfluß der hauptsächlichsten Kostenglieder auf den Gestehungspreis der Kilowattstunde beim Abnehmer, soweit dies in einer so gedrängten Darstellung überhaupt möglich ist.

In logischer Reihenfolge werden dann die der deutschen Elektrizitätswirtschaft zur Verfügung stehenden Kraftquellen, deren Anteil an der Elektrizitätswirtschaft besprochen und deren Vorkommen mengen- und verhältnismäßig in übersichtlichen Tabellen dargestellt. Bei der Ermittlung des Anteils der gesamten Wasserkräfte Deutschlands an seinen gesamten Energievorräten errechnet der Verfasser 23 %. Hierin scheint insofern eine irrige Annahme vorzuliegen, als dies nur bei einem Ausnutzungsfaktor von 100 % der geschätzten Spitzenleistung von 5 Mill. kW möglich ist. Richtiger dürfte sein, mit einer mittleren Leistung von 3,2 Mill. kW und $28 \cdot 10^9$ kWh Jahresarbeit zu rechnen. Aber auch diese Schätzung scheint noch reichlich hoch. Eine Annahme von etwa 12 ... 15 % dürfte dem Tatsächlichen am nächsten kommen. An sich hat jedoch diese Art von Schätzungen wenig realen Wert, wie auch die weiteren in diesem Zusammenhange durchgeführten Berechnungen noch zu sehr der realen Grundlage ermangeln.

In der Folge werden dann Elektrizitätserzeuger und -verbraucher behandelt. An Hand der amtlichen Produktionserhebung für das Jahr 1925 wird dargelegt, welche Anforderungen die Elektrizitätswirtschaft an die Kraftquellen stellt und welche Leistungen sie mit deren Benutzung hervorbringt. An einer Reihe von Zahlentafeln und Bildern werden die Ergebnisse dieser statistischen Erhebung, die sich auf öffentliche Elektrizitätswerke und gewerbliche Eigenanlagen erstreckt, für das Reich und für eine Anzahl elektrowirtschaftlich wichtiger Länder und Versorgungsgebiete dargestellt. Man vermißt eine scharfe Umreißung des Begriffes „öffentliche Elektrizitätswerke" und insbesondere eine spezielle Verarbeitung des statistischen Materials der Vereinigung der Elektrizitätswerke. Für alle wirtschaftspolitischen Betrachtungen interessiert das statistische Material der VDEW in erster Linie, wenn es auch noch des methodischen Aufbaus bedarf, während die Elektrizitätserzeugung und der Elektrizitätsbedarf der gewerblichen Eigenanlagen mehr ein Maßstab für die mögliche Verbreiterung des Konsums sind.

Der historischen Entwicklung und dem Aufbau der Erzeugungs- und Versorgungsgebiete ist ein starker Teil der Betrachtung gewidmet. Ausgehend vom Westen über Mittel-, Nord-, Südost- und Süddeutschland, endigend mit Baden und der Rheinpfalz, wird im einzelnen die Bedeutung der Erzeugungs- und Verteilungsunternehmungen entwicklungsgeschichtlich dargelegt. Zwei vorausgehende Tabellen geben einen Überblick über Anzahl und Leistungsfähigkeit aller Unternehmungen, die an der öffentlichen Elektrizitätserzeugung und -verteilung beteiligt sind, und der größten und bedeutendsten öffentlichen

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1825.

Stromversorgungsunternehmungen. Für jedes der behandelten Gebiete werden neben Anzahl und Größe der installierten Maschinen der vorhandenen Kraftwerke auch die Energiequellen und ihr prozentualer Anteil an der Erzeugung festgestellt. Im einzelnen mag die entwicklungsgeschichtliche Darstellung nicht immer völlig zutreffend, z. T. auch bereits überholt sein; im wesentlichen gibt sie aber doch ein fesselndes und anschauliches Bild des gegenwärtigen Standes der deutschen Elektrizitätsversorgung. Eine gewisse Bereinigung nach der Richtung hin, daß außer den öffentlichen Unternehmungen nicht auch noch Eigenanlagen mit aufgeführt werden, die an der öffentlichen Elektrizitätsversorgung nicht beteiligt sind, wäre erwünscht.

Der Gebrauch der Bezeichnung „Elektrizitätswerk" für alle Arten von Versorgungsunternehmungen führt zu statistischen Unzuträglichkeiten. In Brandenburg werden die Elektrowerke z. B. mit einer Maschinenleistung von 400 000 kW aufgeführt, obwohl ihre Kraftwerke im mitteldeutschen Braunkohlengebiet und dessen Randgebieten liegen. Für eine spätere Auflage würde zu überlegen sein, ob bei der an sich sehr übersichtlichen regionalen Darstellung nicht zweckmäßigerweise alle Erzeugungs- und Verteilungsunternehmungen tabellarisch, nach ihrer stromwirtschaftlichen Bedeutung und ihrem Charakter geordnet, aufgeführt werden sollten. Eine solche Übersicht würde den Überblick über den Fortschritt der Zusammenfassung erleichtern und ein umfassenderes Bild geben. Ohne Schwierigkeiten würden sich dabei auch die Eigentums- und Beteiligungsverhältnisse einbeziehen lassen. Im allgemeinen könnte die Wahl verschiedener Ausdrücke für ein und denselben Begriff ausgemerzt werden, wie etwa die Bezeichnung der Arbeit mit Leistung oder Energievorrat. Klarheit im Ausdruck ist bei der Verarbeitung eines so gewaltigen Stoffes ein unbedingtes Erfordernis.

Die Frage der Zusammenfassung der Erzeugungsgebiete in Elektrizitätswirtschaftsgebiete wird ihrer Bedeutung entsprechend behandelt. Ursache und Grundlage für die Bildung allgemeiner Wirtschaftsgebiete werden dargelegt und dann zunächst der Begriff abhängige und unabhängige Wirtschaftsgebiete erläutert. Als unabhängige Wirtschaftsgebiete werden 3 Hauptgebiete: das Kohlengebiet Rheinland und Westfalen, das Mitteldeutsche Braunkohlengebiet mit seinen Randgebieten und das Steinkohlengebiet Schlesiens sowie die süddeutschen Wasserkraftgebiete Bayerns, Badens und Württembergs herausgeschält. Sehr richtig wird dargelegt, daß zur Bildung von Elektrizitätswirtschaftsgebieten nicht allein die Kraftquellen und deren wirtschaftlicher Aktionsradius, sondern auch die Produktions- und Verbrauchsverhältnisse und daneben macht- und wirtschaftspolitische Interessen von Einfluß sind. Zu den im einzelnen aufgeführten Elektrizitätswirtschaftsgebieten ist zu bemerken, daß sie sich auf eine geringere Zahl zusammendrängen lassen, was immerhin wünschenswert erscheint. So ist z. B. das Gebiet Thüringen wohl ein selbständiges Versorgungsgebiet, aber kein Elektrizitätswirtschaftsgebiet. Auch die freistaatlich sächsische Versorgung gehört trotz ihrer hervorragenden Bedeutung, wie das Thüringische, in das große mitteldeutsche Elektrizitätswirtschaftsgebiet, da die wirtschaftliche Struktur dieser Gebiete einheitlich ist. Mecklenburg und Strelitz würden besser in das Wesergebiet oder in das Gebiet der Provinz Brandenburg eingeschlossen. Die in den Karten gegebenen Darstellungen der Unterteilung der verschiedenen Energiequellen auf die einzelnen Wirtschaftsbezirke sind übersichtlich und anschaulich.

An diese Erörterung schließen sich folgerichtig Betrachtungen über das deutsche Hochvolt- und Höchstvoltnetz an. Zweck und Ziel des Zusammenschlusses der einzelnen Kraftquellen durch Hochvoltleitungen und somit die Entstehung des Hochvoltnetzes werden dargelegt. Die wirtschaftliche Überlegenheit eines Großkraftwerkes wird an Hand eines Beispiels rechnungsmäßig erläutert. Für die zukünftige Entwicklung sieht der Verfasser außer dem 100 kV-Hochvoltnetz ein Höchstvoltnetz entstehen, das einen Ausgleich zwischen den süddeutschen Wasserkräften und den Braun- und Steinkohlengebieten herbeizuführen berufen sein soll. Der von Oskar v. Miller entworfene Plan eines Reichselektrizitätswerkes wird den weiteren Ausführungen zugrunde gelegt und die Ansicht vertreten, daß in Zukunft ein Netz höchster Spannungen (220/380 kV) entstehen wird, das im wesentlichen dem Kraftausgleich dienen soll. Dazu wäre zu bemerken, daß die Entwicklung zweifellos diesen Weg gehen wird. Die Anfänge dazu sind bereits gemacht. Es ist auch ohne Frage, daß die Technik alle Schwierigkeiten, die sich ihr in den Weg stellen, überwinden und ein Übertragungssystem herausbilden wird, das störungsfrei, also mit höchster Betriebsicherheit, arbeitet. Die Wirtschaftlichkeit solcher Übertragungen hängt von den Kosten der Anlage, von der Höhe der zu übertragenden Leistungen und von der Ausnutzung ab. Wenn gesagt wird, daß man heute bereits auf 1000 km Entfernung mit 380 kV 1 000 000 kW übertragen kann, so sollte damit wohl zum Ausdruck gebracht werden, daß die technischen Vorbedingungen dazu heute bereits erfüllt sind. Ob sie wirtschaftlich übertragen werden können, hängt von den weiteren oben genannten Bedingungen ab. Die zahlenmäßig errechneten Werte in Abb. 99, S. 206, geben einen guten Überblick über die Übertragungskapazität solcher Leitungen. Anscheinend sind aber die Zahlenwerte nur überschläglich festgestellt, denn es besteht bei einigen Werten eine gewisse Abweichung von genau berechneten Größen; so ergibt sich z. B. für 1 Mill. kW bei 380 kV Endspannung bei zwei Systemen und 1000 km ein Leistungsverlust von 18,5 % und ein Spannungsverlust von 33 %, gegenüber den im Buch angegebenen 15 bzw. 15,7 %. Welche Verluste und welche Spannungserhöhungen wirtschaftlich und technisch zulässig sind, kann nur von Fall zu Fall entschieden werden.

Wenn irgendein Teil der vortrefflichen Gesamtabhandlung zu kritischen Bemerkungen Veranlassung geben könnte, so ist es der nun folgende Teil, der sich mit dem wirtschaftlichen Aufbau der Elektrizitätswirtschaft befaßt. Es wird zwar in klarer und eindeutiger Weise gegen eine Verreichlichung oder Verstaatlichung der Elektrizitätswirtschaft Stellung genommen, und die dagegen sprechenden Bedenken werden zum Ausdruck gebracht. Aber es ist doch zu befürchten, daß durch die wiedergegebenen Schemen bei Nichtfachleuten aus dem Leserkreis des Buches einseitige und falsche Vorstellungen erweckt werden, die dem Ganzen an sich nicht förderlich sein können. Schon der Ausdruck Reichsnetz oder Reichselektrizitätswerk, der wiederholt benutzt wird, läßt u. U. die Meinung aufkommen, daß die Gründung eines Reichselektrizitätswerkes als übergeordnetes Versorgungsnetz propagiert werden soll, obwohl an sich das Gegenteil der Fall sein dürfte. Den Bedenken, die der Verfasser gegen das Reichseigentum an einem solchen Reichsnetz äußert, ist durchaus zuzustimmen, wenngleich der Besitz von Leitungen an sich dem Staate noch kein Machtinstrument in die Hand gibt. Erst der Besitz an der gesamten Organisation der Erzeugung und Verteilung in der Hand des Reiches oder der einzelnen Länder würde diesen unerwünschten Zustand schaffen. Es liegt im Wesen der Elektrizitätsversorgung, daß sie, um eine vollkommene Organisation zu sein, Erzeugung und Verteilung in sich vereinigen muß, und zwar vom Rohstoff bis zum letzten Abnehmer. Alle Zwischenstufen, die heute bestehen, sind unvollkommene Organisationen, die sich aus der Entwicklung der Wirtschaft im Kampf zwischen politischen Gewalten, privater Konkurrenz und dem technischen Fortschritt, der dem wirtschaftlichen vorausgeeilt ist, entwickelt haben. Die Wirtschaft strebt nach Vereinheitlichung und Zusammenfassung zu natürlichen Elektrizitätswirtschaftsgebieten, die sich nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten aus den natürlichen Erzeugungs- und Verbrauchsverhältnissen und der wirtschaftlichen Reichweite seiner Kraftquellen herausbilden werden. Dieser natürliche Drang bedingt daher weder die Verstaatlichung einerseits noch die Aufgabe der Selbständigkeit lebensfähiger Gebilde, ob privatwirtschaftliche, öffentliche oder gemischtwirtschaftliche Unternehmung, anderseits, sondern nur eine vernunftgemäße Interessenverbindung, eine mehr föderative Wirtschaftsführung mit dem Ziel des höchsten volkswirtschaftlichen Nutzens. Diese regionalen Unternehmungen werden dann auch die Träger des übergeordneten Höchstspannungsverteilungsnetzes sein, das sich entwickeln wird, wenn die Wirtschaftsbedingungen es erfordern. Bedenklich ist ferner der Ruf nach einer Reichsinstanz zum Zwecke des Ausbaus einer planmäßigen Wirtschaft auf Grund statistischen Materials. Wirtschaften ist eine Kunst, und der wahre Wirtschaftler gleicht dem Künstler, der seine Zukunftsperspektive nicht konstruiert, sondern mit wuchtigen Strichen malt, so, wie sie genialer Weitblick ihn intuitiv erkennen läßt. Man überlasse daher die künftige Entwicklung den späteren Erfordernissen und gebe dem Reiche lediglich einen regelnden Einfluß, wenn der zweckentsprechenden Gestaltung unserer Wirtschaft durch Pseudowirtschaftler, machtpolitische Einflüsse, Kirchturmpolitik u. dgl. störende Widerstände erwachsen. Wie wenig erforderlich aber auch eine solche Planung einer Reichstelle ist, sehen wir an der Entwicklung des RWE, die den Beweis erbringt, daß die großen Gebilde der Zukunft durchaus finanzkräftig genug sind, um auch die Träger solcher

übergeordneter Höchstspannungstraßen sein zu können. Die kürzlich neu gegründete Aktiengesellschaft für deutsche Elektrizitätswirtschaft, Berlin, in der zunächst die großen Unternehmungen des Reiches und der Länder Preußen und Bayern ihre bezüglichen Interessen anscheinend auswirken lassen wollen, wird nach dieser Richtung hin die Wege bereits ebnen sollen.

Unverkennbar ist die Tendenz dahin gerichtet, den staatlichen Einfluß in der Elektrizitätswirtschaft immer weiter zu stärken. Die Gründe sind einleitend dargelegt. Gegenüber 1913 ist der Anteil an installierter Maschinenleistung der staatlichen Werke von 1,75 % auf 14,4 % im Jahre 1924 und deren Erzeugungsanteil von 2,35 auf 25 % gestiegen. Heute mag er auf etwa 20 bzw. 30 % angewachsen sein. Über die Notwendigkeit und Richtigkeit der staatlichen Betätigung an sich gehen die Meinungen weit auseinander. Manches spricht dafür, aber auch vieles dagegen, das mit Recht scharf hervorgehoben wird. Die gewaltige Entwicklung der deutschen Elektrizitätswirtschaft in der Nachkriegszeit wäre ohne staatliche Unternehmungen bei der Zersplitterung der wirtschaftlichen Kräfte auf diesem Gebiete in so kurzer Frist wohl nicht denkbar gewesen. Für die Legislative und die Exekutive des Staates muß die verfassungsgemäß garantierte Gewerbefreiheit oberster Grundsatz bleiben. Der Staat darf daher, wenn er für sich die Rechte eigener wirtschaftlicher Betätigung in Anspruch nimmt, dies nicht zum Nachteil seiner Wirtschaft tun. In der steuerlichen Bevorzugung der staatlichen und kommunalen Betriebe sieht die private Wirtschaft eine schwere Benachteiligung und wenn dann noch die staatliche ausübende Gewalt zum Nachteil privatwirtschaftlicher Tätigkeit die eigene staatliche Wirtschaft fördern wollte, dann würde eine Atmosphäre des Mißtrauens entstehen, die kluge Staatskunst nicht aufkommen lassen darf. Die verlangte scharfe Trennung staatlicher wirtschaftlicher Tätigkeit von der Exekutive ist daher eine berechtigte Forderung der Wirtschaft.

Die am Schluß des 8. Kapitels gebrachte Übersicht gibt einen Einblick in die Kapitalmacht der in privatwirtschaftlichen und staatlichen Konzernen erfaßten Unternehmungen. Sie enthält die größten und bedeutungsvollsten Unternehmungen, die in einer Anzahl von 814 ausgewiesen werden, so daß die Kapitalinvestition der nicht erfaßten kleineren Unternehmungen nicht mehr besonders ins Gewicht fällt. Die Schätzung des gesamten in den deutschen Elektrizitätsversorgungsunternehmungen investierten Kapitals (8,3 bis 9 Milliarden RM) mag ungefähr zutreffend sein, wenn sie auch etwas hoch zu sein scheint. Solange eine genaue statistische Erfassung nicht vorliegt, kann sie als richtig unterstellt werden. Sie deckt sich auch einigermaßen mit der in den V. S. Amerika genau erfaßten Kapitalinvestition, wo im Jahre 1927 bei einer Maschinenleistung von rd. 26 Mill. kW rd. 8 Milliarden $ in Anlagen investiert waren. Das sind je Kilowatt etwa 1200 RM. Erwünscht wäre noch eine Erweiterung des Einblickes nach der Seite, daß auch die Bruttoeinnahmen der öffentlichen Elektrizitätsunternehmungen nebst einer Unterteilung der Einnahmen nach den wichtigsten Einnahmegruppen in eine spätere Auflage aufgenommen würden, damit man sich ein Bild über die Ertragsfähigkeit des gesamten investierten Kapitals machen kann, das in den V. S. Amerika bei einer Bruttoeinnahme von 1,8 Milliarden $ mehr als 20 % abwirft.

In bemerkenswerter Weise wird dann noch die Bestrebung der Ferngasversorgung und ihr Einfluß auf die Elektrizitätswirtschaft einer kritischen Bewertung unterzogen. Den bezüglichen Schlußfolgerungen kann im allgemeinen zugestimmt werden. Der Vergleich der Transportkosten des Gases mit denen der Kohle dürfte aber einer schärferen Berechnung nicht standhalten. Der Frage der Zusammenarbeit von Gas- und Elektrotechnik können sich schließlich noch weitgesteckte Perspektiven eröffnen.

Die anregenden Darlegungen dieses Teiles des Buches werden abgeschlossen durch eine Betrachtung über die Intensivierung der deutschen Elektrizitätswirtschaft im Vergleich mit anderen Ländern. Danach ist die Intensität der Stromversorgung in Deutschland noch sehr im Rückstande. An Hand eines anschaulichen Zahlenmaterials wird der Nachweis erbracht, daß sich durch die Einführung der Elektrowärme im Betrieb und Haushalt, durch Steigerung des Bedarfs der Landwirtschaft an elektrischer Arbeit eine Steigerung des gegenwärtigen (1925) Absatzes an elektrischer Arbeit aus öffentlichen Elektrizitätswerken von 137 kWh/Jahr je Kopf der Bevölkerung auf 1000 kWh/Jahr je Einwohner erreichen lassen könnte. Dies ergäbe eine 7,3fache Steigerung der nutzbaren Abgabe gegenüber der des Jahres 1925, und die gesamte nutzbare Abgabe würde von 8,66 Milliarden auf 63 Milliarden kWh/Jahr anwachsen.

Wenn über diesen ersten Teil des Buches noch eine Bemerkung notwendig erscheint, so wäre es die, daß geprüft werden sollte, ob bei einer späteren Neuauflage das in den verschiedenen Kapiteln verstreut befindliche statistische Material nicht zweckmäßiger in einem Kapitel zusammengefaßt würde. Dadurch würde das Nachschlagen und die Übersicht erleichtert, ohne daß der vortreffliche Aufbau der Abhandlung dadurch beeinträchtigt würde.

Der z w e i t e Teil bringt zum ersten Male eine auf ausgezeichnetes Material gestützte Zusammenfassung der Elektrizitätswirtschaft in den a u ß e r d e u t s c h e n Ländern Europas. Sprache und Ausdruck der Abhandlung sind klar und ihre Gliederung zweckentsprechend. Bei der Erörterung der allgemeinen Stromwirtschaft werden die verschiedenen Benutzungsgrade der elektrowirtschaftlich bedeutungsvollsten Länder zusammengestellt und gezeigt, daß auch die beste erreichte Ausnutzung heute noch um etwa 50 % hinter der möglichen zurücksteht. Stromeinfuhr und -ausfuhr in und aus Deutschland werden zahlenmäßig nachgewiesen und auch einige Tarife für Beleuchtungsstrom und Kraftstrom in den verschiedenen Ländern angegeben. Gerade aber diese Zahlen, die ohne nähere Begründung u. U. zu völlig falschen Vorstellungen über die Strompreise führen und zu unrichtigen Vergleichen Veranlassung geben können, werden zweckmäßigerweise in einer späteren Auflage ergänzt und vor allen Dingen auf eine Vergleichsbasis gebracht. Wertvoll ist der Nachweis der Energieabsatzsteigerung durch chemische Großbetriebe sowie die Zusammenstellung von Verbrauchszahlen für die wichtigsten elektrochemischen und elektrothermischen Verfahren. Auch die Bedeutung der Elektrisierung der Eisenbahnen für die Elektrizitätswirtschaft wird für verschiedene Länder zahlenmäßig nachgewiesen.

Anschließend wird die Elektrizitätswirtschaft in den außerdeutschen Ländern Europas besprochen. Die hauptsächlichsten Kraftwerke, ihre Maschinenleistung sowie ihre Arbeitsabgabe werden aufgeführt, und an ausreichendem Kartenmaterial wird der Stand der Hochspannungsverteilungsnetze Ende 1926 erläutert. Aus der gesamten Darlegung ist zu ersehen, daß die Elektrisierung in den außerdeutschen Ländern in starkem Fortschritt begriffen ist und bereits einen hohen Stand erreicht hat. Bemerkenswert ist die Karte der Kraftwerke und Fernleitungen Rußlands, die ein Bild von dem starken Fortschritt der Elektrizitätswirtschaft in Rußland seit Beendigung des Krieges gibt, an deren Ausbau die deutsche Industrie einen großen Anteil hat. Weiterhin erstrecken sich die Darlegungen auf die Schweiz, Italien, Frankreich, Belgien, die Niederlande, Norwegen, Schweden, Finnland, die Tschechoslowakei, Österreich und Spanien. In der Schlußbemerkung wird ausgeführt, daß die Bestrebungen aller Länder, die für die Elektrizitätswirtschaft von Bedeutung sind, dahin gehen, die Elektrizitätserzeugung und -verteilung immer mehr zu steigern. Es wird zum Ausdruck gebracht, daß die Elektrizitätswirtschaft eine engere Zusammenarbeit aller Länder fordern muß und auch erreichen wird.

Der d r i t t e Teil des Buches behandelt „Internationale Elektrowerte", denen fast 200 Seiten gewidmet sind. In der Einleitung werden die internationalen Verflechtungen der führenden Elektrizitätsfirmen und Holdinggesellschaften beschrieben. Hier kommt der erfahrene Bankfachmann zum Wort. In kurzer Darstellung werden die Tendenzen der Expansion und Rationalisierung der im gewaltigen Wachsen begriffenen Elektrizitätswirtschaft der Welt gezeichnet, die in der zunehmenden internationalen Verflechtung und Vertrustung der führenden Fabrikationsfirmen und Holdinggesellschaften einerseits und in der Vergrößerung der Kraftwerke, der Ausbreitung der Versorgungsgebiete durch Kuppelung der Leitungsnetze und Herbeiführung eines die Grenzen der Länder überschreitenden Austausches des elektrischen Stromes anderseits ihren Ausdruck finden; es werden die Entstehung und Bedeutung der mächtigen Konzerne, welche die Führung in der weltwirtschaftlichen Betätigung der Elektroindustrie und -finanz haben, erörtert, die gegenseitigen Vereinbarungen und Verbindungen auseinandergelegt und im besonderen die zahlreichen Verbindungsglieder der beiden größten deutschen Konzerne hervorgehoben, deren ineinander fließende Interessen und Zusammenarbeit in der Öffentlichkeit die Auffassung entstehen ließen, als tendierten sie zu einer Fusion. Herausgehoben werden zwei der wesentlichsten Verbindungsglieder, die sich zu weltumspannenden Organisationen (Weltsyndikaten) entwickelt haben, wie die geschaffene Organisation der internationalen Glühlampenproduk-

tion und die Organisation auf dem Gebiete des Funkwesens. Die Einflußsphären der internationalen Schwach- und Starkstromkonzerne werden im einzelnen dargelegt. Die Weltproduktion und der -handel in elektrotechnischen Erzeugnissen sowie der Export der wichtigsten Länder und Staaten im Vergleich des Jahres 1913 zum Jahre 1925 werden statistisch belegt.

Als Grundlage des Wachstums der Elektroindustrie wird der ununterbrochene Fortschritt in der Elektrisierung der internationalen Wirtschaft bezeichnet. In bezug auf die Möglichkeiten der Weiterentwicklung wird dargelegt, daß die Elektrisierung der Welt erst einen Grad von 20 % erreicht hat, und daß daher der gesamten Elektroindustrie noch ein ungeheures Arbeitsgebiet verbleibt, bis eine gewisse Sättigung eingetreten ist.

Eine größere Anzahl von im Ausbau begriffenen Elektroneubauten wird aufgezählt.

Es folgen dann die wichtigsten Unternehmungen, die länderweise gruppiert werden. Behandelt werden Deutschland, eingeleitet mit einer Tabelle der Elektrowerte Deutschlands und einer kurzen Beschreibung der deutschen elektrotechnischen Industrie; es folgen Frankreich, Belgien, Schweiz, Italien, Österreich, Holland und verschiedene kleinere Länder. Eine Karte der Kraftwerke und Verteilungsnetze Frankreichs unterstützt anschaulich das Studium der französischen Elektrizitätsversorgung. Ein besonderes Kapitel ist noch den wichtigsten Stromversorgungsunternehmungen Südamerikas gewidmet, offenbar mit Rücksicht auf die sehr engen Verflechtungen deutscher, schweizerischer und belgischer Truste und Holdinggesellschaften mit diesen. Im ganzen werden mehr als 175 Einzelunternehmungen behandelt und mehrere hundert erwähnt. Jede dieser Einzeldarstellungen gibt einen ausreichenden Einblick in Kapitalmacht, Besitzstand und Beteiligung der einzelnen Unternehmung. Kurswerte der Aktien und Dividenden der letzten Jahre vervollständigen das Bild.

Der Wert der Darstellung des Besitzstandes und der Kapitalverhältnisse könnte u. U. noch dadurch erhöht werden, daß bei jeder einzelnen Unternehmung nicht nur das Aktienkapital seiner Höhe nach genannt wird, sondern, soweit erfaßbar, auch die Großaktionäre und deren prozentuale Anteile. Erwünscht wäre, wenn auch die Elektrointeressen der Großbanken an den einzelnen Unternehmungen mit aufgeführt werden könnten. Schematische Darstellungen der Eigentums- und Beteiligungsverhältnisse, wenigstens der größeren Holdinggesellschaften, würden die Übersicht noch vervollständigen.

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß das Buch allen interessierten Kreisen zum Studium wärmstens empfohlen werden kann. Obwohl einige Neuerscheinungen auf dem Gebiete der deutschen Elektrizitätswirtschaft in den letzten Jahren zu verzeichnen sind, muß hervorgehoben werden, daß die deutsche Literatur bisher noch kein Werk besitzt, das in so umfassender und so gründlicher Weise das gesamte Gebiet der deutschen und europäischen Elektrizitätswirtschaft behandelt und an einem so reichhaltigen Zahlen- und Kartenmaterial erläutert. Ein so groß angelegtes Werk hat alle Aussicht, sich zu einem Standardwerk der europäischen Elektrizitätswirtschaft zu entwickeln, und der Gedanke des herausgebenden Bankhauses, das Werk durch Einzelstudien zu vertiefen, zu ergänzen und allmählich zu einem umfassenden Nachschlagwerk auszubauen, verdient nach jeder Richtung hin Unterstützung.

Mit einer gewissen Unbefriedigung erfüllt es, daß die umfassende Arbeit sich, mit Ausnahme des dritten Abschnittes, meist auf statistisches Material des Jahres 1925 stützen muß. Hierin liegt ein gewisser Mangel, der aber dem Herausgeber und seinen Mitarbeitern nicht zur Last fallen kann. Die Veröffentlichungen der Statistiken in Deutschland und wohl auch in vielen anderen der behandelten Länder hinkt noch stark nach. Die Erkenntnis der Notwendigkeit schnellerer Bereitstellung und Verarbeitung statistischer Erhebungen ist in Deutschland noch nicht Allgemeingut geworden. Im Interesse aber aller an der Wirtschaft Beteiligten wäre eine raschere Veröffentlichung der statistischen Unterlagen, und zwar spätestens in den ersten Monaten des nächstfolgenden Jahres, dringend zu wünschen.

Wirtschaftliche Ausnutzung von Hallen-Kranen [1].

Wenn der Arbeitsfluß in Betrieben mitunter quer zur Längsrichtung der Gebäude geht und zwei oder mehrere derartige Hallen, von denen jede mit einem Kran befahren wird, nebeneinander liegen, entstehen Schwierigkeiten bei der Querbeförderung der Last von Halle zu Halle. Die Kranbahnen liegen nie so dicht nebeneinander, daß die Nutzlast der einen Katze von der des anderen Kranes direkt übernommen werden kann. Man muß also das Gut auf andere Fördermittel, z. B. Handloren oder Karren, oder gar von Hand umladen. Damit ist fast stets längere Wartezeit verbunden. Nach H. Euler kann man die Schwierigkeiten in der Weise umgehen, daß gemäß Abb. 1

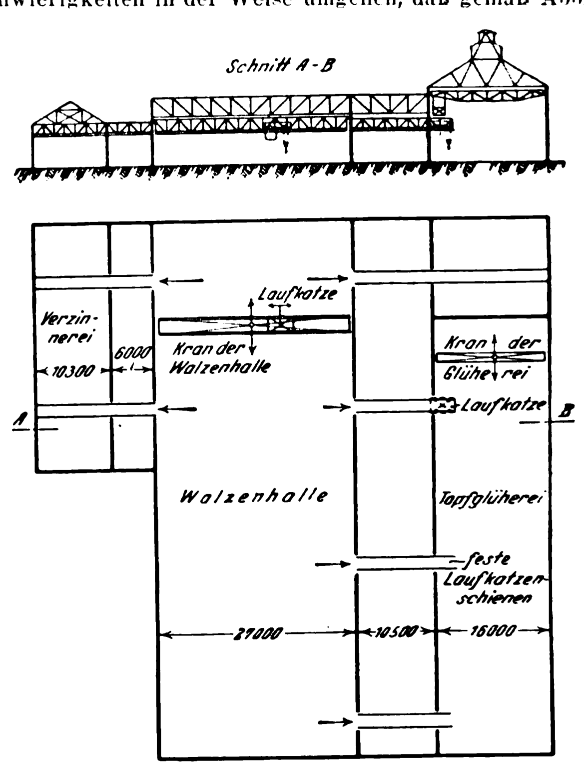


Abb. 1. Lageplan eines Hallenkrans mit ausfahrbarer Führerstandslaufkatze.

eine Verbindung zwischen den nebeneinander liegenden Hallen hergestellt wird, so daß die Beförderung von der Topfglüherei über die Walzenhalle und die beiden Vorhallen nach der Verzinnerei und umgekehrt mit einer ausfahrbaren Führerstandslaufkatze des Walzenhallenkranes erfolgt, ohne daß ein Umladen oder andere Fördermittel erforderlich sind. Um ein falsches Fahren und Herabstürzen der Laufkatze bei nicht richtiger Einstellung des Kranes zu den anderen Laufkatzenschienen zu vermeiden, ist an den beiden Enden des Kranes eine Verriegelung der Laufkatze (Abb. 2) eingebaut. Erst wenn der Kranführer

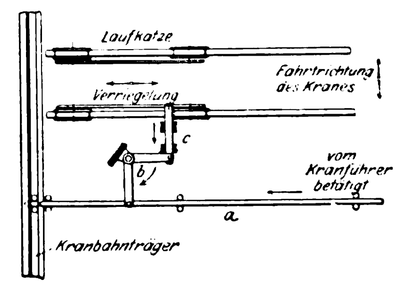


Abb. 2. Schematische Darstellung der Laufkatzen-Verriegelung.

die Führungsstange *a* in die dazu bestimmte Aussparung im Kranbahnträger eingeführt hat, wird der Riegel *c* durch den Doppelhebel *b* gelöst. Der Riegel c vor dem hinteren Rad der Laufkatze begrenzt die Katzenfahrt während der Kranfahrt, und der Weg für die Laufkatze ist erst dann frei, wenn die vier Enden der Laufkatzenschienen sich genau gegenüber liegen. *Ka.*

[1] H. Euler, St. u. E. Bd. 48, S. 1175.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Über die Tieftemperaturverkokung. — Während die Verschwelung (Tieftemperaturverkokung) von Braunkohle bereits seit einigen Jahrzehnten in beträchtlichem Umfange angewendet wird, ist die Verschwelung von Steinkohle noch nicht über vereinzelte Anlagen hinausgekommen. Das Interesse an dieser Behandlung der Steinkohle ist jedoch nach wie vor ein sehr großes, und es wird an zahlreichen Stellen versucht, der Schwierigkeiten Herr zu werden, die sich ihrer weiteren Einführung in die Industrie entgegenstellen.

Zweck der Verschwelung ist, einen rauchlosen Brennstoff (Halbkoks) zu erzeugen und die Destillationsprodukte der Kohle zu gewinnen. Halbkoks ist in guter stückiger Form ein vorzüglicher Brennstoff, der wesentlich leichter zündet und verbrennt als gewöhnlicher Koks (Hochtemperaturkoks) und wie dieser rauchlos. Die Schwierigkeit besteht nun darin, einen solchen guten stückigen Halbkoks und gleichzeitig die gasförmigen und flüssigen Destillationsprodukte in wirtschaftlicher Weise zu gewinnen.

Ein Unterausschuß der amerikanischen „National Electric Light Association" hat einen Bericht über die „Destillationsprodukte von Kohle" ausgearbeitet, in dem vor allen Dingen die Verschwelung bearbeitet wird. Diese Organisation interessiert sich vor allem deshalb für die Verschwelung, weil technisch die Möglichkeit besteht, die Tieftemperaturverkokung in den Dienst der Energieerzeugung zu stellen. Der Halbkoks eignet sich gut für die Kohlenstaubfeuerung und könnte deshalb für die Energieerzeugung vom technischen Standpunkte aus in Frage kommen. Sofern eine Kohle an sich schon die Eigenschaften, die für die Verwendung zur Kohlenstaubfeuerung erforderlich sind, besitzt, kommt die Verschwelung und Weiterverarbeitung des Halbkokses zu Staub nur dann in Betracht, wenn durch den Verkauf der sonstigen Destillationsprodukte die Kosten der Verschwelung und des Gewichtsunterschiedes zwischen Einsatzkohle und resultierendem Halbkoks überschritten werden.

Ganz allgemein wird in den meisten Fällen die Frage der Anwendungsmöglichkeit eines Schwelverfahrens von der Art des anfallenden Halbkokses abhängen. Der Vorteil der rauchlosen Verbrennung wird im wesentlichen nur dann voll zur Geltung kommen können, wenn der Halbkoks gute stückige Form besitzt. Mit dieser Eigenschaft kann er Anthrazit ersetzen und dadurch einen bedeutend höheren Wert darstellen als die Rohkohle.

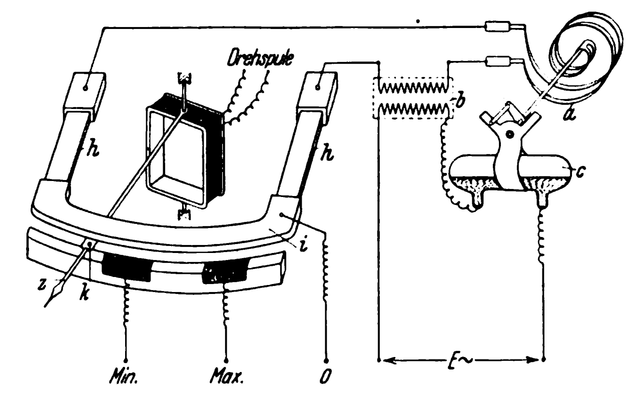
In ihrem gegenwärtigen Entwicklungsstadium ist die Verschwelung für die Energieerzeugung noch nicht von wesentlicher Bedeutung; sie könnte aber vielleicht in Zukunft eine gewisse Anwendungsmöglichkeit für Kraftwerke gewinnen. (Serial Report of the Prime Movers Committee 1927/28. Engg. Nat. Section, July 1928. Nat. El. Light Assoc., New York City.) R. Durrer.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Kontaktgebung mittels elektrischer Meßinstrumente. — F. Sieber weist darauf hin, daß Meßinstrumente mit gewöhnlichem Maximal- und Minimalkontakt unzuverlässig sind und bleiben, mag man Kontaktmetalle und die Funkenlöschung wählen, wie man will. Diese Tatsache ist nur allzu bekannt und trotzdem werden die Instrumente immer wieder verlangt und gebaut. Sieber bemüht sich alsdann, eine Übersicht über verschiedene Wege zu geben, die beschritten werden können, um die Anzeige von Meßinstrumenten zur Kontaktgebung zu verwenden. Die Übersicht kann den Prinzipien nach bei weitem nicht als vollständig angesehen werden. Prinzipiell kann man sagen, daß eine Kontakteinrichtung, die das Meßinstrument in seiner Anzeigegenauigkeit nicht beeinflußt, nur zuwege zu bringen ist, wenn man eine Hilfskraft einführt. Es werden verschiedene Konstruktionen beschrieben:

1. Der Zeiger trägt ein Thermoelement, welches durch ihn in den Wirkungsbereich einer Heizspirale gebracht wird; das Thermoelement setzt die nötigen Hilfsrelaiskreise in Tätigkeit.
2. Der Zeiger kommt an einer gewissen Stelle in den Bereich eines Zahnrades eines Uhrwerks, welches ihn dann an die Schließungskontakte drückt.
3. Der Zeiger wird als Mitnehmerorgan eines Fortschaltwerkes verwendet.
4. Es werden die verschiedenen Fallbügelkonstruktionen und Betätigungsarten beschrieben. Selbstverständlich müssen die Fallbügel in dauerndem Takt arbeiten und den Zeiger auf eine Unterlage drücken, die an gewissen Stellen als Kontakt ausgebildet ist und an anderen nicht.

Als augenblicklich neuesten Stand sieht Sieber einen Fallbügel an, der vom Bimetallstreifen direkt angetrieben wird. Der Strom zum Anheizen wird von einem Transformator geliefert, der ebenfalls durch einen Bimetallstreifen betätigt wird, der seinerseits wieder einen Kippschalter betätigt. Wie Abb. 1 zeigt, ist an dieser Stelle ein schleifender Gang des Bimetallschalters vermieden, er ist aber nicht an den Kontakten vermieden, die das Gerät eigentlich zu schließen hat und die in der Abbildung mit „Min." und „Max." bezeichnet sind. Die Schaltleistung dieser Kontakte kann also nicht sehr groß sein.



a Bifilare Spirale *b* Transformator *c* Kippschalter *h* Bimetallfedern *i* Schaltbügel *k* Kontaktpunkt *z* Zeiger

Abb. 1. Meßgerät mit durch Bimetallstreifen betätigtem Fallbügelkontakt.

Die Fallbügelinstrumente mit direkter Betätigung durch Bimetallanordnungen sind an sich bekannt, insbesondere solche, bei denen auch der Fallbügel ruckweise betätigt wird, was die Schaltleistung der Apparate günstig beeinflußt; diese sind in der Zusammenstellung jedoch nicht aufgeführt. (F. Sieber, Bull. SEV Bd. 18, S. 484.) *M. Schl.*

Apparate.

Ölschalter für große Hochspannungsnetze. — Im Netz der Pacific Gas & Electric Comp., die seit 1923 San Francisco über 220 kV-Leitungen mit Fernstrom versorgt, haben zwei ihrer Betriebsingenieure, R. Wilkins und E. A. Crellin, an einer Reihe eingebauter 110- und 220 kV-Ölschalter verschiedener Konstruktionsart über Bewährung im praktischen Normalbetrieb Untersuchungen angestellt. Diese ergänzen sehr wertvoll die in den letzten Jahren vorgenommenen großen amerikanischen Netzkurzschlußversuche. Außerdem gewinnt man gute Einblicke in Einzelheiten des amerikanischen Ölschalterbaues. Auf diesem Gebiet fordern die Verfasser auf Grund der Erfahrungen in ihrem ausgedehnten Hochleistungs-Höchstspannungsnetz eine Reihe von Verbesserungen, die auf die Erhöhung der Sicherheit und vor allem auf größere Schnelligkeit im Abschalten von Fehlern im Netz hinzielen müßten. Bei dem kritischen Vergleich der jetzigen Ölschalterkonstruktionen werden zunächst die im Ölschalter selbst den Abschaltvorgang beeinflussenden Faktoren untersucht, die Geschwindigkeit der beweglichen Kontakte und die Größe des abzuschaltenden Stromes. Weiterhin aber haben Wilkins und Crellin in anerkennenswerter Weise versucht, die von außen, vom angehängten Netz her auf den Schaltvorgang wirkenden Einflüsse zu klären, was sich ja bei Versuchen mit Schalterprüfmaschinen nicht feststellen läßt (die es übrigens für diese Spannungen bis jetzt nicht gibt).

Bei der Untersuchung des Einflusses der Geschwindigkeit gehen Wilkins und Crellin zunächst



auf die ursprünglich vor über 25 Jahren in Europa angewandten, dem Ölschalter verwandten Ölsicherungen ein, bei denen ein Anschlußkontakt nach Durchschmelzen der Sicherung durch eine gespannte Feder zurückgerissen wird. Sie rühmen, daß an ihnen bei kleinsten Abmessungen die größte vorkommende Geschwindigkeit von 13 m/s festgestellt wurde. Sie haben ähnlich gute Ergebnisse mit ihnen erhalten, wie auch anderwärts darüber berichtet wird[1]; in dem nullpunktgeerdeten 110 kV-Netz haben sie Erdschlüsse, also bei 63 kV, über solche Sicherungen gemacht. Bei Vorschaltung von 1600 Ω trat die Stromunterbrechung nach den veröffentlichten Oszillogrammen nach zwei Halbperioden, bei 300 Ω sogar schon nach nur einer Halbperiode ein.

Die bei wirklichen Ölschalterkontakten viel benutzten Druckfedern, die zusätzliche Beschleunigungen am Anfang der Ausschaltbewegung hervorrufen und zugleich den Stoß beim Einschalten dämpfen sollen (auch die Bürstenkontakte gehören hierzu), werden von den Verfassern als kraftverzehrende, nicht sehr wirksame Verwicklung angesehen. Schnellkontakte sind gegenüber den vorherigen stets Hilfskontakte, die die Hauptkontakte schonen und die Schnelligkeit der endgültigen, an ihnen stattfindenden Trennung erhöhen sollen. Wilkins und Crellin sind der Auffassung, daß zwar hierdurch dem Schalter die Arbeit erleichtert werde, für das zu schaltende Netz ein Vorteil aber nicht herausspringe, weil diese Kontakte erst einen gewissen Weg zurücklegen, der Zeit erfordert, bis die endgültige Trennung der Kontakte und damit die Lichtbogenbildung beginnt. Bei einem Öldrehschalter der Pacific El. Manuf. Comp. für 110 kV, von dem die Verfasser die Wegzeitkurven für Einschalt- und Ausschaltvorgang, letztere auch bei der Belastung mit Ladestrom und gleichzeitig Eintragung oszillographischer Stromaufnahmen aller drei Phasen bringen, legen die Hauptkontakte 7,5 ... 10 cm bis zur Kontakttrennung zurück, die Schnellkontakte aber 25 cm, bis die endgültige metallische Trennung erfolgt und die Lichtbogenbildung anfängt. Bei einem der Westinghouse-187 kV-Schalter, wie sie in dem 220 kV-Netz mit Nullpunktserdung eingebaut sind, öffnen sich die Hauptkontakte 4 cm von der Einstellung, die Schnellkontakte dagegen 25 cm davon entfernt; dazu sind 0,25 s nötig, d. h. 15 Hz bei der normalen amerikanischen Frequenz 60. Abb. 2 a (links), die ebenso wie Abb. 2 b und 2 c nach den veröffentlichten Kurven in

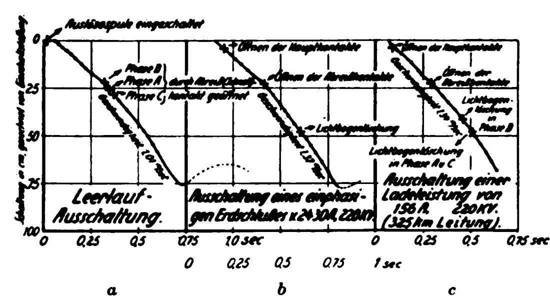


Abb. 2. Wegzeitkurven beim Ausschalten eines Westinghouse-187 kV-Ölschalters.

das metrische Maßsystem umgezeichnet ist, gibt eine Leereinschaltung wieder. Die Geschwindigkeit der Schnellkontakte ist doppelt so groß wie die der Hauptkontakte. Löschkammern können ebenfalls eine Erhöhung der Schnelligkeit hervorrufen durch Erhöhung des Gasdrucks in der Kammer. Der Druck wird um so größer, je größer der Strom ist, der unterbrochen wird, und je länger der Lichtbogen in der Kammer brennt. Es werden Wegzeitkurven eines 115 kV-Löschkammerschalters mitgeteilt, sowohl einer Leerein- und -ausschaltung als auch einer Ausschaltung eines Ladestromes von 300 A. Die größte Geschwindigkeit war hierbei 1,8 m/s, während sie bei den Kurzschlußversuchen in Sunnyside bei rd. 3000 A zwischen 2,0 und 2,3 m/s lag[2]. Die bis jetzt aufgezählten Schalter hatten zweifache Unterbrechung, die gemessenen Geschwindigkeiten lagen zwischen 1,15 m/s und 2,3 m/s; diese entsprechen etwa denen eines Fußgängers und eines Radfahrers. Neuzeitliche Gleichstromschnellschalter haben dagegen bis 60 m/s Geschwindigkeit.

Die Mehrfachunterbrechung mit mehr als zwei Unterbrechungsstellen je Phase wird in Amerika angewendet:

1. von der Condit Electric Manuf. Co. (Brown-Boveri-Type), deren Ausführung dem in Canton geprüften BBC-Schalter mit Zehnfachunterbrechung entspricht, der 0,56 ... 0,72 m/s und einen Kontaktweg von 30 cm für 132 kV hatte[1];
2. von der Pacific Electric, die, wie oben erwähnt, den Drehölschalter verwendet, der mit Sechsfachunterbrechung und außerdem mit Schnellkontakten ausgerüstet ist. Man erhält damit Geschwindigkeiten von 5 m/s;
3. von der Kelman Comp., die nach dem Storchschnabelprinzip arbeitet, aber nur auf 1 m/s kommt.

Eine Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit halten die Verfasser für das Nächstliegende, um zu dem von ihrem Betriebstandpunkte aus erstrebenswerten Schnellschalter für große Überlandnetze zu kommen, in denen die auftretenden Fehler in kurzer Zeit Zerstörungen und Auseinanderfallen des ganzen Betriebes hervorrufen können[2]. Nach ihrer Darstellung erfordert das Auswählen der Fehlerstelle durch die Relais heute etwa ein Drittel der ganzen Zeit vom Auftreten des Fehlers bis zu seiner Abschaltung, die übrigen zwei Drittel Zeit fallen also auf den Schalter. Wie in der Diskussion mit Recht hervorgehoben wurde, gehört als Zubehör zu einem solchen Schnellschalter auch ein schnelles Relais.

Die Begrenzung des zu unterbrechenden Stromes im Schalter durch Widerstände wird im Gegensatz zu der europäischen Praxis in Amerika nicht ausgeführt. Auch die Reaktanzen, die bei mittleren und niedrigen Hochspannungen in Amerika viel benutzt werden, sind für Spannungen über 60 kV weniger angewandt worden. Auch sie mit dem Ölschalter zusammen zu verwenden und sie in sein Inneres hineinzulegen, ähnlich wie die Vorkontaktwiderstände in Deutschland, hat sich nicht einführen können (trotz früher gemachter Versuche).

Von den vom äußeren Netz abhängigen Einflüssen diskutieren die Verfasser zuerst die Phasenverschiebung im Netz, die zwar für dieses selbst von Bedeutung ist, aber keinen entscheidenden Einfluß auf das Funktionieren des Ölschalters hat (soweit sie induktiv ist). Besonders ist die Phasenverschiebung auch bei Erdschlüssen, dem am meisten vorkommenden Fehler (95 % aller Fälle), nicht gar so schlecht. Die Größe der wiederkehrenden Spannung, die an den Kontakten sich unmittelbar nach dem Abreißen des Lichtbogens einstellt, läßt sich im Gegensatz zu den schon nicht ganz einfachen Verhältnissen bei der Unterbrechung eines Generatorkurzschlusses noch nicht klar bei angehängtem Netz übersehen, das die Wiederkehrspannung noch mehrere Wechsel nach dem Abreißen des Lichtbogens beeinflußt.

Es galt bis jetzt als allgemein anerkannte Tatsache, daß dem Schalter die Arbeit beim Kurzschluß dadurch erleichtert wird, daß die Öffnung erst nach dem Abklingen des Stoßkurzschlußstromes erfolgt. Für direkte Maschinenkurzschlüsse und in Niederspannungsnetzen wird diese Regel auch von den Verfassern vom Standpunkt der Praxis für richtig gehalten. Bei Höchstspannungsnetzen dagegen trifft dies besonders bei Erdschluß nicht zu. Es kommt vielmehr sehr häufig vor, daß noch ein Anwachsen des Stromes nach dem Kurzschluß stattfindet, der also bei größerer Stromstärke unterbrochen wird, als er zu Anfang hatte. Über die Ursachen lassen sich die Verfasser nicht genauer aus; möglich, daß dies an dem kräftig einsetzenden, falls nicht gesperrten Arbeiten der Schnellregler liegt oder am abnehmenden Widerstand des Erdschlußlichtbogens. Es kann auch auf die aufgespeicherte elektrische Energie des Netzes zurückzuführen sein, worauf bereits in dem Buch von Rüdenberg hingewiesen wurde (1. Aufl. 1923, S. 261). Ein mitgeteiltes Oszillogramm eines Erdkurzschlusses zeigt ein Anwachsen des Stromes über 5 ... 6 Hz auf 2400 A. Auch noch aus einem anderen Grund, der „phase balancing" genannt wird, kann der Stromanstieg während des Abschaltens eintreten, nämlich wenn die Schalter in Höchstspannungsnetzen nicht in allen drei Phasen genau gleichzeitig öffnen[3]. Der Unterschied kann 5 ... 20 Wechsel betragen, wie die Übertragungen oszillographischer Aufnahmen in die von Wilkins und Crellin mitgeteilten Wegzeitaufnahmen von manchen Ölschaltern beweisen (vgl. auch Abb. 2 a). Eine vollständige Vermeidung dieses Mangels scheint uns mechanisch recht schwierig zu sein.

Der noch am wenigsten in seiner praktischen Auswirkung übersehene Einfluß von außen her ist die Resonanz, die bei der Funkenbildung im Ölschalter infolge angehängter Leitungskapazität und Induktivität entstehen kann und, wie ein Oszillogramm vom Abschalten

[1] Roth, Hochspannungstechnik S. 457. Verlag Julius Springer, Berlin 1927.
[2] ETZ 1928, S. 652.

[1] ETZ 1928, S. 652.
[2] Vgl. auch Schmolz, ETZ 1928, S. 455.
[3] J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 45, S. 151.

des Ladestromes von 156 A einer 220 kV-Leitung von 325 km Länge zeigt, ein Umkippen in eine andere Frequenz bei gleichzeitiger Spannungserhöhung hervorbringt. Abgesehen von Resonanzsonderfällen ist das Abschalten leerlaufender Leitungen meist nicht so einfach, wie es das Produkt Volt × Ampere erwarten läßt. Der Vergleich der Wegzeitkurven an dem 187 kV-Westinghouse-Schalter mit Schnellkontakten in Abb. 2 b und c ergibt, daß die Kurzschlußunterbrechung und die Ladeleistungsabschaltung etwa gleich schwierig sind. Der Lichtbogen riß in beiden Fällen erst nach rd. 48 cm Weg je Kontakt ab. Auch hier glauben die Verfasser, auf Grund noch weiterer Versuche den schnelleren Schalter als Heilmittel empfehlen zu sollen (vgl. Rüdenberg, Schaltvorgänge, S. 250 und 261).

Die aufgeführten Versuche zeigen, daß die Schaltfähigkeit eines Ölschalters nur durch Angabe der kVA nicht völlig gekennzeichnet wird, worauf auch Crellin hinweist; allerdings auch nicht durch Angabe der Schalterarbeit in kWs. Wilkins und Crellin betonen übrigens, daß die Leistungen der üblichen Schalter, also auch in Amerika, nicht genau bekannt wären, besonders aber nicht unter veränderlichen Betriebsverhältnissen. Das Richtige sei, daß man die Schalter in großen Höchstspannungsnetzen am Orte ihrer Verwendung selbst prüfe und daß man auf diese Weise neue nutzbringende Erfahrungen sammle. Es sei auch unmöglich, daß jede schalterbauende Firma sich eine Prüfeinrichtung für 2 Millionen kVA bei 220 kV leisten könne. Wilkins und Crellin glauben, daß man zu einem Schalter von größerer Betriebsicherheit kommen wird, wenn man die starken Punkte vieler Konstruktionen vereinigt (? d. Ref.). Sie fordern im einzelnen noch folgendes:

1. Gesamtzeit des Schalters aus der Aus-, über die Ein- und zurück in die Ausstellung 0,2 s.
2. Lichtbogendauer eine Halbperiode.
3. Die Antriebskraft soll nicht 1 kW übersteigen (wurde in der Diskussion kritisiert, im Schlußwort aber für eine ferngesteuerte Station von fünfzig 60 kV-Schaltern und acht 220 kV-Schaltern nochmals als nicht unberechtigt hingestellt).
4. Der Schalter soll hundert Schaltungen unter normaler Last aushalten, ohne nachgesehen zu werden.
5. Der Schalter sollte nicht nur von einem Spezialmonteur aufgebaut, nachgesehen und unterhalten werden können (?? d. Ref.).

Auf die sehr ausgedehnte Aussprache, in der auch die Konstrukteure und Fabrikanten zu Wort kamen, in der auch recht Interessantes über die Weiterentwicklung des Vakuumschalters mitgeteilt wurde, kann hier nur verwiesen, aber nicht weiter eingegangen werden. (R. Wilkins u. E. A. Crellin, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1340; Besprechung Bd. 47, S. 57.) *Htr.*

Stromrelais mit geringem Eigenverbrauch. — Ein von S. & H. hergestelltes Stromrelais mit 0,1 VA Eigenverbrauch ist überall dort zum Einbau geeignet, wo es auf geringen Eigenverbrauch und hohe Kurzschlußfestigkeit ankommt, also z. B. dort, wo die zulässigen Bürden der Wandler schon durch den Anschluß von Zählern, Meßinstrumentenrelais und sonstigen Relais erreicht sind, oder dort, wo das Relais in langen Verbindungsleitungen liegt, wie es bei Differentialschaltungen der Fall ist. Gegenüber älteren Ausführungen hochempfindlicher Relais hat es den wesentlichen Vorteil, daß man den Ansprechstrom mit Hilfe eines Einstellknopfes im Verhältnis 1 : 2 ändern und das Relais damit den jeweiligen Betriebsverhältnissen anpassen kann. Der bewegliche Teil des Relais (Abb. 3) besteht aus einem kleinen Z-förmigen Eisenflügel, der bei genügendem Kraftfluß gegen das Drehmoment einer Spiralfeder in das Feld zweier zugespitzter Polschuhe gezogen wird. Mit Hilfe der Einstellvorrichtung kann man die Spiralfeder vorspannen. Infolge der geringen Amperewindungszahl ist die Kurzschlußfestigkeit sehr hoch und beträgt das 500fache des Nennstromes. Bei höheren Strömen sättigt sich der Magnetkern, so daß die Drehmomente nicht mehr stark anwachsen und auch eine dynamische Zerstörung nicht eintreten kann. Die Schaltleistung beträgt 10 VA und genügt zur Steuerung von Zeitrelais oder Hilfsrelais. In ähnlicher Konstruktion wird auch ein Spannungsrelais gebaut, das den Vorteil hat, daß es einmal schon bei geringster Spannung arbeitet und anderseits auch eine bedeutend höhere Spannung dauernd aushält. Infolgedessen eignet es sich z. B. beim Generatorschutz zum Erfassen von Gestellschlüssen, bei denen die das Relais beeinflussende Nullspannung sehr klein ist, wenn der Gestellschluß noch am Nullpunkt des Generators liegt, während bei Erdschlüssen im Netz das Relais auch die volle Netzspannung aushält. (J. Sorge, Siemens-Z. Bd. 8, S. 216.) *Jkl.*

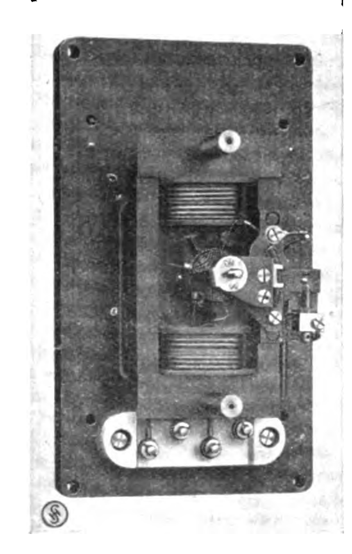
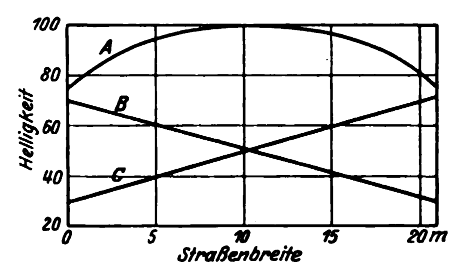


Abb. 3. Stromrelais mit geringem Eigenverbrauch (Kappe abgenommen).

Beleuchtung.

Die Berechnung von Straßenbeleuchtungsanlagen. — Für eine gegebene räumliche Verteilung der einzelnen Beleuchtungseinheiten einer Straßenbeleuchtungsanlage läßt sich bei Kenntnis der Lichtverteilungskurve der Beleuchtungseinheit die Verteilung der Beleuchtungstärke über die Straßenoberfläche nach einem einfachen Verfahren berechnen. Aus der Abweichung der tatsächlichen berechneten Beleuchtungstärkeverteilung von der gewünschten Verteilung kann bestimmt werden, in welcher Weise die räumliche Verteilung der Lampen oder die Lichtverteilung der Einheiten selbst abgeändert werden müssen, um die gewünschte Verteilung zu erhalten.



A Gesamte Beleuchtungstärke
B, *C* Prozentuale Anteile der Lampen auf beiden Seiten der Straße

Abb. 4. Verteilung der Beleuchtungstärke über die Straßenbreite.

Ein Beispiel wird durchgerechnet für eine Straße von 21,3 m Breite, in welcher in Abständen von 36,6 m an den Straßenseiten Lampeneinheiten mit einer Aufhängehöhe von 4,9 m angeordnet sind. Die Lampen beider Straßenseiten stehen einander gegenüber. Als bekannt vorausgesetzt wird die Verteilung der Beleuchtungstärke, welche eine einzelne Einheit (eine oft benutzte Armatur) längs der Straßenmitte erzeugt. Aus dieser bekannten Verteilung wird für eine Reihe von Punkten der Straßenmitte die Beleuchtungstärke entnommen, welche von den verschiedenen Beleuchtungseinheiten an diesen Punkten hervorgerufen wird. Die Addition dieser Werte für die einzelnen Punkte gibt die tatsächliche Beleuchtungstärke für diese Punkte. Wird eine Gleichförmigkeit der Beleuchtungstärke in der Straßenmitte verlangt, so können aus den Abweichungen der berechneten Werte von der mittleren Beleuchtungstärke die Faktoren bestimmt werden, mit denen die berechneten Werte multipliziert werden müssen, um eine gleichmäßige Beleuchtungstärke zu erhalten. Hieraus kann aber eine erforderliche Änderung der Lichtverteilung einer einzelnen Beleuchtungseinheit oder Änderungen der Lampenabstände gefolgert werden.

Für die außerhalb der Straßenmitten liegenden Punkte wird ähnlich verfahren. In Richtung senkrecht zur Straßenachse soll keine völlige Gleichförmigkeit der Beleuchtungstärke herrschen, sondern diese soll von der Mitte, der Zone des stärksten Verkehrs, nach den Seiten abfallen. Als günstigstes Helligkeitsverhältnis von Straßenmitte zu Straßenrand wird 1 : 0,75 angegeben. In der Abb. 4 gibt die Kurve *A* die Verteilung der Beleuchtungstärke über die Straßenbreite von 21,30 m, wobei das Maximum mit 100 bezeichnet ist, die Kurven *B* und *C* geben die prozentualen Anteile, welche auf die Lampen der beiden Straßenseiten entfallen; die Beleuchtungstärke der Straßenmitte verteilt sich hiernach gleichmäßig auf beide Seiten, von der Beleuchtungstärke des Straßenrandes ent-

fallen 70 % auf die Lampen der gleichen Seite, 30 % auf die Lampen der gegenüberliegenden Seite. Wird die Aufhängehöhe der Lampen mit H, die Lichtstärke einer Lampe in Richtung eines Punktes der Straßenoberfläche mit I und der Winkel zwischen dieser Richtung und der Senkrechten H mit α bezeichnet, so ist die horizontale Beleuchtungstärke E_h an diesem Punkte $E_h = \frac{I \cos^3 \alpha}{H^2}$, mithin die Lichtstärke einer Lampe in Richtung des Punktes $I = \frac{E_h H^2}{\cos^3 \alpha}$. Für einen beliebigen Punkt P der Straßenoberfläche läßt sich nun nach Abb. 4 seinem Abstand vom Straßenrand entsprechend aus der Kurve A die Beleuchtungstärke a entnehmen (Straßenmitte = 100 gesetzt), ferner aus den Kurven B und C die prozentualen Anteile b und c, nach denen sich dieser Wert auf die Lampen der beiden Straßenseiten verteilt. Nach obigem ist aber bekannt, wie sich die Beleuchtungstärke der einzelnen Abschnitte der Straßenmitte auf die verschiedenen Einheiten der gesamten Beleuchtungsanlage verteilt; werden diese Werte also mit den Werten $a\,b$ bzw. $a\,c$ multipliziert, so hat man die einzelnen Anteile der Beleuchtungstärke des Punktes P, wie sie sich auf die einzelnen Lampen verteilen, und damit nach obiger Formel die Lichtstärken I der einzelnen Beleuchtungseinheiten in Richtung des Punktes P. (Die Methode wird für die nähere Umgebung der Lampen ungenau, da dann die Winkel α für die einzelnen Punkte eines Straßenquerschnittes nicht mehr einander gleichgesetzt werden können.) Trägt man in einen Plan der Straßenoberfläche den Verlauf der Winkel α und die berechneten Lichtstärken der Lampen ein, so lassen sich hieraus die Abweichungen der errechneten Lichtverteilungskurven einer Beleuchtungseinheit von der wirklich vorhandenen bestimmen und hiernach gegebenenfalls die Lichtstärkeverteilung oder der Verlauf der Kurven A, B und C entsprechend abändern. (M. G. Gilbert, El. World Bd. 90, S. 1301.) *Schb.*

Osram-Hochspannungs-Glimmlampe. — Eine Glimmlampe, die bis zu Spannungen von 1500 V unmittelbar an den Transformator gelegt werden kann, hat die Form einer Soffittenlampe, in deren beiden Sockeln Widerstände untergebracht sind, die bei 1500 V eine Stromstärke von rd. 5 mA bedingen. Im Gegensatz zu anderen Hochspannungsanzeigern, die teilweise mit Außenelektroden arbeiten und deshalb nur bei Hochspannungen ansprechen, zeigt die neue von der Osram G. m. b. H. Kommanditgesellschaft auf den Markt gebrachte Hochspannungs-Glimmlampe bereits von rd. 200 V an ein schwaches Leuchten. Sie nutzt dabei die Eigenschaften einer Glimmlampe aus, von einer bestimmten Spannung (der sogenannten Zündspannung) an auch bei sehr hohem Widerstand eine Lichterscheinung zu zeigen. Man kann demnach diese Lampe als Voltmeter benutzen, indem man aus der Stärke der Leuchterscheinung auf die Spannung schließt. So leuchtet die Lampe bei 200 V nur schwach mit ein paar Pünktchen an den Enden der Elektroden auf. Bei 400 V sind die Elektroden etwas bedeckt, bei 800 V fast vollständig, während bei 1500 V ein helles Glimmlicht zu sehen ist.

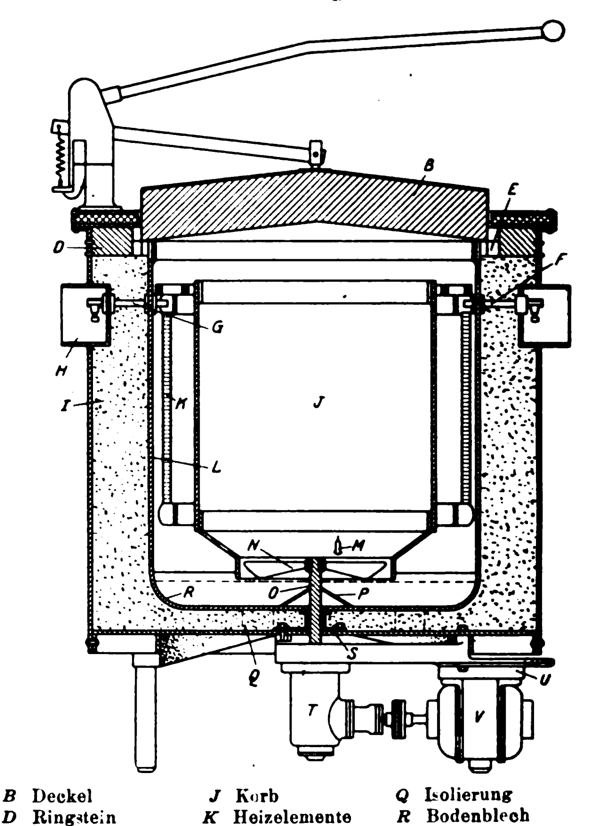
Aus diesen kurzen Angaben ist zu ersehen, daß die Lampe ganz besonders geeignet ist, als Spannungsanzeiger zu dienen, da sie auch bei niederer Spannung des Transformtors, die u. U. durch einen Fehler in der Leitung auftritt, anspricht. Sie dient demnach zu gleicher Zeit auch als Kontrolle des Netzes und der Zuführungen.

Die neue Osram-Hochspannungs-Glimmlampe wird in etwa 2 Monaten lieferbar sein. *fi.*

Heizung. Öfen.

Der „Homo"-Ofen zum Tempern von Stahl. — Die Lebensdauer eines Schneidwerkzeuges hängt in hohem Maße von der richtigen Behandlung während des Temperns ab, wodurch dem Stahl eine große Zähigkeit verliehen wird, allerdings auf Kosten der Härte und Zerreißfestigkeit. Deshalb ist es wichtig, daß für jeden Stahl die richtige Temperatur bestimmt wird und daß diese Temperatur während der Glühdauer gleichmäßig erhalten bleibt und schließlich, daß dieselben Zustände jederzeit für den bestimmten Stahl wieder hergestellt werden. Die Wärmeerzeugung muß daher unter absoluter und empfindlicher Kontrolle stehen.

Der „Homo"-Elektroofen (Abb. 5) ist ein Ofen, in dem die Wärmeübertragung durch Luftstrom stattfindet. Ein Korb, in dem sich die Werkstücke befinden, wird in einen zylindrischen Mantel, der die Innenseite des Ofens bildet, gestellt. Der Korb ist oben offen und der Boden wird aus einem Rost gebildet. Unter dem Korb befindet sich ein Ventilator, der von einem außerhalb des Ofens liegenden Motor angetrieben wird, der selbsttätig in gewissen Zeitabschnitten seine Drehrichtung ändert. Zwischen dem Außenmantel des Korbes und der gut isolierten Innenseite des Ofens befindet sich ein Luftraum, in dem die Heizelemente aus Chromstahl zwischen Isolierklammern untergebracht sind. Der Ventilator treibt die Luft durch die Heizelemente und dann durch den Einsatz, der dadurch gleichmäßig erwärmt wird. Der Ofen wird während des Betriebes durch einen Deckel geschlossen.



B	Deckel	J	Korb	Q	Isolierung
D	Ringstein	K	Heizelemente	R	Bodenblech
E	Alundum	L	Innerer Mantel	S	Ventilatorwellen-Hülse
F	Zuführungskabel	M	Thermoelement	T	Ventilatorwellen-Lager
G	Abführungskabel	N	Ventilator	U	Motorplatte
H	Endbüchse	O	Ventilatorwelle	V	Motor
I	„Silocel"	P	Luftableiter		

Abb. 5. Querschnitt durch den „Homo"-Ofen.

Die Gesamteinrichtung besteht aus dem Ofen, einem registrierenden Potentiometer-Kontroller und einem selbsttätigen Schaltbrett. Durch einen besonderen Apparat kann jede gewünschte Temperatur eingestellt werden, worauf der registrierende Kontroller selbsttätig die Stromzufuhr regelt und die gewünschte Temperatur aufrechterhalten wird. Durch den Kontroller wird auch ein selbsttätiger Schalter betätigt, der in regelmäßigen Zwischenräumen die Drehrichtung des Ventilators ändert. (The Iron and Coal Trades Rev. Bd. 116, S. 832.) *Ill.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Talschnellzuglokomotive mit Einzelachsantrieb der österreichischen Bundesbahnen. — Die vier Talschnellzuglokomotiven 1 Do 1, Reihe 1570 (Bauart ÖSSW), haben sich als erste österreichische Lokomotivbauart mit abgefedertem Einzelachsantrieb in nunmehr zweijährigem Betrieb bewährt. Es werden weitere 25 Stück dieser Bauart mit einigen, aber nicht grundlegenden Änderungen in Dienst gestellt werden. Die Maschinen sind in ihrem elektrischen und mechanischen Teil vollkommen symmetrisch aufgebaut, wodurch sie für beide Fahrtrichtungen die gleichen Laufeigenschaften besitzen. Der durchgehende Hauptrahmen ist als Außenrahmen durchgebildet. Im 8,5 m langen und 2,9 m breiten Maschinenraum sind in der Mitte der Transformator und die vier Triebmotoren mit stehender Läuferachse genau senkrecht über den Triebachsen aufgebaut. Der Hauptrahmen ruht auf zwei Tragdrehgestellen, bestehend aus Lauf- und Triebachse, und auf den beiden mittleren Triebachsen. Von den 91,6 t der dienstbereiten Lokomotive entfallen 85 % auf den durch Tragfedern gestützten Teil, und nur 15 % sind unabgefedert. Der Achsdruck der Laufachse beträgt 14 t, der der Trieb-

achsen 15,9 t. Der Antrieb erfolgt über Kegelräder mit Schraubenverzahnung mit einer Übersetzung 1 : 3,82 auf die Treibräder von 1350 mm Durchmesser. Das große Zahnrad ist konstruktiv mit der Gelenkkuppelung verbunden und sitzt auf der Hohlwelle von 270 mm Innendurchmesser, während der Triebachsdurchmesser 175 mm beträgt. Wirkungsgrad und Genauigkeit der Kegelräder haben vollkommen befriedigt; hervorgehoben wird der geräuschlose Gang und die geringe Abnutzung, die nach 130 000 km kaum festgestellt werden konnte. Die beträchtlichen Axialschübe (65 und 105 % des Zahndruckes) werden durch ein Segmentdoppelspurlager aufgenommen. Das wichtigste Übertragungsglied bildet die Gelenkkuppelung, die die Kräfte von der Hohlwelle auf die Triebachse zu übertragen hat. Sie muß der Triebachse die nötige Bewegungsfreiheit gestatten, die jene beim Durchfahren der Krümmung braucht. Die durch sie übertragenen Kräfte dürfen das Spiel der Triebachse nicht störend beeinflussen. Die Kuppelung muß daher seitlich, vertikal und in der Längsrichtung der Lokomotive Beweglichkeit zulassen. Nachdem die zuerst eingepreßten Kurbelzapfen durch solche mit Zapfen und Kurbel aus einem Stück ausgewechselt waren, war jeder Anlaß zu einer Störung behoben. Besondere Vorteile dieser Lokomotivbauart sind: hohe Schwerpunktlage, bequeme Zugänglichkeit der Motoren, Entfall der Kreiselwirkung, ruhiger Lauf.

Es sind 15 Fahrstufen vorhanden. Von den vier Motoren liegen zwei dauernd in Reihe, so daß zwei Stromkreise entstehen mit je einem Fahrtwender und Stromwandler. Der Ölschalter ist als druckfester Schalter mit acht Unterbrechungsstellen durchgebildet, wovon eine als Vorkontakt mit einem Schutzwiderstand von 900 Ω verbunden ist. Der Transformator hat eine Dauerleistung von 1550 kVA. 50 kVA entfallen auf die Hilfsbetriebe. Außerdem kann eine Heizleistung von 400 kVA im Stillstand und 200 kVA während der Fahrt entnommen werden. Zum Betrieb der Ölpumpe dient ein Motor von 600 W und 1800 U/min. Je acht der elektropneumatischen Schütze sind mechanisch untereinander verriegelt; sie sind auf einem Rahmen montiert, der am Transformator befestigt ist. Die Motoren sind achtpolig und fremdgelüftet. Ihre Leistung nach R.E.M. beträgt dauernd 316 kW, 960 A, 990 U/min, entsprechend einer Lokomotivgeschwindigkeit von 66 km/h und 1 h: 410 kW, 1270 A, 855 U/min. Das Motorgewicht beträgt 4,9 t. Der Motor sitzt auf einem Stahlgußstück, das zwischen die Rahmenplatten eingelassen ist. Die Welle ist dreifach gelagert. Das oberste Halslager, ein Kruppsches Segmentlager, ist mit dem Spurlager im Spurlagerkopf zusammengebaut, das zweite sitzt oberhalb des Ritzels im unteren Motorschild, das dritte unterhalb des Ritzels im Antriebsgehäuse. Der Läuferkörper ist auf der Welle zwischen Anschlägen verdrehbar; er überträgt das Drehmoment über eine aus Blattfedern bestehende, dämpfend wirkende, federnde Kuppelung. Von besonderer Wichtigkeit ist die Abdichtung des Spurlagerkopfes nach unten. Es ist erreicht worden, daß kein Öl in den Motor dringt, daß Läufer und Ständer völlig trocken bleiben. Eine Drehkolbenschmierpumpe, von der Motorwelle über Kegelräder angetrieben, hält das Öl ständig im Umlauf, führt es dem Spurlager zu, von wo es durch ein Schauglas zum unteren Halslager und wieder in den Sammelraum gelangt. Ähnlich erfolgt mittels einer zweiten Schmierpumpe die Ölzufuhr zum untersten Halslager und zur Gelenkkuppelung. Von Vorteil für die gute Zugänglichkeit ist die freistehende Anordnung der Motoren. Ein Austausch eines schadhaften Motors gegen einen Ersatzmotor erfordert nur 5 h. Zwei Lüftersätze liefern die Kühlluft für Motoren und Transformator. Jeder Satz besteht aus einem Motor von 18,5 PS Dauerleistung bei 1800 U/min und zwei Siroccoventilatoren, wovon der eine die Kühlluft für zwei Motoren, der andere für eine Transformatorhälfte liefert. Zwei Kompressoren von je 300 l/min Ansaugeleistung dienen zur Erzeugung der nötigen Preßluft. Für Beleuchtung und Steuerstrom wird Gleichstrom, 24 V, von einer normalen Zuglichtanlage, System Dick, geliefert. Die Dickmaschine ist mit einem Wechselstrommotor gekuppelt. Die Lokomotive ist mit Vakuumbremse, Bauart Hardy, ausgerüstet. (El. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 321.) *Tr.*

Leichte Straßenbahntriebwagen der Cleveland-Straßenbahn. — Seit einiger Zeit befindet sich bei der Cleveland-Eisenbahn ein nahezu vollständig aus Leichtmetall im tragenden Gerippe gebauter Straßenbahntriebwagen im Dienst. Der Bau des Wagens sollte in sehr kurzer Zeit vor sich gehen; man verzichtete bedauerlicherweise aus diesem Grunde darauf, für den neuen Baustoff eine diesem angepaßte Neukonstruktion des Wagengerippes vorzunehmen, beschränkte sich vielmehr darauf, nach den Zeichnungen für die bereits vorhandene gleiche Type stählerner Triebwagen mit möglichst wenig Änderungen der dort angegebenen Abmessungen den Wagen in Leichtmetall auszuführen. Das muß als ein grundsätzlicher Konstruktionsirrtum bezeichnet werden. Nur an einigen besonders beanspruchten Stellen ging man über die Abmessungen der eisernen Bauart hinaus, so bei den Bekleidungsblechen, bei den Drehzapfenträgern des Untergestells und bei den Drehgestellrahmen. Die Wahl einer größeren Dicke der Bekleidungsbleche erklärt sich aus dem geringen Elastizitätsmaß der Leichtmetalle, das ein erheblich früheres Erschlaffen und Ausbeulen der Bekleidungsbleche zur Folge hat als bei Eisenblechen. Es ist ausschließlich Duraluminium in vergüteter Form verwendet worden.

Die Übernahme der grundsätzlichen Bauweise des eisernen Wagens auf die Leichtmetallbauart muß deshalb als unrichtig bezeichnet werden, weil die ganz anderen Baustoffeigenschaften entsprechende Abänderungen der Konstruktion bedingen, wenigstens wenn der teure Baustoff wirtschaftlich ausgenutzt werden soll. Infolgedessen ist die erzielte Gewichtsersparnis auch bei weitem nicht so groß, wie sie sich bei Anpassung der Konstruktion an den Baustoff hätte erzielen lassen: der 15,6 m lange vierachsige Wagen wiegt leer 13 700 kg in Leichtmetall gegen 19 600 kg in Eisen, also etwa 30 % weniger. Der Wagen wurde in den eigenen Werkstätten der Gesellschaft erbaut. Außer den Türen und Fenstern, den Seitenwandwinkeln, Radsätzen, Federn, Lagergehäusen, Luftbehältern bestehen das Untergestell, Gerippe und die Innenausstattung nahezu vollkommen aus Leichtmetall verschiedener Legierung. Für die Bleche und gepreßte tragende Teile wurde eine Duraluminlegierung von 39 ... 42 kg/mm² Festigkeit im vergüteten Zustande, bei im Mittel 24 kg/mm² an der Streckgrenze, 18 ... 20 % Dehnung und 700 000 kg/cm² Elastizitätsmaß verwandt. Für die Schmiedestücke wurde eine Legierung ähnlicher Eigenschaften, jedoch nur 16 bis 18 % Dehnung verwandt, während die Rohre aus einem Material von 28 ... 32 kg Festigkeit und 10 ... 12 % Dehnung bestehen. Die Gußstücke haben 20 ... 21 kg/mm² Festigkeit, 10,5 kg/mm² Streckgrenze und 6 % Dehnung bei Brinellhärte 50.

Die überwiegende Mehrzahl der tragenden Konstruktionsteile ist aus Leichtmetall gefertigt, im Untergestell bestehen nur der Langträger, ein 100 mm-Winkeleisen und der hintere Stoßfänger noch aus Eisen. Die Bekleidungsbleche haben 3,2 mm Dicke gegen 2,5 mm bei Eisen. Die Drehzapfenquerträger sind schwere, gegossene Leichtmetallkastenträger, bei denen gegenüber der Ausführung in Stahlguß der Querschnitt um rd. 20 % vergrößert wurde. Die Drehgestelle mit 1,8 m Achsstand und Radsätzen von 660 mm Durchmesser haben geschmiedete Langträger und Querträger, die gegenüber der Stahlgußausführung ebenfalls etwas verstärkt worden sind. Auch beim Motor wurden, soweit möglich, Leichtmetallteile benutzt. Alle Rohrleitungen, Bremszylinder, Bremshebel und Zugstangen sowie die gesamten Apparateaufhängungen bestehen aus Leichtmetall. Sogar die Tomlinson-Kuppelung und deren Einbauteile sind aus Leichtmetallguß hergestellt mit Ausnahme der Kuppelungsfedern und des Kuppelungshakens selbst. Alle im Untergestell, Gerippe und in den Drehgestellen verwandten Nieten sind Eisennieten, weil es nicht möglich schien, in absehbarer Zeit ein Verfahren für die einwandfreie Warmnietung und Vergütung von Leichtmetallnieten ohne eingearbeitete Leute zu entwickeln. Hier liegt einer der wundesten Punkte des Leichtmetallwagenbaues überhaupt. — Der Wagen besitzt eine Stirnwandeinstiegtür sowie Mittel-Doppelausstiegtüren, 140 Personen Fassungsvermögen, 49 Sitzplätze und 91 Stehplätze, bei 15,6 m Länge über die Puffer, 2,53 m Breite über die Bekleidungsbleche, 3,29 m Höhe über S.O., 7,8 m Drehzapfenabstand. Zum Antrieb dienen vier Motoren von je 35 PS Stundenleistung. Eine Gegenüberstellung der durch die Verwendung von Leichtmetall gegenüber der gleichen Bauart des Wagens in Stahl erzielten Gewichtersparnisse in den einzelnen Bauteilen gibt die folgende Zahlentafel:

	Gewichte für Ausführung in		Gewichtsersparnis gegen Eisen
	Eisen kg	Leichtmetall kg	%
Untergestell und Wagenkasten ohne Drehgestelle und Ausrüstung	8 330	6 280	24,7
Drehgestelle (zwei) ohne Getriebe	5 470	3 770	31
Motoren komplett	4 190	2 590	40,5
Steuerung komplett	588	375	36
Bremsausrüstung mit Leitungen	800	590	26,2
Heizkörper und Heizleitungen .	202	173	14
Dienstgewicht des Wagens	19 600	13 700	30,0

Da der Wagen als Versuchswagen erbaut wurde, konnten die für die Wirtschaftlichkeitsrechnung grundlegenden Herstellungskosten nicht einwandfrei und vergleichsfähig gegenüber dem eisernen Wagen ermittelt werden. Immerhin konnte soviel festgestellt werden, daß selbst nach den besonders günstig liegenden amerikanischen Preisverhältnissen der Leichtmetalle die Kosten für das Gerippe gut das Doppelte betragen. Da in dem Stromverbrauch des Wagens das Gewicht entgegen einem verbreiteten Trugschluß bei weitem nicht rein proportional mitspricht, so muß die Klärung der Frage, ob in der Gesamtwirtschaftlichkeit der geringere Stromverbrauch die Mehrkosten des Kapitalbedarfs auch nur auszugleichen vermag, einer längeren Betriebserfahrung überlassen bleiben, ebenso wie über die Bewährung der Leichtmetallbauart als solche noch erst sämtliche Erfahrungen gesammelt werden müssen. Wie angedeutet, würde sich bei richtiger Einstellung der ganzen Konstruktion auf die Verwendung des neuen Baustoffes die Gewichtsersparnis noch wesentlich haben steigern lassen, sicherlich noch um mehr als die Hälfte ohne eine weitere erhebliche Steigerung der Herstellungskosten. Die Antwort auf die Frage der Wirtschaftlichkeit hätte dann von vornherein schon etwas glaubhafter klingen dürfen. (El. Railw. Journ. Bd. 69, S. 655.) *Gtr.*

Die Oberleitung der Great Northern-Bahn. — Die Great Northern-Bahn ist um 30 km westwärts nach Skykomish ausgedehnt worden. Sie wird mit 11 kV Einphasenstrom mit Kettenaufhängung betrieben. In den Krümmungen, die bis 175 m vorkommen, wurde die schräge Kettenaufhängung gewählt. Bei Tonga und Scenic macht die Leitung fast vollständige Schleifen. Durch Verbinden des Beidrahtes an den Schleifenenden konnte man diesen in der Schleife selbst von geringerer Leitfähigkeit nehmen. Die hölzernen Masten tragen eine Doppelringleitung von 44 kV und eine einfache von 4,4 kV. Die Kettenaufhängung wird von Auslegern aus zwei zusammengesetzten, verzinkten Winkeleisen getragen. Die übliche Spannweite ist 46 m auf gerader Strecke, in Krümmungen kleiner. Hier werden die Masten mit 16 mm-Stahlseil verankert, und die Kettenaufhängung wird von Hängisolatoren getragen, während man auf gerader Strecke keine verankerten Maste hat und für die Kettenaufhängung Stützisolatoren nimmt.

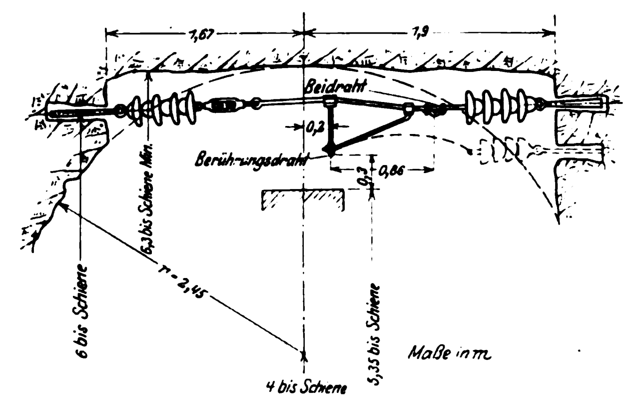


Abb. 6. Fahrdrahtaufhängung in einem Tunnel mit 175 m Krümmungsradius.

Die Bahn hat fast auf 10 km Länge Schneedächer, wo ebenfalls Kettenaufhängung verwendet wird. Die in Tunnels angewendete Konstruktion zeigt Abb. 6, die den Querschnitt des „Martin Creek-Tunnels" einer Krümmung von 175 m Halbmesser darstellt. Es sind an jeder Seite des Tunnels zwei Reihen Isolatoren angebracht, die durch ein Seil mit einer Spannung von mehr als 225 kg verbunden sind. Der Beidraht ist an das Seil geklemmt, der Berührungsdraht wird durch eine Stange in seine richtige Lage gezogen, die ebenfalls an dem Querseil befestigt ist. Um ein Ausweichen zu verhindern, ist eine Spreize zwischen dem Berührungsdraht und dem Querdraht angebracht. Der Martin-Creek-Tunnel ist auf der Krümmung von 175 m Halbmesser mehr als 500 m lang und hat nur 18 Befestigungen ähnlich der Abb. 6.

Die Spannung der Fahrleitung beträgt 1150 kg bei 15 °, die des Beidrahtes 2000 kg. An Krümmungen unter 437 m Halbmesser werden Kurvenabzieher an jedem Mast gebraucht. In Weichen benutzt man statt der Ausleger Querdrähte für die Kettenaufhängung, wobei der Querdraht wiederum eine Kettenaufhängung darstellt. Die Isolatoren sitzen in diesem Falle an den Enden der Querkettenaufhängung. (A. M. Wright, Railway Age Bd. 84, S. 445.) *K. D.*

Bergbau und Hütte.

Die Elektrizität im englischen Kohlenbergbau. — In den V. S. Amerika und in England bedeutet die Anwendung der Elektrizität für den Kohlenbergbau schon lange eine größere Selbstverständlichkeit als in Deutschland, das in dieser Hinsicht hinter den beiden anderen großen Kohlenländern der Welt weit zurückgeblieben ist. In England hat sich die Anzahl der elektrischen PS im Zeitraum 1924/26 um einen Jahresdurchschnittsbetrag von 86 000 PS erhöht. An dieser Steigerung ist der Betrieb über Tage etwas stärker beteiligt als der Grubenbetrieb, ein Umstand, der offenbar damit zusammenhängt, daß in den letzten zehn Jahren die elektrischen Fördermaschinen stark zugenommen haben und ferner der Kraftbedarf für Aufbereitungszwecke erheblich gestiegen ist, während die Zunahme im Kraftbedarf für die Wasserhaltungen sich verringert hat. Wie sich die Anwendung der Elektrizität in den einzelnen Betriebszweigen über und unter Tage seit dem Jahre 1912 entwickelt hat, ist aus Abb. 7 ersichtlich. Abb. 8 läßt erkennen, daß im Zeitraum 1912/26 die unter Tage eingesetzte Zahl der elektrischen PS, auf 1 t Tagesförderung bezogen, fast eine Verdreifachung erfahren hat.

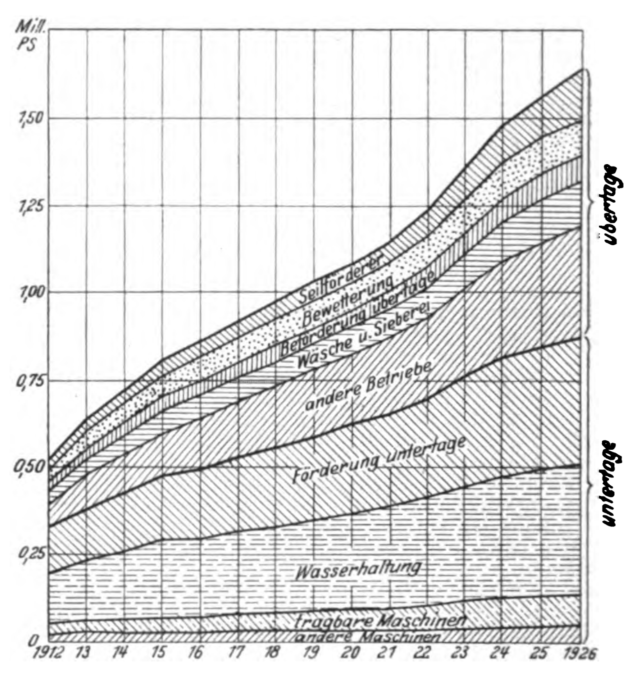


Abb. 7. Zunahme des elektrischen Antriebs über und unter Tage.

Während im Ruhrbezirk der weitaus größte Teil der maschinenmäßig gewonnenen Kohle (im Jahre 1927 74,37 % der Gesamtförderung) auf die Abbauhämmer entfällt, behauptet in Großbritannien die Schrämmaschine das Feld. Die Gesamtleistung der elektrischen Schrämmaschinen überragt die der Preßluftschrämmaschine, da 65,3 % der mit Schrämmaschinen gewonnenen Kohlenmengen auf den elektrischen Antrieb entfallen.

Seit 1924 ist auch eine verhältnismäßige Steigerung des mit elektrischen Schrämmaschinen abgebauten Förderanteils festzustellen. In Abb. 9 stellt Kurve *a* die Zunahme des maschinenmäßig gewonnenen Anteils an der Gesamtförderung seit 1917 und Kurve *b* den auf die elektrisch angetriebenen Maschinen entfallenden Anteil für die Jahre 1924/26 dar. Von den einzelnen Schrämmaschinen-Bauarten weisen die Rad- und Stangenschrämmaschinen sowie die stoßend wirkenden eine deutliche Verringerung auf, während die Kettenschrämmaschinen in immer stärkerem Maße angewandt werden. Sieht man von den stoßend arbeitenden Bauarten ab, so ergibt sich für das Jahr 1926 ein beträchtliches Überwiegen des elektrischen gegenüber dem Preßluft-Antrieb. Da die mit Hilfe von Schrämmaschinen gewonnenen Kohlenmengen bei gleichzeitiger Abnahme der Maschinenzahl gestiegen sind, kann eine gewisse Zunahme der Leistung, bezogen auf eine Schrämmaschine, verzeichnet werden, was wohl in erster Linie auf die Abnahme der stoßend arbeitenden Bauarten zurückzuführen ist (Abb. 10).

Es ist auch eine Steigerung in der Anwendung von Elektrizität als Antriebsmittel für Abbaufördereinrich-

tungen und für Kohlenlader festzustellen. Auf mehreren Zechen wurden auch Versuche mit einer schlagwettersicheren elektrischen Drehbohrmaschine angestellt, die bei einem Gewicht von 11,3 kg ¾ PS entwickelt und den Bohrer mit 320 U/min antreibt.

Auf 1 t Tagesförderung bezogen sind im Ruhrbezirk ohne Berücksichtigung der Wasserhaltungsmaschinen nur 0,15 PS an Elektromotoren unter Tage vorhanden, also rund ein Viertel des für den englischen Kohlenbergbau

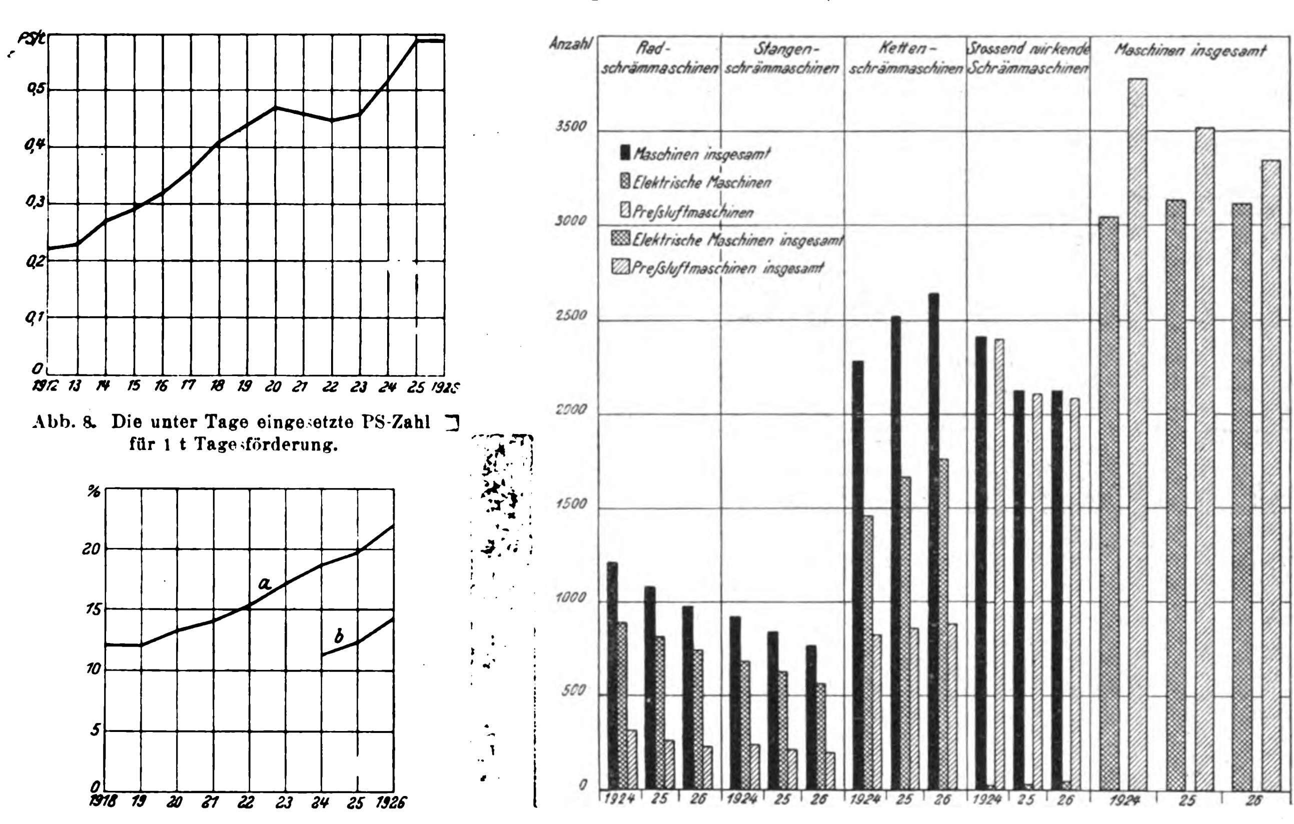


Abb. 8. Die unter Tage eingesetzte PS-Zahl für 1 t Tagesförderung.

Abb. 9. Zunahme der maschinenmäßigen Kohlengewinnung (a) und Anteil des elektrischen Antriebs (b).

Abb. 10. Zu- und Abnahme der verschiedenen Schrämmaschinen-Bauarten.

angegebenen Betrages. Auch für elektrische Abbaumaschinen, wie Schrämmaschinen, Lademaschinen, Rutschen und Bänder, deren PS-Zahl an Elektromotoren im Ruhrgebiet nur wenige Hundert beträgt, ist ein erheblicher Vorsprung in England zu verzeichnen. Auf die gleiche Förderung bezogen, weist im englischen Abbau der elektrische Antrieb gegenüber dem Ruhrgebiet die 120fache PS-Zahl auf, obgleich die maschinenmäßig gewonnenen Kohlenmengen nur etwa 22 % der Gesamtförderung ausmachen. Dieser Vorsprung kann in den günstigeren Lagerungsverhältnissen und den abweichenden Ausrichtungs- und Gewinnungsverfahren, bei dem man schlagend wirkender Werkzeuge weitgehend entraten kann, begründet sein. Andererseits muß aber auf eine höhere Wirtschaftlichkeit des elektrischen Antriebs in den englischen Kohlengruben gegenüber der Preßluft geschlossen werden, obgleich der Ausnutzungsfaktor, die Laufzeit der Maschinen, nicht größer ist als im Ruhrbergbau. (Ch. F r i t z s c h e, Glückauf Bd. 64, S. 953.) *Ka.*

Elektrische Antriebe.

Selbsttätige Pumpenanlage. — Die Pumpenanlage von Freudenberg in der Schweiz bietet insofern ein besonderes Interesse, als sie nachträglich ohne einschneidende Veränderungen für selbsttätigen Betrieb, und zwar ohne Erstellung einer Signalleitung zwischen Pumpenanlage und Behälter geändert worden ist.

Vorauszuschicken ist, daß die Wasserversorgung der Stadt St. Gallen in drei Druckzonen eingeteilt ist, entsprechend den großen Höhenunterschieden, zur Vermeidung hoher Drucke im Verteilungsnetz. Die dazu gehörigen Behälter liegen auf der Talzone 723 m ü. M., auf der mittleren Zone 782 m ü. M. und auf der Bergzone 850 m. ü. M. Die Speisung des Reservoirs der Bergzone am westlichen Grat des Freudenbergs (Kote 750) erfolgt am Hauptreservoir an der Speicherstraße (Kote 733) durch eine Druckleitung von 150 mm lichter Weite (Abb. 11). Die Förderung des Wassers bewirkt eine sechsstufige Sulzer-Zentrifugalpumpe für eine Fördermenge von 450 l/min bei einer manometrischen Förderhöhe von 126 m, entsprechend einer Förderleistung von rd. 20 PS. Die Pumpe ist unmittelbar mit einem Drehstromelektromotor von 25 PS Dauerleistung gekuppelt. Das Reservoir besteht aus zwei untereinander verbundenen Kammern von je 150 m³ Inhalt. Der Durchmesser der Kammern beträgt 7 m, die normale Wasserhöhe 3,9 m.

Die Inbetriebsetzung der Pumpe erfolgt durch einen einpoligen Zeitschalter mit eingebautem Minimalstromrelais. Die Pumpe fördert so lange Wasser, bis der Behälter gefüllt ist. In der Einlaufleitung des Behälters ist eine Klappe in Verbindung mit einem Schwimmer eingebaut, die bei Erreichen des maximalen Wasserstandes im

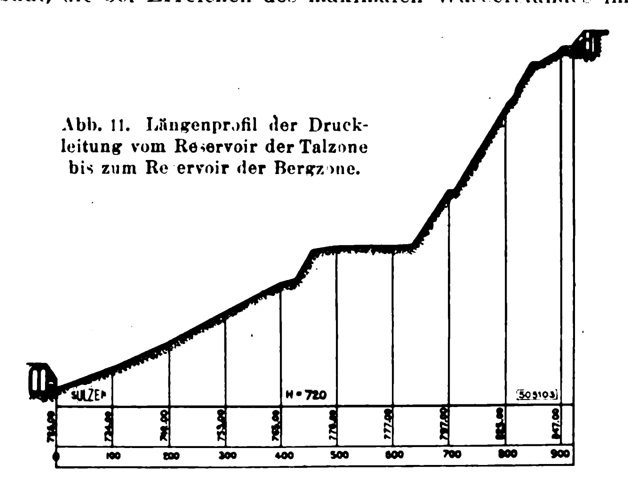
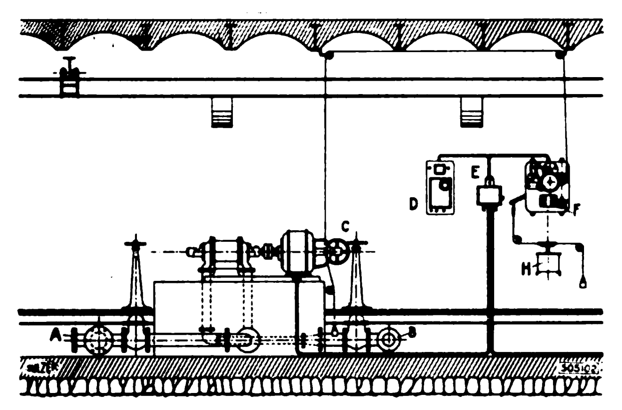


Abb. 11. Längenprofil der Druckleitung vom Reservoir der Talzone bis zum Reservoir der Bergzone.

Reservoir die Einlaufleitung abschließt, wodurch die Förderleistung der Pumpe aufhört. Die vom Motor aufgenommene Stromstärke fällt, und damit wird der Hauptschalter durch den Minimalspannungsmagneten ausgeschaltet. Dies erfolgt auf folgende Weise: Mit dem Einschalten des Stromes durch den Zeitschalter wird ein kleiner, etwa $^1/_{10}$ PS starker Hilfsmotor unter Strom gesetzt, der durch Übersetzung ein Schaltrad antreibt. Durch die fortlaufende Abwicklung des Schaltrades, auf dem ent-

sprechende Rasten angebracht sind, wird durch Seilübertragung zuerst die Kurzschlußvorrichtung des Pumpenmotors geöffnet, die Bürsten des Schleifringankers auf die Schleifringe gelegt und der Anlasser auf „Anlauf" gestellt. Nachdem dies geschehen ist, wird bei der weiterschreitenden Abwicklung des Schaltrades der Pumpenmotor durch die Bewegung eines Drehschalters unter Strom gesetzt und der Anlasser stufenweise kurzgeschlossen. Hat nun der Pumpensatz seine normale Drehzahl erreicht, wird die Kurzschlußvorrichtung eingeschaltet und die Bürsten von den Schleifringen abgehoben. Während der Wasserförderung bleibt der Drehschalter in einer Klinke verriegelt. Ist nun der Behälter voll und sinkt infolge des Schließens der Klappe in der Einlauf-



A Rohrleitungseingang vom Reservoir der Talzone *B* Druckleitung Freudenberg *C* Bürstenabhebevorrichtung *D* Zeitschalter *E* Hauptschalter *F* Schaltwerk *H* Anlasser

Abb. 12. Installationsplan des Pumpwerkes mit selbsttätiger Anlaßvorrichtung.

leistung des Behälters die vom Motor aufgenommene Stromstärke, so wird durch das Minimalstromrelais im Zeitschalter der Steuerstrom zum Schaltapparat unterbrochen, der Maximalspannungsmagnet läßt die Klinke los und der Drehschalter schnellt durch Federkraft in seine Nullage zurück. Bleibt nun während des Pumpens der Strom aus, was wohl bei jedem Werk einmal vorkommt, so wird der Schalter ebenfalls ausgeworfen. Sobald dann der Strom wieder einsetzt, setzt die selbsttätige Schaltvorrichtung das Pumpwerk wieder in Betrieb. Die Pumpe steht ständig unter Reservoirdruck, ihre Füllung geschieht daher von selbst. Die selbsttätige Schaltanlage ist durch Ingenieur A. Züllig in Rheineck geliefert und eingebaut worden. Sie arbeitet ohne jeden Anstand und erspart jegliche Handbedienung der Anlage, die in Abb. 12 wiedergegeben ist. R. W. M.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Untersuchungen über Spitzenentladungen in Transformatorenölen. — Um das Verhalten der flüssigen Dielektrika zu untersuchen, wurden bisher nur Durchschläge abhängig von Temperatur, Frequenz, Schlagweite usw. gemessen. In einer Arbeit von Nikuradse werden die Entladungserscheinungen studiert mittels der Beobachtung, wie sich die Strom-Spannungsverhältnisse von niederen Spannungen bis zur Entladung, insbesondere kurz vor der Entladung ausbilden. Als Elektrodenanordnung wurde vorwiegend abgerundete Spitze gegen Platte benutzt. Alle in Betracht kommenden Fehlerströme wurden durch geeignete Anordnung des Versuchsgefäßes beseitigt. Die zu untersuchenden Ölsorten mußten möglichst rein sein. Zu diesem Zweck sind geeignete Ölbehandlungsmethoden ausgearbeitet worden. Es wurde festgestellt, daß die Beschaffenheit der Elektrodenoberfläche sowohl bei Strom-Spannungs-Kurven als auch bei Durchschlagspannungen eine Rolle spielt, und zwar ist die Leitfähigkeit bei ungereinigten Elektroden größer. Auch der Reinheitsgrad des Öls bestimmt den Verlauf der $J = f(U)$-Kurve. Bei ungereinigtem Öl ist die Stromstärke bei derselben Spannung größer. Mit der Reinigung des Öls fällt seine Leitfähigkeit und steigt die Durchschlagspannung. Auch durch schwache Entladungen und durch Einwirkung des Stromdurchgangs wird die Leitfähigkeit des Öls herabgesetzt und die Durchschlagspannung erhöht. Die Durchschlagfestigkeit steigt nicht in dem Maße, wie die Leitfähigkeit abnimmt. Bei Ölen steigt die Strom-Spannungs-Kurve kontinuierlich mit der Spannung an und gibt keinen Knick, wie das bei Gasen bekannt ist. Bei niedrigen Feldstärken wächst die Stromstärke in geringem Maß mit der Spannung bis zu gewissen Spannungen, bei denen die Kurve steiler umbiegt. Kurz vor der Entladung (am steilsten Teil der Charakteristik) beobachtet man einen selbsttätigen Stromanstieg ohne Spannungssteigerung; diese Erscheinung ist bei 2 Kugelkalotten schärfer ausgeprägt als bei Spitze gegen Platte. Um reproduzierbare Kurven zu bekommen, muß man durch das Öl längere Zeit Strom hindurchschicken. Bei konstanter Spannung fällt die Stromstärke mit der Zeit. Es wurde festgestellt, daß die Leitfähigkeit mit der Temperatur enorm ansteigt. Mit größer werdender Elektrodenentfernung fällt die Leitfähigkeit bei konstanter Spannung. Es wurden Polaritätserscheinungen beobachtet; sie sind bei niedrigeren Spannungen klein, wachsen mit steigender Spannung und werden kurz vor der Entladung am größten. Die Entladungspannungen zeigen dieselben Polaritätserscheinungen wie die $J = f(U)$-Kurven; sie sind bei verschiedenen Elektrodenmaterialien verschieden stark ausgeprägt. Nimmt man die Spitze als Kathode, so sind die Kurven nicht leicht reproduzierbar; die einzelnen Galvanometerausschläge sind unstabil und mit Schwankungen verknüpft. Die Spitze als Kathode ist empfindlicher und aktiver als die Spitze als Anode. Bei Spitze als Anode erreicht man die Reproduzierbarkeit der Kurven leichter. Diese Erscheinungen haben eine gewisse Analogie mit den positiven und negativen Koronaentladungen. Durch diese Analogie kann man vielleicht annehmen, daß bei negativer Spitze die positiven Jonen an der Oberfläche des Metalls eine elektronenauslösende Wirkung haben, während bei den negativen Jonen, die auf die positive Spitze zuwandern, dies nicht der Fall ist. Das Elektrodenmaterial hat einen Einfluß sowohl auf die $J = f(U)$-Kurven als auch auf die Durchschlagspannungen. Die Meßergebnisse deuten darauf hin, daß sowohl beim Entladungsvorgang als auch bei der Höhe der Stromstärke und bei den Polaritätserscheinungen nicht nur das zwischen den Elektroden befindliche Medium, sondern auch die Elektroden selbst beteiligt sind. Es wurden mechanische Strömungen der Flüssigkeit bei angelegter Spannung beobachtet, die mit der Spannung wachsen. Die Intensität dieser Strömungen ist bei höheren Temperaturen stärker als bei niedrigen. Es wurden Verzögerungswirkungen bei den Entladungserscheinungen beobachtet. Die Messungen sind sowohl bei Gleichstrom als auch bei Wechselstrom durchgeführt worden. (A. Nikuradse, Arch. El. Bd. 20, H. 4, S. 403.)

Hochspannungstechnik.

Überspannungen in Starkstromanlagen und ihre Bekämpfung. — Zur Bekämpfung von Überspannungen in Starkstromanlagen sind im Laufe der Jahre eine Reihe von Schutzapparaten entwickelt worden. Der Schutzwert aller bis jetzt vorhandenen Überspannungschutzvorrichtungen ist umstritten. Tatsächlich läßt sich auch eine einwandfreie Schutzwertbestimmung nicht durchführen, solange die Überspannungserscheinungen selbst noch wenig erforscht sind. Auf Grund der genauen Kenntnis der Wirkungsweise der Schutzvorrichtungen[1] läßt sich jedoch unter gewissen Voraussetzungen eine bedingte Schutzwertbestimmung durchführen.

Widerstandableiter (Hörnerableiter usw.) können durch Wanderwellenvorgänge hervorgerufene Spannungsüberhöhungen nur herabsetzen, wenn ihr Dämpfungswiderstand verhältnismäßig gering ist. Bei den heute üblichen Isolationsverhältnissen zwischen Freileitung und Station muß der Gesamtdämpfungswiderstand der Stationsableiter erheblich geringer sein als der Wellenwiderstand der Leitungen, wenn die Station mit Sicherheit vor Schäden durch Spannungsüberhöhungen bewahrt werden soll. Je höher die Isolationsicherheit der Freileitungen gegenüber der Station gewählt wird, desto stärker muß unter sonst gleichen Verhältnissen der Dämpfungswiderstand der Ableiter herabgesetzt werden. Bei sehr kleinen Dämpfungswiderständen ist jedoch anderseits die Gefahr vorhanden, daß beim Ansprechen des Ableiters schädliche Sprungwellen und Ausschwingvorgänge entstehen. Besitzen die Widerstandableiter hohe Dämpfungswiderstände, so können sie lediglich gegen Überspannungen schützen, die durch langsam verlaufende Vorgänge, z. B. durch aussetzende Erdschlüsse oder Resonanzerscheinungen in der Größenordnung der Betriebsfrequenz und ihrer Oberschwingungen hervorgerufen werden. Als Schutz gegenüber steilen Stirnen kommt der Widerstandableiter nur in so wenigen Ausnahmefällen in Frage, daß in dieser Beziehung von einem Schutzwert nicht mehr gesprochen werden kann.

[1] E. Flegler, Arch. El. Bd. 19, S. 527; ETZ 1928, S. 1307



Die Ventilableiter bekämpfen, besonders in der dem Blitzventil entsprechenden Wirkungsweise, mit Sicherheit auch noch verhältnismäßig starke Spannungsüberhöhungen, ohne die beim Widerstandableiter damit verbundenen Nachteile zu besitzen. Sie unterdrücken in gleicher Weise auch Überspannungen durch nieder- und hochfrequente Resonanzerscheinungen, wenn die Spannungsüberhöhungen sich in genügender Nähe der Einbaustelle des Schutzapparates ausbilden. Bezüglich der Bekämpfung steiler Stirnen gilt für die Ventilableiter das gleiche wie für die Widerstandableiter. Vorläufig sind die Ventilableiter wegen ihrer zu hohen Ansprechspannung nur ganz ausnahmsweise als Schutz zu verwenden.

Spulen und Kondensatoren schützen vor Spannungsüberhöhungen nur, wenn die Dauer der Überspannung nicht größer ist als die Zeitkonstante der Schutzanordnung. Gegenüber Resonanzerscheinungen bestehen bei ihnen zwei Schutzmöglichkeiten. Einmal kann die ihnen eigene Induktivität bzw. Kapazität eine in einer Anlage bestehende Resonanzlage so weit verstimmen, daß sich gefährliche Spannungsüberhöhungen nicht ausbilden können. Allerdings können sie anderseits auch die Anlage erst in eine Resonanzlage hineinbringen. Dies ist die bekannte Schattenseite dieser Schutzanordnungen. Wesentlich ungefährlicher ist in dieser Beziehung die zweite Anordnung, bei der der Spule bzw. dem Kondensator so viel Widerstand beigegeben wird, daß die durch die Energievernichtung im Widerstand bewirkte Dämpfung eine Ausbildung von Spannungsüberhöhungen verhindert. Die Nachteile dieser Anordnung liegen darin, daß der eingebaute Widerstand die Schutzmöglichkeiten gegenüber steilen Stirnen außerordentlich herabsetzt. Ein gleichzeitiger Schutz gegen Resonanzerscheinungen und steile Stirnen scheint deshalb mit diesen Schutzanordnungen nicht möglich. Welcher Schutz notwendiger ist, läßt sich zur Zeit nicht mit Sicherheit entscheiden. Im allgemeinen hält man die Stirnsteilheit für die größere Gefahrenquelle. Doch ist bis heute noch nicht nachgewiesen, ob und von welcher Steilheit ab Wellenstirnen für Spulen eine Gefahr bedeuten. Es läßt sich deshalb insbesondere auch über den Schutzwert von Anordnungen, die wie Bendmannspule und Glimmschutz eine verhältnismäßig sehr kleine Induktivität bzw. Kapazität besitzen, kein endgültiges Urteil fällen. Immerhin deutet der bei der Glimmwirkung in Erscheinung tretende Widerstand darauf hin, daß diese Apparate eher als Schutz gegenüber Resonanzerscheinungen als gegenüber steilen Stirnen in Frage kommen. (E. Flegler, Arch. El. Bd. 20, H. 3, S. 319.)

Verschiedenes.

Projekt einer französischen Ölschalter-Versuchsanstalt. — In seinem Vortrag[1] vor der Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin, und des österreichischen Verbandes der Elektrizitätswerke in Wien richtete Prof. A. Matthias einen Appell an alle an der Förderung der Elektrizitätswirtschaft interessierten Kreise, die noch fehlenden Mittel zur Schaffung der „Versuchsanstalt für Kurzschlußwirkungen" baldigst aufzubringen. Die Notwendigkeit einer derartigen Versuchs- und Forschungsstätte wird neuerdings besonders betont durch die in Frankreich bestehenden Bestrebungen in der gleichen Richtung. Nach der Rev. Gén. de l'El.[2] haben die Etablissements Merlin et Gerin zusammen mit dem Technischen Institut der Universität Grenoble ein Projekt zur Schaffung einer Versuchsanstalt für Forschungen und Versuche besonders an Ölschaltern ausgearbeitet und durch ein Rundschreiben die interessierten Konstruktionsfirmen zur Meinungsäußerung aufgefordert. In diesem Schreiben wird darauf hingewiesen, daß angesichts des beschränkten Kapitals der herstellenden Firmen eine Beihilfe des Staates bzw. die Errichtung und der Betrieb der gesamten Anlage durch ihn unerläßlich scheint. Eine mit öffentlichen Mitteln betriebene Anstalt werde auch die nötige Autorität und Unparteilichkeit verbürgen. Die Forschungen des zweckmäßig der Universität Grenoble anzugliedernden Institutes würden sicher die Wirtschaftslage zugunsten der französischen Konstruktionsfirmen beeinflussen. Das Rundschreiben gibt weiter vorläufige Vorschläge über die aufzustellenden Maschinen, die die Prüfung von Drehstrom-Ölschaltern mit einer Abschaltleistung von 600 000 kVA bei 12 ... 120 kV gestatten sollen.

In einer späteren Mitteilung[3] geben die Ateliers de Constructions électriques de Delle eine Beschreibung der von ihnen auf eigene Kosten bereits errichteten Versuchsanlage, die in Kürze in Betrieb kommen soll. Dieses Laboratorium besitzt einen Drehstromgenerator von 50 000 kVA, der bei der Prüfung eines Ölschalterpols in der bekannten Kunstschaltung die Abschaltleistung von 600 000 kVA zu verwirklichen gestattet. Der effektive Dauerkurzschlußstrom des Generators beträgt 25 000 A, der Anfangshöchstwert einschl. Gleichstromglied 65 000 A bei 9000 V.

Die vorstehend wiedergegebenen Mitteilungen zeigen, daß man in Frankreich die Vorteile, die eine derartige allgemeine Forschungsstätte der französischen Industrie gewähren würde, sehr wohl erkannt hat. Hoffen wir also, daß die noch fehlenden Mittel zur Errichtung der deutschen Versuchsanstalt für Kurzschlußwirkungen recht bald zusammenkommen. (Rev. Gén. de l'El. Bd. 23, Anhang Bull. R. G. E., S. 145 B u. 201 B.) *nkl.*

[1] ETZ 1928, S. 1120. Vgl. a. ETZ 1927, S. 1346.
[2] Rev. Gén. de l'El. Bd. 23, Anhang Bull. R. G. E., S. 145 B.
[3] Rev. Gén. de l'El. Bd. 23, Anhang Bull. R. G. E., S. 201 B.

Ausschuß für Kettenprüfung. — Der Umstand, daß ein nicht unbeträchtlicher Teil der Unfälle in industriellen Betrieben auf den Bruch von Last- und Förderketten zurückzuführen ist, legte schon seit langem die Aufstellung einheitlicher Richtlinien für die an die Ketten zu stellenden Anforderungen nahe. Um diesem Bedürfnis zu entsprechen, ist nunmehr ein Ausschuß für Kettenprüfung gebildet worden, zu dessen Gründung die Vertreter der Kettenhersteller und -verbraucher, der Behörden und Berufsgenossenschaften sowie des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik am 22. IX. d. J. im Ingenieurhaus Berlin zusammentraten. Von den Versammelten wurde einstimmig eine Entschließung angenommen, die Hersteller wie Verbraucher in gleicher Weise zu verpflichten, nur geprüfte Ketten für die Verwendung zuzulassen und ihre weitere ständige Überwachung im Betriebe zu ermöglichen.

Zur Bearbeitung von Einzelfragen wurde ein Arbeitsausschuß gebildet, dessen erste Sitzung am 12. X. d. J. in Iserlohn stattgefunden hat. Die Geschäftstelle des Ausschusses für Kettenprüfung befindet sich in Berlin NW 7, Ingenieurhaus. *of*

Jahresbericht 1927/1928 des Dampfkessel-Überwachungsvereins der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund. — Am 31. V. d. J. hielt der Dampfkessel-Überwachungsverein der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund seine diesjährige Jahresversammlung ab, in welcher beschlossen wurde, den Namen des Vereins in Zukunft abzuändern in: Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen. Nachdem Direktor Dipl.-Ing. Schulte eine kurze Beschreibung des neuen Verwaltungsgebäudes gegeben hatte, ging er auf die Tätigkeit des Vereins im letzten Berichtsjahre ein. An Hand einer Statistik zeigte er, daß auch heute noch der handgefeuerte Kessel gegenüber den mechanischen Rostfeuerungen und Staubfeuerungen überwiege. Infolge der folgerichtigen Anwendung des Unterwindes, dessen Regelung sowie der Ausgestaltung des Feuerraumes und des Zündgewölbes sei es gelungen, auf Wanderrosten auch die magersten Brennstoffe, wie Anthrazit und Koks, bei wesentlich erhöhter Leistung zu verfeuern. Auch mit einem Steinmüllerschen Verschubrost wurden Brechkoks und sehr minderwertige Schlammkohle ohne Zündgewölbe verbrannt. Die amerikanischen Stokerfeuerungen hätten sich immer noch nicht im Ruhrbezirk eingeführt, obgleich diese Roste vor anderen zweifellos gewisse Vorteile hätten. Bezüglich des Verhaltens der Schlacke wurde festgestellt, daß weniger der Schlackenschmelzpunkt für das Verhalten im Feuer maßgebend sei als vielmehr das Intervall „Erweichungsbeginn-Schmelzpunkt", das vom Flußmittelgehalt der Asche abhängig ist. Durch geeignete Kohlenmischungen, oft schon durch Zusatz geringer Mengen anders gearteter Kohlen gelang es, der Schwierigkeiten Herr zu werden. Die Zerstörung der Roststäbe werde durch Oxydation eingeleitet; durch den Angriff der teigigen Schlacke, welche die gebildeten Eisenoxyde löst, trete sie dann in ein gefährliches Stadium.

Die Zahl der Kohlenstaubfeuerungen habe wiederum zugenommen, es seien auch Versuche zu verzeichnen, die Kohlenstaubfeuerungen durch Vereinfachung der Feuerkammer für Flammrohrkessel geeigneter zu machen. Der Kohlenstaub wird z. B. mit der Erstluft im Wirbel eingeblasen, wobei der Vorbau fehlt. Zum Schutze der Kesselbleche und zur besseren Zündung wurde das Flammrohr auf ½ m Länge ausgemauert. Eine derartige Feuerung habe sich für Braunkohle bewährt. Von den Kohlenstaubmühlen eigne sich die Drahtwalzen-Ringmühle nach wie vor am besten. Der Unterteilung der Staubflamme und der Beiluftzuführung werde seitens der Herstellerfirmen noch nicht genügend Aufmerksamkeit ge-

schenkt. Insbesondere habe sich die Art und Menge der Beiluftzuführung und damit der Flammenführung als außerordentlich wichtig herausgestellt, da bei geschickter Anordnung die Flamme wesentlich verkürzt und damit der Brennraum verkleinert werden kann, während umgekehrt bei mangelhafter Ausführung sehr große Verluste durch unverbrannte Gase und Flugkoks auftreten. Luftvorwärmung werde bei allen neuen Kohlenstaubfeuerungen angewandt. Dadurch wird erreicht, daß die Verfeuerung auch von Magerkohlenstaub in gekühlten Feuerräumen keine Schwierigkeiten mehr bereite. Der Flugaschenauswurf sei eine unangenehme Begleiterscheinung der Kohlenstaubfeuerung, der sich bei den neueren Ausführungen mit Saugzug und kurzem Blechschornstein bemerkbar mache. Bei einer Anlage seien so schwere Belästigungen der Nachbarschaft aufgetreten, daß die Bergbehörde mit Stillegung der Anlage drohte. Durch Wasserberieselung gelang es aber, den Aschenauswurf fast ganz zu beseitigen; bei dem hohen Wasserverbrauch ist das Verfahren allerdings recht kostspielig. Aus diesem Grunde greift man auch ungern zu den bisher gut bewährten elektrischen Entstaubungsanlagen. Der Verein habe es unternommen, die für die Entstaubung der Rauchgase bei Kohlenstaubfeuerungen in Frage kommenden Verhältnisse zu klären und die wirtschaftlichsten und besten Verfahren ausfindig zu machen. Die Untersuchungen an Kohlenstaubfeuerungen hätten immer noch nicht zu einer Klärung der Vorgänge bei der Zündung und Verbrennung sowie der Abstrahlung der Kohlenstaubflamme geführt. Auf dem Gebiete der Aufbereitung des Staubes seien aber in nächster Zeit größere Erfolge zu erwarten. Da noch keine brauchbare Kohlenstaubmengen-Meßvorrichtung vorhanden ist, habe der Reichskohlenrat ein Preisausschreiben für ein derartiges Meßgerät erlassen; es sei zu erwarten, daß aus diesem Wettbewerbe einige brauchbare Apparate hervorgehen werden.

Der Übergang zu hohen Dampfspannungen vollziehe sich immer noch sehr zögernd. Als wirtschaftlicher Dampfdruck könne für Bergwerke vorläufig 28 atü angesehen werden. Für Turbinen unter 10 000 kW kämen Drücke über 40 atü überhaupt nicht in Frage, weil die Berechnung zu so kleinen Schaufeln der ersten Stufe führe, daß sie praktisch nicht mehr mit ausreichender Genauigkeit auszuführen wären. Luftvorwärmer hätten sich, außer für Kohlenstaubfeuerungen, bisher noch wenig eingeführt. Eine Kesselsteinverhütungsanlage nach dem Gerbstoffverfahren erscheine für kleinere Anlagen brauchbar und empfehlenswert, um die Reinigungszeit abzukürzen.

An einem Kabel unter Tage hatten sich Salze in erheblichem Maße ausgeschieden unter gleichzeitiger Zerstörung des äußeren Eisendrahtschutzmantels. Die Untersuchung ergab, daß die Ausscheidungen im wesentlichen aus Kochsalz und Kohlenstaub bestanden, also aus neutralen Stoffen, die das Eisen im allgemeinen nicht angreifen. Die Zerstörung des Eisenmantels scheint also durch die im Tropfwasser gelösten Gase herbeigeführt zu sein. Es empfehle sich daher, den Mantel mit einem Schutzanstrich von „Funit" (Fischer & Nickel, Stettin) oder „Eonit" (Joh. Jeserich A.G., Charlottenburg) zu versehen.

Es wird dann ein Überblick über die Entwicklung der elektrotechnischen Abteilung gegeben, die am 1. I. 1928 auf eine 25jährige Tätigkeit zurückblicken konnte. Aus der elektrotechnischen Unfallstatistik sei erwähnt, daß von 37 durch elektrischen Strom verursachten Unfällen 22 auf eigenes Verschulden zurückzuführen waren. *Ka.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Ausstellungen, deren Beschickung der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie ablehnt bzw. nicht empfiehlt. — Die Ausstellungs- und Messekommission des ZV hat für die messereverspflichtigen Firmen eine Beteiligung an folgenden für 1929 geplanten Ausstellungen abgelehnt: Große landwirtschaftliche Ausstellung in Hamburg; Große ruhrländische Gartenbauausstellung „Gruga", Essen; Wanderausstellung „Technik im Heim" des VDI[1] und Wanderausstellung „Die Ernährung" des Deutschen Hygiene-Museums, Dresden. Den Firmen wurde ferner empfohlen, sich nicht zu beteiligen an der Ausstellung „Elektrisches Messen", Neuzeitliche elektrische Meßgeräte und ihr Werdegang, Wien 1928[2], und an der Internationalen Ausstellung für Kolonien, Seewesen und flämische Kunst, Antwerpen 1930.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1342.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 1197.

Gewerblicher Rechtsschutz auf den internationalen Ausstellungen in Sevilla und Barcelona 1929. — Wie das Deutsche Ausstellungs- und Messe-Amt in seinem Mitteilungsblatt vom 10. IX. berichtet, wird nach Ar. 146 des spanischen Gesetzes für gewerbliches Eigentum für eine Erfindung, ein Warenzeichen, eine Zeichnung oder ein Modell, das auf den Ausstellungen in Sevilla und Barcelona 1929 gezeigt werden soll, ein zeitweiliger Schutz gewährt. Wer dessen Rechte genießen will, muß dem Sekretariat des betreffenden Ausstellungskommissariats ein Gesuch einreichen, das eine kurze Beschreibung des zu schützenden Gegenstandes, das Datum seiner Zulassung zur Ausstellung sowie den Namen und Wohnort des Gesuchstellers enthält. Dem Gesuch sind außer einem unterzeichneten Inhaltsverzeichnis der Unterlagen beizugeben: bei einer Erfindung eine kurz gefaßte Erklärung in vierfacher Ausfertigung, die Angabe ihres Hauptmerkmals und die notwendigen Pläne oder Zeichnungen (keine Photographien), bei einem Industriemodell oder einer Zeichnung eine kurz gefaßte Beschreibung in vierfacher Ausfertigung, bei einem Warenzeichen 5 Abdrücke davon mit den notwendigen Erklärungen über besondere Eigenart des Zeichens, seine Benennung usw. Jedes Gesuch darf sich nur auf eine einzige Erfindung, Modell, Zeichnung bzw. Warenzeichen beziehen. Der zeitweilige Schutz rechnet vom Tage der Zulassung ab, und die Aussteller, die ihn beantragt haben, müssen das in ihren Ausstellungständen für die betreffenden Gegenstände durch die Aufschrift „Gesetzlich geschützt" bekannt machen. Der zeitweilige Schutz garantiert den Interessenten das Prioritätsrecht für den Gegenstand, auf den sich das Gesuch bezieht, und erstreckt sich auf 9 Monate, vom Zulassungsdatum des betreffenden Gegenstandes an gerechnet, ohne den durch das internationale Übereinkommen festgesetzten Prioritätschutz zu beeinträchtigen.

Frühjahrsmesse Wien 1929. — Die 16. Internationale Frühjahrsmesse findet in Wien vom 10. bis 17. III statt.

Energiewirtschaft.

Nutzen der Statistik öffentlicher Elektrizitätswerke für die Beurteilung von Marktverhältnissen. — S. J. Nightingale und A. L. Bennie behandeln die Aufgabe, für einen Zeitraum von etwa 18 Monaten den Exportmarkt für elektrische Maschinen in einem gewissen Absatzgebiet zu ermitteln. Die Verwendungsmöglichkeit der Kraftwerkstatistiken für solche Betrachtungen beruht darauf, daß naturgemäß der Markt und die Absatzmöglichkeit für elektrische Maschinen durch die fortschreitende Elektrisierung des Gebietes beeinflußt wird. Eine Kraftwerkstatistik läßt den Grad der Elektrisierung sowohl auf der Abnehmerseite als auch auf der Erzeugerseite erkennen; man vermag festzustellen, wie die Anschlußleistung der Energie aufnehmenden Motoren von Jahr zu Jahr ist, und weiß dann auch, wieviel Generatorenleistung der Zunahme der Verbraucher entsprechend unter Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors im Kraftwerk bereitgestellt werden muß. Der Gleichzeitigkeitsfaktor bietet weiter die Möglichkeit, auf die Leistung der zwischen Erzeuger und Verbraucher liegenden Transformatoren Schlüsse zu ziehen. Da es sich in diesem Fall nur um Großmaschinen handelt, werden die Untersuchungen verhältnismäßig einfach, weil sie lediglich die durch die Großverbraucher, die Industrie, verursachte Entwicklung zu berücksichtigen brauchen. Dabei ist es auch leicht, eine untere und obere Grenze für den Markt zu bestimmen. Man braucht sich nur zu vergegenwärtigen, daß zentralisierte Kraftversorgung durch den wechselseitigen Belastungsausgleich (Gleichzeitigkeitsfaktor) gegenüber der Einzelversorgung eine Ersparnis an installierter Generatorenleistung zur Folge hat. So findet man die untere Grenze, den Minimalmarkt, wenn man annimmt, daß die Industrie zentral von einem Elektrizitätswerk versorgt wird. Das andere Extrem, die Versorgung der Industrie aus eigenen Einzelkraftwerken, liefert dann die zusätzlichen Absatzmöglichkeiten, bzw. die obere Grenze, den Maximalmarkt.

Die allgemeine Entwicklungstendenz der Elektrisierung wird in Abb. 13 für einen Zeitraum von 12 Jahren dargestellt; die Kurve zeigt eine stetige Entwicklung, die bei gleichem Fortschreiten durch Extrapolieren nach Punkt *A* führt. Punkt *B* wäre eine vorsichtigere Kalkulation unter der Annahme einer gleichen Entwicklung wie sie dem Durchschnitt 1916/1923 entspricht. Da es sich um ein überwiegendes Industriegebiet handelt, erleichtert eine Betrachtung der Entwicklung des indu-

striellen Kraftbedarfs die Entscheidung für Punkt *A* oder *B*. In Abb. 14 ist der gesamte Kraftbedarf und darunter der Bedarf an elektrischer Leistung dargestellt, und man kann feststellen, daß ein stets größerer Teil des Bedarfs durch elektrische Energie gedeckt wird. Während der Grad der Elektrisierung 1915 20 % betrug, erhöhte er sich 1920 auf 27, 1924 und 1926 auf 35 %. Deutet auch die Tendenz der Kurve auf eine Elektrisierung von 42 % im Jahre 1927 hin, so läßt die Tatsache gleichen Grades (35 %) 1924 und 1926 doch einen gewissen Stillstand erkennen. Dies rechtfertigt die Annahme einer mittleren Entwicklung der Kraftwerke zwischen *A* und *B* in Abb. 13, d. h. also einer Zunahme für 1927 von rd. 100 000 PS. Jeder Pferdestärke entspricht in dem Gebiet die doppelte Transformatorenleistung und im Mittel die 1,3fache Motorenleistung. Der Markt wird sonach durch folgende Zahlen gekennzeichnet: Erzeugeranlagen (Primärmaschinen) 100 000 PS, Transformatoren 200 000 PS, Motoren 130 000 PS. Von diesen grundlegenden Leistungszahlen ist es ein leichtes, auf den Geldwert zu schließen, da erfahrungsgemäß der Wert, bezogen auf die Leistungseinheit der drei Maschinengruppen, bekannt ist. Diese Betrachtungen führen zunächst zum Bild des Minimalmarktes, denn es wurde ja eine zentrale Kraftversorgung angenommen.

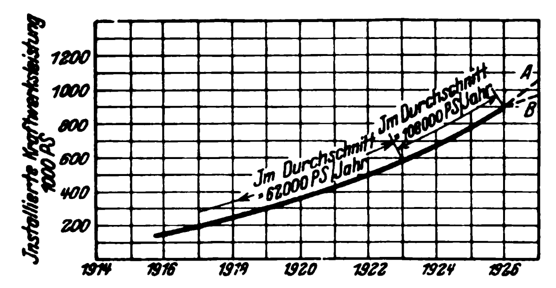


Abb. 13. Die Zunahme der installierten Kraftwerksleistung in den Jahren 1914/26.

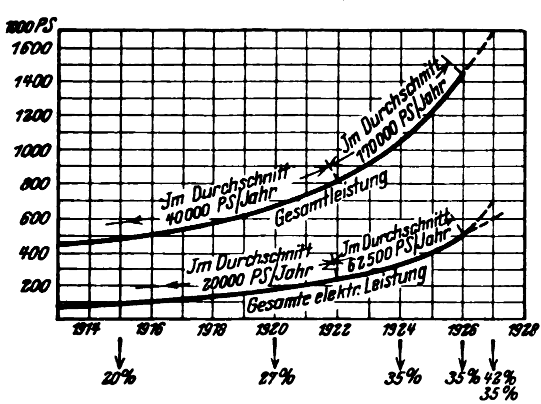


Abb. 14. Gesamter Kraftbedarf der Industrie und ihr Bedarf an elektrischer Leistung (Grad der Elektrisierung in %).

Abb. 14 bildet nun weiter den Ausgangspunkt für die Feststellung des oberen Grenzwertes. Unter Berücksichtigung der Entwicklung seit 1924 entschließen sich die Verfasser vorsichtig dazu, das Zunehmen der Elektrisierung zwischen dem Höchstwert von 42 % — Extrapolierung der Kurve in Richtung der bisherigen Tendenz — und 35 % wie in der Zeit von 1924/1926 anzunehmen. So gelangen sie zu einer Zunahme der Erzeugeranlagen von 115 000 PS. Bei den Eigenanlagen und der Stromerzeugung an der Verbrauchsstelle entfallen die Absatzmöglichkeiten für Transformatoren; für Motoren dagegen ergeben sich Absatzmöglichkeiten für 1,3 · 115 000 PS = rd. 150 000 PS, und es kann genau wie vorher auch der Wert der Maschinen für diese Leistungen geschätzt werden.

Ist so die Aufnahmefähigkeit des Marktes überschlagen, dann ist von besonderem Interesse die Feststellung, mit welchem Anteil das Unternehmen rechnen kann. Darüber geben weiter die Exportstatistiken Auskunft, die erkennen lassen, welche Länder an der Einfuhr in ein Importgebiet beteiligt sind und in welcher Höhe, so daß das einzelne Unternehmen, das seine prozentuale Beteiligung am Export kennt, ohne weiteres in der Lage ist, zu berechnen, mit welchem Betrage es an dem Export seines Heimatlandes teilnimmt.

Die Untersuchungen und Feststellungen der Verfasser sind lehrreich für die Kraftwerksunternehmungen, weil sie zeigen, daß ihre Statistiken, vorausgesetzt, daß sie umfassend und sorgfältig detailliert geführt werden, weit über den Rahmen des eigentlichen Arbeitsgebietes der Elektrizitätswerke hinaus, von bedeutendem Wert sein können. Vor den Statistiken amtlicher Stellen haben sie den großen Vorteil, schnell aktuelles Material zu bringen, während die amtlichen Angaben daran kranken, zur Zeit ihrer Veröffentlichung bereits veraltet, daher im Wert stark herabgemindert zu sein. Weiter verdient betont zu werden, daß das Material der Kraftwerke von sachkundigen Bearbeitern aufbereitet wird und deshalb die größte Zuverlässigkeit bietet. Bei richtiger Auswertung dieses statistischen Materials steht den Auslandsvertretern der Firmen ein gutes Zahlenmaterial über die Marktaussichten zur Verfügung; die ergänzenden Unterlagen darüber, welche Qualitätsanforderungen der Markt stellt, müssen natürlich am Platz gewonnen werden. (The Electrician Bd. 99, 1927, S. 400.)

Dipl.-Ing. Rückwardt.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Der Aufsichtsrat der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen G. m. b. H., Dortmund, hat der Fusion mit dem Elektrizitätsverband Büren-Brilon[2] zugestimmt und gleichzeitig die weitere Verschmelzung mit dem Kommunalen Überlandwerk Wittgenstein in Berleburg und dem Elektrizitätswerk Niedermarsberg G. m. b. H. (Kreis Brilon) genehmigt. Durch die Verschmelzung mit den Elektrizitätswerken der Kreise Meschede, Büren, Brilon und Wittgenstein hat das Versorgungsgebiet der VEW eine Ausdehnung um etwa 2820 km² auf insgesamt rd. 13 400 km² mit rd. 3 Mill. Einwohnern erfahren. Es erstreckt sich nunmehr über 36 Stadt- und Landkreise, umfaßt den weitaus größten Teil der Provinz Westfalen unter Einschluß des Kreises Lingen in der Provinz Hannover und reicht im Westen von der holländischen Grenze und der Grenze der Rheinprovinz bis an die Grenzen des Landes Waldeck und der Provinz Hessen-Nassau im Osten.

Wie der Vorstand der Rheinischen Elektrizitäts-A. G., Mannheim, über das Geschäftsjahr 1927 bemerkt, zeigte dieses eine gesunde Fortentwicklung des Unternehmens. Der Stromverkauf ist sowohl bei den industriellen wie bei den privaten Verbrauchern gestiegen und nimmt je Kopf der Bevölkerung ständig zu. Die unter dem Kennwort „Berga" in den Handel gebrachten Erzeugnisse einer in Rastatt eingerichteten Fabrik transportabler Akkumulatoren haben rasch wachsenden Absatz gefunden. Die Beschäftigung der Bauabteilungen war gut. Der Gewinn aus Beteiligungen, Unternehmungen und Bauausführungen betrug 3 339 667 RM (3 282 259 i. V.) und der Reingewinn mit Vortrag 1 403 610 RM (1 379 614 i. V.). Hieraus hat die Gesellschaft auf unverändert 12,5 Mill. RM Stammaktienkapital wieder 9 % Dividende verteilt.

Der Geschäftsbericht der Elektrizitätswerk Rheinhessen A. G., Worms a. Rh., stellt für 1927 eine erhebliche Steigerung des Stromabsatzes fest, wenn auch in einzelnen Zweigen des Geschäfts Rückschläge eingetreten seien. Für die aus Gründen der Rationalisierung vorgenommene Stillegung zweier Großabnehmer hat die Gesellschaft, deren Anschlußwert am Jahresende 42 326 kW ausmachte (39 604 i. V.) durch den Lieferungsvertrag mit einem wiedereröffneten elektrotechnischen Großbetrieb in Lampertheim Ersatz gefunden, dessen bedeutender Strombedarf neben anderen Erwägungen zur Verbindung mit einem zweiten Kraftwerk auf der rechten Rheinseite Veranlassung gab. Das Großkraftwerk Mannheim hat infolgedessen der Berichterstatterin seine Maschinenleistung (65 000 kW) und die bei Freudenheim anfallende Wasserkraft (bis 6000 kW) zur Verfügung gestellt. Durch ein 20 kV-Kabel Freudenheim—Lampertheim ist die Gesellschaft nun indirekt auch mit den Hochspannungstraßen des RWE und des Badenwerks verbunden. Die Belieferung der seit 1926 dem RWE-Konzern angehörenden Rhein-Nahe-Kraftversorgung A. G., Kreuznach, die im Berichtsjahr 3,3 Mill. kWh betrug, hat mit diesem ihr Ende erreicht. Infolge intensiver Werbearbeit, vor allem für das elektrische Kochen, sind Nachfrage und Anschlußbewegung beträchtlich gewachsen, und auch die Heißwasserspeicher genießen jetzt das Vertrauen der Hausfrauen. Die Wirkung des seit 1926 wahlweise eingeführten Haushaltungstarifs macht sich durch zunehmenden Stromverbrauch erfreulich bemerkbar. Die in Worms und Osthofen selbsterzeugte Arbeitsmenge betrug 31,77 Mill. kWh (24,3 i. V.) und mit 4,14 Mill. kWh (1,7 i. V.) Bezug rd. 36 Mill. kWh

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1588.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 1379.



(26 i. V.), der Betriebsüberschuß aus Strom- und Gasverkauf nebst Zinsen 1 681 596 RM (1 399 114 i. V.), der Reingewinn mit Vortrag 630 290 RM (535 196 i. V.) und die Dividende 7 % auf unverändert 8 Mill. RM Aktienkapital (6 % i. V.).

Die nutzbare Stromabgabe der Thüringischen Landeselektrizitätsversorgungs-A. G. „Thüringenwerk", Weimar, hat sich 1927 von 32,469 auf 50,752 Mill. kWh, also um 56 %, erhöht. Der Stromlieferungsvertrag zwischen der A. G. Sächsische Werke und der Kraftwerk Sachsen-Thüringen A. G., Auma, ist auf die Berichterstatterin übergegangen, die ferner mit der Bayerischen Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft A. G. gegenseitige Unterstützung vereinbarte. Der ständige Parallelbetrieb zwischen Böhlen und Erfurt wurde aufgenommen; ein großer Teil der Abnehmerwerke ließ ihre eigenen Anlagen während der Herbst- und Winterszeit über das 50 kV-Netz im Parallelbetrieb mit den genannten Zentralen mitarbeiten, um die Hauptwinterspitzen selbst abzufahren. Mit der Saale-Elektrizitätswerk G. m. b. H., Saalfeld, und den Jenaer Elektrizitätswerken A. G. konnte die Gesellschaft Stromlieferungsverträge abschließen, letzteren zunächst für eine Aushilfslieferung, die ab 1931 in einen Dauerbezug übergeht. Die Einnahmen aus Stromabgabe, Zinsen usw. betrugen 2 255 810 RM (1 685 182 i. V.) und der Überschuß 43 650 RM (185 015 i. V.). Von der Verteilung einer Dividende auf 8 Mill. RM Aktienkapital hat das Unternehmen wegen hoher Steuerbelastung diesmal abgesehen (3 % i. V.).

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Abhängigkeit österreichischer Warenzeichen vom Heimatszeichen. — Das österreichische Bundesministerium für Handel und Verkehr hat durch einen Erlaß vom 3. VIII. 1928 die Frage des Nachweises des Heimatschutzes bei österreichischen Warenzeichen ausländischer Zeichenbesitzer wie folgt geregelt: Ist der Nachweis des Heimatschutzes schon bei der ursprünglichen Registrierung in Österreich oder bei allen vor dem 1. VI. 1928 durchgeführten Erneuerungen erbracht worden, so ist eine weitere Vorlegung des Nachweises nicht erforderlich. Es genügt, diesen bei der nächsten Erneuerung einzureichen. Ist dagegen der Nachweis bei der früheren Registrierung und auch bei einer späteren Erneuerung, nicht aber bei der letzten Erneuerung vorgelegt worden, so muß dies bis zum 31. XII. 1930 nachgeholt werden. Diese Frist ist nicht verlängerbar und ihre Versäumnis hat das Erlöschen des Markenrechts mit dem Ablauf der Übergangsfrist zur Folge. Demnach ist also der Nachweis des Heimatschutzes für alle österreichischen Warenzeichen ausländischer Zeicheninhaber bis zum 31. XII. 1930 zu erbringen, für die er entweder bei der ursprünglichen Registrierung oder bei der letzten Erneuerung vor dem 1. VI. 1928 nicht beigebracht worden ist.

Patente und Gebrauchsmuster in Japan. — Japan ist bekanntlich bis vor ganz kurzer Zeit das einzige Land gewesen, das nach dem Vorbilde Deutschlands neben dem Patent auch noch ein Gebrauchsmuster kannte. Da aber die Vorbedingungen für Patente und Gebrauchsmuster in Japan von den deutschen abweichen, so sei dieses Verhältnis nach dem derzeitigen Stande dargelegt.

In der Patentanmeldung ist eigentlich nur ein Anspruch, der als Hauptanspruch anzusehen ist, zulässig, der das wesentliche der Erfindung enthält. Die Art der Anwendung der Erfindung kann dann in einem oder mehreren Zusatzansprüchen unter Schutz gestellt werden. Die Erteilung oder Zurückweisung der Anmeldung hängt lediglich von dem Hauptanspruch ab, so daß, selbst wenn die Zusatzansprüche eine patentfähige Neuheit enthalten, die ganze Anmeldung zurückgewiesen wird, wenn der Hauptanspruch nicht patentfähig ist. Die Prüfung ist in Japan recht scharf, da einfache Verbesserungen oder Veränderungen früherer Patente nicht für patentschutzfähig gehalten werden. Diese sollen vielmehr durch Gebrauchsmuster geschützt werden.

Die Gebrauchsmusteranmeldungen werden in entsprechender Art wie die Patentanmeldungen geprüft. Jedoch darf ein Gebrauchsmuster sich nur auf eine einzige Ausbildungsform bzw. Konstruktion eines Gegenstandes beziehen, nicht auf ein Arbeitsverfahren oder eine Methode. Die Dauer des Gebrauchsmusters beträgt 10 Jahre vom Tage der Eintragung, die des Patentes aber 15 Jahre vom Tage der Veröffentlichung an.

Während bisher seit dem Inkrafttreten des japanischen Patentgesetzes von 1885 nur rd. 75 000 Patente erteilt worden sind, gelangten seit dem Inkrafttreten des Gebrauchsmusterschutzes im Jahre 1905 bereits 106 000 Gebrauchsmuster zur Eintragung.

Warenzeichen in China. — Die neue Regierung Chinas hat die in Peking erfolgten Eintragungen und Anmeldungen nicht anerkannt. Sie verlangt vielmehr eine erneute Eintragung in einem in der neuen Hauptstadt Nanking errichteten Eintragungsbureau. Über die Einzelheiten sind neue Bestimmungen erlassen worden, aus denen in erster Linie die Erhöhung der bisherigen Gebühren um 30 % erwähnenswert ist. Für neue Anmeldungen ist außer der Vollmacht und einem Nachweis der Staatsangehörigkeit ein Druckstock mit einer Anzahl von Abzügen einzureichen. Zeichen, die bereits in Peking angemeldet waren, werden, soweit sie nicht vor dem 1. V. 1928 eingetragen sind, wie neue Zeichen behandelt. Soweit sie vor dem genannten Tage eingetragen waren, müssen Vollmacht, Abzüge und die vom damaligen Markenamt ausgestellte Eintragungsurkunde eingereicht werden.

Patentanwalt H. Herzfeld I, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle. Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur Fachsitzung für Installationstechnik (EVI) am Dienstag, dem 6. November 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B., Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

I. Vortrag des Herrn Oberingenieurs Grünwald: „Selbstschalter kleinerer Art".

Inhaltsangabe:

Es wird eine Beschreibung der Aufbau- und Arbeitsweise der Automaten gegeben und insbesondere die Frage des Leitungschutzes durch diese Automaten behandelt; auch die Frage des Apparateschutzes wird gestreift werden.

II. Vortrag des Herrn Dr. Cohn: „Selbstschalter für größere Stromstärken."

Inhaltsangabe:

Allgemeines über Schalter zum Schutze gegen anomale Betriebszustände: Unterspannungschalter, Unterstromschalter, Rückstromschalter, Überstromschalter. Anpassung an die Verhältnisse der Stromverbraucher, insbesondere der Motoren.

Motorschutzschalter mit thermischer und magnetischer Auslösung, Überstromschalter für größere und größte Stromstärken, Schaltleistung und ihre Berücksichtigung bei der Projektierung von Niederspannungsanlagen.

„Fest der Technik".

Die nachstehenden technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin veranstalten nach dem guten Erfolge des vorigen Jahres abermals, und zwar

am Dienstag, dem 13. November 1928, 8¼ Uhr abends, in sämtlichen Räumen des Zoologischen Gartens zu Berlin

das

„Fest der Technik"

und laden hierdurch zur Teilnahme ein.

Das Fest hat den Charakter eines repräsentativen Balles; bestimmungsgemäß wird sein Überschuß den Vereinen für Unterstützungen zugeführt.

Anzug: Herren — Frack; Damen — Gesellschaftskleid.

Musik: Kapelle Kermbach.

Reichhaltige Tombola.



Eintrittskarten zu 10 RM, auch für eingeführte Gäste, werden auf den Namen ausgestellt und können **nur vor dem Fest** durch die Geschäftsstellen der veranstaltenden Vereine bezogen werden.

Architekten- und Ingenieur-Verein zu Berlin. — Automobil- und Flugtechnische Gesellschaft. — Technisch-wissenschaftliche Vereinigung E. V. — Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure. — Bezirksverein Groß-Berlin und Mark des Vereins deutscher Chemiker. — Bund deutscher Architekten, Landesbezirk Brandenburg. — Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen. — Deutsche Gesellschaft für Metallkunde. — Deutsche Gesellschaft für technische Physik E. V. — Deutsche Keramische Gesellschaft E. V. — Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft. — Deutscher Kälte-Verein. — Elektrotechnischer Verein E. V. — Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute E.V. — Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens. — Märkischer Verein von Gas- und Wasserfachmännern. — Reichsbund Deutscher Technik E. V. — Schiffbautechnische Gesellschaft. — Verband der Centralheizungs-Industrie E. V. — Verband Deutscher Patentanwälte. — Verein deutscher Eisengießereien, Gießereiverband. — Verein deutscher Gießereifachleute. — Verein deutscher Heizungs-Ingenieure, Bezirk Berlin, E. V. — Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt E. V.

1. Da jedem der veranstaltenden Vereine nur eine **beschränkte** Anzahl von Eintrittskarten zugeteilt wird, empfiehlt es sich, die Karten bei der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II) **umgehend** zu besorgen.

2. Die Eintrittskarten werden **gegen Barzahlung oder Einsendung des Betrages auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein, Berlin Nr. 13 302**, ausgehändigt.

3. **Gastkarten** werden nur bei Vermittelung von Mitgliedern des Elektrotechnischen Vereins ausgegeben.

4. **Schluß des Kartenverkaufs am 3. November.**

5. **Für sämtliche Säle des Zoologischen Gartens werden Platzkarten** ausgegeben. Blocks (für jeden Tisch einen besonderen) mit der entsprechenden Anzahl der Plätze (Tische zu 10 und Tische zu 6 Personen) werden mit den Teilnehmerkarten ausgehändigt werden. Den einzelnen Vereinen wird je nach der Zahl der bestellten Eintrittskarten die entsprechende Anzahl Platzkarten übergeben. Jeder Verein wird dann die Platzkarten an seine Besteller verteilen.

Preisausschreiben!

Unter Bezugnahme auf die Bekanntmachung „Preisausschreiben" in Nr. 19 der ETZ (S. 733) vom 10. V. 1928 wird folgendes mitgeteilt:

Das Kuratorium der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung, Berlin, dem auch ein Vertreter des Elektrotechnischen Vereins angehört, hatte eine Preisaufgabe „Zur Bekämpfung des Straßenlärms" gestellt. Der Preis, der für diese Aufgabe ausgesetzt worden ist, hat durch Beiträge des Vereines deutscher Ingenieure sowie der Zeitschrift „Die Polizei" und ferner aus Mitteln der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung eine Erhöhung erfahren, so daß jetzt zusammen 2500 M zur Verfügung stehen.

Auf Grund eingegangener Zuschriften hat sich herausgestellt, daß die Einreichungsfrist bis zum 1. XII. 1928 angesichts der Schwierigkeit des Stoffes zu kurz ist. Daher hat das Preisgericht im Einvernehmen mit dem Kuratorium der Stiftung beschlossen, die Einreichungsfrist bis zum 1. IV. 1929 zu verlängern.

Weiter lassen die bisher eingegangenen Bewerbungen erkennen, daß die Absicht des Preisausschreibens nicht allseitig verstanden zu sein scheint. Deshalb werden nachstehend die genauen Anforderungen, die an die Bewerbungsarbeiten zu stellen sind, mitgeteilt.

Die Bewerbungen sollen sich als umfassende Darstellungen des Problems der Straßenlärmbekämpfung kennzeichnen und vor allem kritisch zu den bisher in Deutschland und, wenn möglich, auch zu den im Ausland zur Lösung des Problems getroffenen Maßnahmen Stellung nehmen. Anschließend an diese Kritik sollen dann die neuen Vorschläge der einzelnen Bewerber behandelt werden. Neben der kritischen Bewertung der einzelnen Maßnahmen, die auf gesetzlichem, verwaltungstechnischem und rein technischem Gebiete liegen können, sind auch die rein wissenschaftlichen Beiträge zur Frage in Betracht zu ziehen und für die Preisaufgabe auszuwerten. Selbstverständlich gehört zu einer wirkungsvollen kritischen Bearbeitung auch die genaue Anführung der gesetzlichen Vorschriften, Gerichtsurteile, technisch-wissenschaftlichen Aufsätze usw. nach Verfasser, Titel, Ort, Jahreszahl.

Sollten sich Bewerber finden, die die Frage auch von der medizinischen Seite (z. B. Gehörschädigung durch den Verkehrslärm) behandeln, so wird auch eine solche Bearbeitung als mit zur Lösung gehörig betrachtet werden.

Einfache Mitteilungen einzelner Erfindungen, die nur Teillösungen betreffen und ein allgemeines Eingehen auf die Sache vermissen lassen, können bei der Preisbewertung nicht berücksichtigt werden.

Jahresbeitrag der inländischen Mitglieder für 1929.

Der Mitgliedsbeitrag für das Jahr 1929 beträgt:

I.	für **persönliche inländische** Mitglieder	30 RM
	für Jungmitglieder	15 „
II.	für **korporative inländische** Mitglieder:	
	1. Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw.	36 „
	2. Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigen:	
	a) bis 50 Angestellte und Arbeiter	50 „
	b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter	75 „
	c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter	120 „
	d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter	150 „
	e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter	300 „
	f) von 1001 bis 2500 Angestellte und Arbeiter	450 „
	g) von 2501 bis 5000 Angestellte und Arbeiter	600 „
	h) von 5001 bis 10 000 Angestellte und Arbeiter	900 „
	i) von 10 001 bis 20 000 Angestellte und Arbeiter	1500 „
	k) über 20 000 Angestellte und Arbeiter	2400 „

Die Beiträge werden bis **spätestens 15. November 1928** auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein, Berlin Nr. 13 302 erbeten, da sonst die ordnungsmäßige Zustellung der ETZ über den 1. Januar 1929 hinaus nicht gewährleistet werden kann.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Zuschriften mit dem Bemerk „Betrifft AEF" sind zu richten an die Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin W 35, Potsdamer Straße 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst 9697.

Der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen veröffentlicht nach satzungsgemäßer Beratung in seiner Sitzung am 13. Februar 1926 nachstehend die erweiterte Liste der mathematischen Zeichen (vgl. ETZ 1923, S. 115). In ihr sind die schon früher festgestellten und die neu hinzugekommenen mathematischen Zeichen vereinigt.

Berlin, Oktober 1928. Strecker.

Erläuterungen.

Von R. Rothe.

Zu den einzelnen Zeichen sei das Folgende bemerkt:

Als Zeichen für „bis" war ursprünglich das Zeichen $\div$ vorgeschlagen worden. Es wurde wieder verlassen, weil



Mathematische Zeichen.

Zeichen	Schreib- und Sprechweise	Erläuterung
1. 1)	erstens	
( )		Benummerung von Formeln
%, vH	Hundertstel, vom Hundert, Prozent	Die Zeichen vH und vT ohne Punkte
‰, vT	Tausendstel, vom Tausend, Promille	
/	in 1, für 1, auf 1, pro	
...	bis	Drei Punkte auf der Zeile. Z. B. 12 ... 25 bedeutet 12 bis 25. Die Grenzen gelten als eingeschlossen; soll die obere oder untere Grenze ausgeschlossen sein, so ist dies besonders anzugeben
	usw. unbegrenzt	wenn rechts von ... die Zahl fehlt. Beispiel: $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \ldots = 1$
( ) [ ] { }	Klammer	
, ·	Komma; Punkt	Dezimalzeichen; Komma unten oder Punkt oben. Zur Gruppenabteilung bei größeren Zahlen sind weder Komma noch Punkt, sondern Zwischenräume zu verwenden
+	plus, mehr, und	
−	minus, weniger	
· ×	mal, multipliziert mit	Der Punkt steht auf halber Zeilenhöhe. Das Multiplikationszeichen darf weggelassen werden
: / —	geteilt durch	In Formeln ist im allgemeinen für die Division der wagerechte Strich zu benutzen; die Zeichen : und / nur zur Raumersparnis
=	gleich	
≡	identisch gleich	
≠	nicht gleich, ungleich	
≢	nicht identisch gleich	
≈	angenähert, nahezu gleich (rund, etwa)	
<	kleiner als	
>	größer als	
≪	klein gegen	von anderer Größenordnung
≫	groß gegen	
∞	unendlich	
$\sqrt{}$ $\sqrt{}$ $\sqrt{}$	Wurzel aus	Das Zeichen erhält einen oben angesetzten wagerechten Strich, an dessen Ende noch ein kurzer senkrechter Strich angesetzt werden kann
| |	Determinante	
| |	Betrag von	Absoluter Wert oder Betrag einer reellen oder komplexen Größe
!	Fakultät	$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots n$
Δ	Delta (groß Delta)	endliche Änderung
d		vollständiges Differential (vgl. Erläuterungen)
∂		partielles Differential
δ	Delta (klein Delta)	Variation, virtuelle Änderung
đ		Diminutiv (vgl. Erläuterungen)
Σ	Summe	Grenzbezeichnungen sind unter und über das Zeichen Σ zu setzen. Die Summationsveränderliche wird unter das Zeichen Σ gesetzt: $\sum_{\lambda=1}^{n}$ oder $\sum_{\lambda}$
∫	Integral	
$\int f(x)\,dx$	Integral $f(x)\,dx$	Unbestimmtes Integral
$\int_a^b f(x)\,dx$	Integral $f(x)\,dx$ von a bis b	Bestimmtes Integral; a und b sind die Grenzen. Wo es der Deutlichkeit wegen nützlich erscheint, schreibt man auch: $\int_{x=a}^{b} f(x)\,dx$

Zeichen	Schreib- und Sprechweise	Erläuterung
$\parallel$	parallel	
#	gleich und parallel	
$\uparrow\uparrow$	parallel und gleichsinnig	
$\uparrow\downarrow$	parallel und entgegengesetzt	
$\perp$	rechtwinklig zu	
$\triangle$	Dreieck	
$\cong$	kongruent	
$\sim$	ähnlich, proportional	
$\sphericalangle$	Winkel	
$\overline{AB}$	Strecke AB	
$\widehat{AB}$	Bogen AB	
$\rightarrow$	gegen nähert sich strebt nach konvergiert nach	$x \rightarrow a$ ist dasselbe wie $\lim x = a$
lim	Limes	$\lim x = a$ bedeutet: a ist Grenzwert von x. $f(x) \rightarrow b$ für $x \rightarrow a$ ist dasselbe wie $\lim f(x) = b$ für $\lim x = a$
log ^{a}log lg ln	Logarithmus Logarithmus zur Basis a Briggscher Logarithmus natürlicher Logarithmus	$\lg x = {}^{10}\log x$ $\ln x = {}^{e}\log x$
$^\circ$ $'$ $''$	Grad Minute Sekunde	$1^\circ = 60'$ $1' = 60''$ Beispiel: $32^\circ\, 15'\, 13'',42$
sin cos tg ctg	Sinus Cosinus Tangens Cotangens	trigonometrische Funktionen $(\sin\alpha)^n = \sin^n\alpha$ $\sin^{-1}\alpha$ bedeutet $(\sin\alpha)^{-1}$ und nicht $\operatorname{arc}\sin\alpha$
arc sin arc cos arc tg arc ctg	Arcussinus Arcuscosinus Arcustangens Arcuscotangens	Kreisfunktionen
Sin Cof Tg Ctg	Hyperbelsinus Hyperbelcosinus Hyperbeltangens Hyperbelcotangens	Hyperbelfunktionen
Ar Sin Ar Cof Ar Tg Ar Ctg	Area Hyperbelsinus Area Hyperbelcosinus Area Hyperbeltangens Area Hyperbelcotangens	Umkehrungen der Hyperbelfunktionen

es in England und Amerika als Divisionszeichen verwendet wird. Das Zeichen — ist nicht möglich, weil es mit dem Minuszeichen verwechselt werden könnte.

Als Dezimalzeichen ist außer dem in Deutschland üblichen Komma der in Österreich übliche Punkt aufgenommen worden.

Als Zeichen des vollständigen Differentials wird das steile (Antiqua-) d eingeführt. Zur Darstellung physikalischer Größen dienen die Kursivbuchstaben; zur Bezeichnung mathematischer Funktionen gebraucht man meist die steile Schrift, z. B. sin, log. Auch für das Differentialzeichen wird in manchen Büchern das steile d verwendet; doch findet man häufig auch das Kursiv-*d*. Es ist zweckmäßig, einen bestimmten Gebrauch vorzuschlagen; folgerichtig wäre wohl nur[1]: für rein mathematische Zeichen steile Buchstaben, also hier steiles d.

Ein Diminutivzeichen ist bisher selten benutzt worden. Sein Gebrauch empfiehlt sich bei Differentialausdrücken, die keine vollständigen Differentiale darstellen.

[1] Die Zweckmäßigkeit der Wahl des steilen d wird neuerdings von mathematischer Seite bestritten: es soll auch das schräge *d* zugelassen werden. Der AEF wird demnächst in erneute Prüfung dieses Vorschlags eintreten.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Betrifft: Installations-Selbstschalter.

Unter Hinweis auf die mehrfach erfolgten Veröffentlichungen in der ETZ 1928, S. 519, 895 und 1385 wird hiermit bekanntgegeben, daß auch der im folgenden aufgeführte Selbstschalter laut Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den „Leitsätzen für Installations-Selbstschalter" entspricht:

Sockel-Selbstschalter der Firma Bergmann-Elektricitäts-Werke A. G., Berlin,

6 A 250 V für Gleichstrom,
6 A 250 V und 380 V für Wechselstrom.

Prüfzeit: September 1928.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein in Hamburg. 28. XI. 1928, abds. 7½h, Aula der Techn. Staatslehranstalten, Lübecker Tor 24: Vortrag Dipl.-Ing. Wieske, „Neuzeitliche elektrische Geräte für die Wirtschaft im Haushalt".

Deutsche Beleuchtungstechn. Gesellschaft, E.V., Berlin. — 8. XI. 1928, nachm. 5½h, Hörsaal 141 der T. H.: a) Dr. A. Meyer, „Bericht über die Tagung der Internationalen Beleuchtungskommission in Saranac/Inn. b) Prof. Voege, „Vorführung eines neuen Universal-Lichtmessers für die Praxis".

Akotech, Berlin (Arbeitsgemeinschaft für Auslands- und Kolonialtechnik). Vortragsreihe über „Technische Sonderbedürfnisse im Ausland" (mit Lichtbildern), Hörsaal H. 120 der T. H. abds. 6 bis 10h.

14. XI. Obering. Gemböck, „AEG-Bauten in Costa Rica". 28. XI. Dr. Glöckner, „Tunesien, Land, Leute, Wirtschaft und seine Bedeutung für Deutschland". 5. XII. Dr. Huldschiner, „Die japanische Elektroindustrie unter bes. Berücks. d. Bahnwesens". 12. XII. Obering. Dietz, „Die Entwickl. d. elektrotechn. Industrie in Chile". 19. XII. Dr.-Ing. v. Stritzl, „Gegenwart und Zukunft des Kraftwerkbaues im Orient". 23. I. 29 Dipl.-Ing. Bücken, „Der Stand der Technik von heute in Brasilien". 30. I. Dipl.-Ing. Pauly, „Als Werkstudent in U. S. A.". 6. II. Dipl.-Ing. Marggraff, „Der Ausbau der Verkehrswege in Columbien". 13. II. Obering. Hirsch, „Deutsche Großfunkanlagen im Ausland". 20. II. Dr.-Ing. Lubowsky, „Von der Ausschreibung eines Auslandsprojektes bis zum techn. Angebot". 27. II. Obering. Theiler, „Schaltanlagen im überseeischen Ausland".

Karten für den ganzen Kursus 4 RM, für Angehörige aller Hochschulen (gegen Ausweis) 2 RM, für einzelne Vorträge je 1 RM, für Angehörige aller Hochschulen je 0,50 RM. Erhältlich im Außeninstitut der T. H., Zimmer 138 a (Frl. Koch).

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Hoppe †.

Am 12. August d. J. starb in Göttingen Professor Dr. Edmund Hoppe im 75. Lebensjahre. Geboren 1854 zu Burgdorf in Hannover, besuchte er 1867 bis 1873 das Gymnasium in Celle und studierte in Göttingen und Leipzig. Bereits im 6. Semester bestand er in Göttingen seine Doktorprüfung mit Auszeichnung und erhielt im gleichen Semester im Staatsexamen den 1. Grad in verschiedenen Fächern. Nachdem er ein Jahr Assistent am Physikalischen Universitätsinstitut gewesen war, wurde er im Jahre 1877 nach Hamburg berufen. Hier wirkte er als Oberlehrer von 1877 bis 1896 an der Gelehrtenschule des Johanneums und von 1896 bis 1919 am Wilhelm-Gymnasium. 1919 trat er in den Ruhestand und siedelte nach Göttingen über, wo er einen ehrenvollen Lehrauftrag für Geschichte der Mathematik an der dortigen Universität erhielt.

Prof. Hoppe war durch selten hohe geistige Gaben ausgezeichnet, ein Gelehrter von erstaunlicher Arbeitskraft und Vielseitigkeit, ein unbestechlicher Kämpfer für Wahrheit und Recht, ein Mann lauterster Gesinnung, unwandelbarer Überzeugungstreue und ohne jede Menschenfurcht. Zahlreiche Bücher mathematischen und naturwissenschaftlichen Inhalts bezeichnen sein Lebenswerk, dazu viele Einzelschriften in den angesehensten deutschen und ausländischen Fachzeitschriften. Seine Hauptstärke lag in der Geschichte der exakten Wissenschaften, namentlich auch des Altertums, wo ihn die für einen Mathematiker erstaunliche Beherrschung der klassischen Sprachen, insbesondere des Griechischen, von jeder fremden Hilfe unabhängig machte. Seine „Mathematik und Astronomie im klassischen Altertum" ist als Band 1 der „Bibliothek der klassischen Altertumswissenschaften" erschienen. Die reifste Frucht seiner Tätigkeit auf diesem Gebiete sind „Die Geschichte der Optik" und die „Geschichte der Physik", beide 1926 erschienen. Noch in seinem Todesjahre wurde ihm die Freude und Anerkennung zuteil, daß von letzterem Buch eine französische Ausgabe „Histoire de la Physique" herauskam. Zwei Tage nach seinem Tode wurden ihm die Sonderdrucke seiner letzten Abhandlung ins Haus gesandt, in der er durch bündige Beweisführung den Streit über die Erfindung der Infinitesimalrechnung durch Newton oder Leibniz beendet.

Als Lehrer verlangte er viel, gab tüchtigen Schülern aber auch reiche Anregungen, war stets für sie zu haben und ist manch einem ein treuer Helfer und Berater weit über die Schulzeit hinaus geblieben. Seine kargen Mußestunden gehörten der Musik. Nun hat der Tod dem Nimmermüden die Feder aus der Hand genommen. Die naturwissenschaftliche Welt wird dem Verstorbenen für immer ein ehrfurchtsvolles und treues Gedenken bewahren.

A. Müller †.

Am 13. Oktober starb in Berlin Herr Dr.-Ing. E. h. Adolph Müller im Alter von 76 Jahren. Herr Müller war der Schöpfer der gewerblichen Auswertung der elektrischen Akkumulatoren. Er wurde am 18. IX. 1852 in Sachsenberg in Waldeck geboren. Am 1. I. 1888 gründete er in Hagen i. Westf. eine Akkumulatorenfabrik als



Adolph Müller †.

Privatgesellschaft, die im Jahre 1890 unter Beteiligung von Siemens & Halske und der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in die Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft umgewandelt wurde; die Gesellschaft nahm unter Adolph Müllers Führung schnell einen ungeahnten Aufstieg. In den größten Städten Deutschlands errichtete sie Ingenieurabteilungen, gründete in den wichtigsten Ländern der Welt Tochtergesellschaften oder verband sich mit schon bestehenden Akkumulatorenfabriken; nach wenigen Jahren der Entwicklung erlangte die Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft so Weltbedeutung.

Die Technische Hochschule Hannover verlieh Herrn Müller im Jahre 1915 in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Entwicklung und Einführung des elektrischen Akkumulators die Würde eines Dr.-Ing. E. h. In seiner langen, zielbewußten Arbeitstätigkeit, der ihn erst der Tod entriß, wurde Herr Dr. Müller recht eigentlich der Begründer und Nestor der Akkumulatorenindustrie. Mit ihm starb einer der letzten von denen, die als Pioniere in der deutschen Elektrotechnik gewirkt haben.

W. Wien †.

Am 31. August d. J. starb in München nach kurzer Krankheit der Professor für Physik Geh. Hofrat Dr. Wilhelm Wien. In Haffken in Ostpreußen am 13. I. 1864 geboren, begann er seine akademische Laufbahn 1892 als Privatdozent in Berlin. 1896 ging er nach Aachen, wurde 1899 als o. Prof. nach Gießen berufen und übernahm 1900 den Lehrstuhl Röntgens in Würzburg; wiederum als Nachfolger Röntgens folgte er 1919 einem Ruf nach München. Seine Verdienste wurden neben zahlreichen anderen Auszeichnungen durch die Verleihung des Nobelpreises 1911 anerkannt. Die Arbeiten des Verstorbenen galten hauptsächlich der Erforschung der Korpuskularstrahlen. Er war Mitherausgeber der „Annalen der Physik" und des „Handbuchs der Experimentalphysik". Deutschland hat in W. Wien einen seiner bedeutendsten Physiker verloren.



Jubiläum. — Am 2. XI. 1928 feiert Dipl.-Ing. Werner Hofmann, Mitglied des Vorstandes der Porzellanfabrik Kahla und Direktor der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. sein 25jähriges Dienstjubiläum. Nach Abschluß seiner Studien an den Technischen Hochschulen Darmstadt und Karlsruhe begann Hofmann seine berufliche Laufbahn am 2. XI. 1903 in der Zweigfabrik Hermsdorf i. Thür. der Porzellanfabrik Kahla. Als 1906 in Freiberg i. Sa. eine weitere Zweigfabrik für elektrotechnisches Porzellan in Betrieb genommen wurde, wurde ihm deren Leitung übertragen. Hofmann errichtete hier 1923 das erste 1 000 000 V-Versuchsfeld[1] in Europa. Nach dem Zusammenschluß von Kahla und der H. Schomburg & Söhne A. G. übernahm Hofmann, der bereits im Februar 1912 in den Vorstand von Kahla berufen worden war, die betriebliche Oberleitung der in der „Hescho" vereinigten elektrotechnischen Porzellanfabriken und sämtlicher Geschirrfabriken der Porzellanfabrik Kahla.



W. Hofmann.

Bei seinem umfassenden technischen Wissen und großen Verständnis für wirtschaftliche Vorgänge und Zusammenhänge haben auch die maßgeblichen industriellen Interessenvertretungen weitgehende Ansprüche an die Arbeitskraft Hofmanns gestellt, denen er sich trotz seiner starken beruflichen Inanspruchnahme nie versagt hat. 1924 wurde Hofmann von der Sächsischen Bergakademie zu Freiberg in Anerkennung seiner Verdienste um die deutsche Wirtschaft zum Ehrenbürger ernannt.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Betriebsdiagramme für beliebig lange Wechselstromleitungen.

Der Aufsatz des Herrn Baurat ROSSECK in der ETZ 1927, S. 1691, ist offensichtlich aus dem Wunsche entstanden, im Entwurf alle komplexen Größen zu vermeiden. Zu welch umständlichen Formeln dieses Bestreben führt, zeigen die Gleichungen (1a) bis (4a), bzw. (1b) bis (4b), in welchen noch einige Hilfsgrößen eingeführt sind und die zum Teil noch zu radizieren sind. Im übrigen erhält der Verfasser genau das gleiche Diagramm, wie es von HAK[2] angegeben wurde. Beide Autoren rechnen zuerst die beiden Teilvektoren nach Größe und Richtung aus, um durch ihre Zusammensetzung das Betriebsdiagramm zu erhalten. Entgegen der Behauptung des Herrn ROSSECK in Anmerkung 4 ist bei HAK die ganze Diagrammkonstruktion auf eine Vereinfachung der hyperbolischen Grundgleichungen zurückgeführt. Während jedoch dort durch diese Annäherungen eine ersichtliche Vereinfachung der Diagrammkonstruktion erzielt wird, bleiben die Rechenformeln nach ROSSECK trotz Einführung von Näherungsformeln bei der Ausrechnung von Beispielen so umfangreich, daß sie der Praktiker nur ungern verwenden wird. Wie ich in meinem Aufsatz[1] gezeigt habe, läßt sich das ganze Verfahren durch Einführung der komplexen Vektorrechnung soweit vereinfachen, daß bis auf die Ermittlung der Leitungskonstanten und der beiden Hyperbelfunktionen (6) und (7) überhaupt keine rechnerische Arbeit zu leisten ist. Dabei wird es auch möglich, vorhandene Transformatoren, Drosselspulen, kurze Zwischenleitungen usw. zu berücksichtigen, ohne die Methode zu komplizieren. Auch die Ablesung der Ergebnisse wird erleichtert, da Strom- und Spannungsvektoren bereits in richtiger gegenseitiger Lage erscheinen. Wie weitgehend meine Diagramme bei Untersuchungen anwendbar sind, möge aus der Arbeit des Herrn Dr. G. MARKT: „Energieübertragung auf große Entfernungen", El. u. Maschinenb. Bd. 46, H. 25, hervorgehen. Außer den dort benutzten Eigenschaften lassen sich hierbei noch leicht alle Kurzschlußverhältnisse, Spannungsänderungen am Verbraucherende, Anschluß von Verbrauchern an verschiedenen Zwischenpunkten der Leitung berücksichtigen, ohne daß umfangreichere Zwischenrechnungen ausgeführt werden müßten.

Die vorliegenden Bemerkungen sollen nun nicht etwa die Arbeit ROSSECKs schmälern; diese wird vielmehr allen jenen, die von der komplexen Rechnung keinen Gebrauch machen wollen, willkommen sein. Es möge nur vermieden sein, aus der Arbeit den Irrtum herauszulesen, daß es nicht auch einfachere und schneller zum Ziele führende Darstellungsmethoden gibt, die auch die Berücksichtigung aller Nebeneinflüsse gestatten und zur wirtschaftlichen Durchführung keiner Näherungsformeln bedürfen.

Wien, 26. VII. 1928. Oberdorfer.

Erwiderung.

Die umständlichen Formeln (1a) bis (4a), die Herrn Dr.-Ing. OBERDORFER nicht gefallen, sind, wie das Beispiel zeigt, zur Diagrammkonstruktion nicht erforderlich. Wie von mir in der Übersicht erwähnt, sind vielmehr hierzu nur Werte für den Leerlauf- und Kurzschlußzustand und außerdem der Spannungswert E_a, jedoch bei $\cos \varphi_e = 1$, wodurch sich die Formel erheblich vereinfacht, zu ermitteln. Diese Formeln lassen sich leicht mit dem Rechenschieber auswerten. Die bekannten Formeln (4)...(7) in der Arbeit des Herrn OBERDORFER erfordern jedenfalls etwa dieselbe Rechenarbeit.

Es trifft zu, daß die ganze Diagrammkonstruktion nicht streng genau ist, vielmehr auf der Hakschen Vereinfachung der hyperbolischen Gleichungen beruht. Setzt man aber mit Bezeichnungen von OBERDORFER angenähert $\mathfrak{Cof}\, \alpha x = 1$ und $\mathfrak{Sin}\, \alpha x = \alpha x$, so beträgt der Fehler in seinem Beispiel bei 1000 km Länge bei $\mathfrak{Cof}\, \alpha x$ —0,29 %, bei $\mathfrak{Sin}\, \alpha x$ 0 %, bei 1400 km bei $\mathfrak{Cof}\, \alpha x$ —0,57 %, bei $\mathfrak{Sin}\, \alpha x$ —0,56 %. Der Fehler ist also vollkommen belanglos. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die Kapazität einer Freileitung in Wirklichkeit keine Konstante ist, sondern sich bei wechselnder Witterung durch verschiedene Durchhänge und Erdabstände sowie durch Wachsen der Natur um etwa 10 % verändert, so daß es also nicht viel Zweck hat, vollkommen genau zu rechnen. Daß die Stromvektoren im Diagramm nicht in der richtigen Phasenlage erscheinen, ist kein großer Nachteil. Herr OBERDORFER hat ja auch in Abb. 3 seine Stromvektoren um 180° gedreht, um ein Übergreifen der Strom- und Spannungsdiagramme zu vermeiden und dadurch die Ablesungen zu erleichtern.

Mein Aufsatz ist, wie auch Herr OBERDORFER in seiner Zuschrift erwähnt, in erster Linie für die Fachgenossen bestimmt, die Rechnungen mit komplexen Größen nicht — lieben und Freileitungen mit mehr als 300 km Länge zu bearbeiten haben. Das allgemeine Belastungsdiagramm von Herrn OBERDORFER ist sehr wertvoll, wenn man sich über die Eigenschaften verschiedener Leitungslängen Klarheit verschaffen will. (Zu begrüßen wäre es, wenn Herr OBERDORFER in einem Aufsatz die gleichzeitige Mitberücksichtigung der Aufwärts- und Abwärtstransformatoren usw. bei seinem Diagramm auch in der ETZ etwas genauer erläutern würde.) Wer damit nicht zurechtkommt, wird sich einfacherer Verfahren bedienen wollen.

Bis 300 km Leitungslänge wendet man jedenfalls am besten die Diagramme von Herrn Obering. BURGER, ETZ 1925, S. 1289, u. „Berechn. v. Drehstrom-Kraftübertragungen" (Verlag Julius Springer, Berlin 1927) an, die von mir im Elektro-Journ. Bd. 7, S. 33, näher erläutert

---

[1] ETZ 1924, S. 177.
[2] ETZ 1927, S. 498.

[1] ETZ 1927, S. 1691.



wurden und bei denen die Aufwärts- und Abwärtstransformatoren im gleichen Diagramm einschließlich ihrer Eisenverluste und Magnetisierungsblindleistungen mitberücksichtigt werden können. Vielleicht sagt den Fachgenossen auch das Verfahren von KUUSINEN (Tekn. Tidskr. 1926, H. 7, S. 123) zu, bei dem Leitung und Abwärtstransformator an Hand von Diagrammformularen berücksichtigt werden. In der Arbeit wird allerdings nur eine Leitung von 200 km behandelt; ich nehme aber an, daß das Verfahren auch für größere Längen ausreicht.

Stettin, 2. IX. 1928. E. Rosseck.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Montage elektrischer Licht- und Kraftanlagen. Ein Taschenbuch z. Gebrauch f. Ingenieure, Elektromonteure, Installateure, Betriebsführer, Schalttafelwärter, Kesselwärter, Maschinisten sowie d. Besitzer el. Anlagen. Von Ob.-Ing. H. Pohl. (Bibl. d. ges. Technik Bd. 1.) 14., neubearb. Aufl. mit 375 Textabb., X u. 258 S. in 8°. Verlag von Dr. Max Jänecke, Leipzig 1927. Preis kart. 3,90 RM, geb. 4,80 RM.

Beachtet man, daß das vorliegende Buch hauptsächlich als Nachschlagewerk für die bereits in der Praxis stehenden Spezialmonteure bestimmt ist, die nicht reine Installateure für Hausanlagen sind, vielmehr hauptsächlich Sondergebiete beherrschen, wie etwa Bau von Schaltstationen, Wickelei, Kabelverlegung, Freileitungsbau, Theaterbeleuchtung, Betrieb usf., so muß die 14. Auflage als wesentliche Bereicherung der elektrotechnischen Fachliteratur angesehen werden, da sie die meisten Fortschritte der Elektrotechnik berücksichtigt, die seit dem Erscheinen der voraufgegangenen Auflage gemacht worden sind. Da aber die z. Z. laufenden Arbeiten des VDE während des Druckes des Buches noch nicht abgeschlossen waren, ist in der 14. Auflage davon abgesehen worden, alle die im Laufe des Jahres 1928 notwendigen Änderungen bereits aufzunehmen. Für diese erscheint im Herbst 1928 ein Nachtrag, der auf Verlangen nachgeliefert wird. Nicht in jedem Falle wird man den erteilten Ratschlägen unbedingt folgen dürfen. Die Anwendung der auf S. 121 angegebenen „zulässigen" Belastungen von „Zink"-Leitungen und dgl. z. B. läßt den Schluß zu, daß dieses Material ohne Einschränkung zugelassen und seine Belastung vom VDE genormt worden ist. Auf S. 130 ist z. B. gesagt: Die Verbindungen von Drehstrommotoren mit Schleifringanker mit dem Anlasser „müssen" die gleichen Querschnitte haben, wie die Zuführungen zum Motor. Die Anlasserleitungen müssen doch im Gegenteil meist stärker genommen werden, manchmal können sie auch schwächer sein als die Zuleitungen; jedenfalls sind sie der „Rotor"-Stromstärke und der Dauer des Stromflusses anzupassen. Auf S. 65 sind viele Akkumulatorenschaltungen erwähnt, auch die Ladung der Batterien in zwei Teilen, wenn Spannungserhöhung nicht möglich ist, aber nicht die weit bessere Mika-Schaltung.

Der kritische Leser wird aber die sonst sehr zahlreichen Angaben des Büchleins richtig anzuwenden wissen.

Krohne.

Das elektrische Licht. Von d. Anfängen bis z. Gegenwart. Nebst einer Geschichte d. Beleuchtung. Von A. Fürst. Mit 136 Textabb. u. 222 S. in gr. 8°. Verlag von Albert Langen, München 1926. Preis geh. 7 RM, geb. 10 RM.

Der leider zu früh verstorbene Verfasser ist einer der glänzendsten Förderer wissenschaftlicher und technischer Fragen gewesen. Er verstand es, den Kern der behandelten Probleme so klar und ohne verwirrendes Beiwerk scharf herauszuheben, daß er auch dem Laien verständlich wurde. Und zugleich interessierte er durch die Art der Behandlung und durch seine schwungvolle Sprache. Diese Vorzüge kennzeichnen auch diese letzte Arbeit Fürsts. Ausgehend von einer Einführung in die neuzeitlichen Anschauungen über das Wesen des Lichtes bringt er eine knappe, aber trotzdem recht vollständige Geschichte der Entwicklung der künstlichen Lichtquellen vom Herdfeuer bis zum Gaslicht. Es folgt dann ein Abschnitt über die Bogenlampe. Der Hauptteil behandelt die elektrische Glühlampe; beginnend mit ihrer Urgeschichte behandelt er die Kohlenfadenlampe, die Nernstlampe, die Osmium- und Tantallampe, bis wir zur Wolframlampe gelangen, die heute das Gebiet der Leuchttechnik beherrscht. Den Beschluß macht eine Besprechung des Lumineszenzlichtes, der Messung von Licht und Beleuchtung und der Lichtwirtschaft. Das Buch gibt einen guten Überblick über den gegenwärtigen Stand der Leuchttechnik. Eine kleine Übertreibung in der Einleitung, in der das Glühlicht als das erreichte leuchttechnische Ideal hingestellt wird, vermag dem Werte des Buches keinen Eintrag zu tun, zumal ja der Verfasser selbst die Entwicklungsmöglichkeiten des Lumineszenzlichtes hervorgehoben hat.

H. Lux.

The A. C. Commutator Motor. Von C. W. Olliver. Mit 184 Textabb., XI u. 281 S. in gr. 8°. Verlag von Chapman & Hall, Ltd., London 1927. Preis geb. 21 sh.

Die ersten Motoren für Wechselstrom, die in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts gebaut wurden, waren Kommutatormotoren. Diese zeichneten sich mehr durch kräftige Funkenbildung als durch günstige Betriebseigenschaften aus und brachten dadurch den Kommutator bei Wechselstrom von vornherein in Verruf; nach Einführung der Induktionsmotoren verschwanden sie von der Bildfläche. Erst später zeigte sich, daß die dem Induktionsmotor anhaftenden Mängel, nämlich geringe Anlaufkraft (bei Einphasenstrom), Schwierigkeit der Drehzahlregelung, ungünstiger Leistungsfaktor, nur durch die Anwendung eines Kommutators beseitigt werden können. Der rastlosen theoretischen und praktischen Arbeit zahlreicher Fachleute ist es dann allmählich gelungen, das bei Wechselstrom recht schwierige Problem der funkenlosen Kommutierung zu lösen und den Kommutatormotoren wichtige Anwendungsgebiete neben und in Verbindung mit Induktionsmotoren zu schaffen.

Der Verfasser des vorliegenden Buches hat es mit Erfolg unternommen, das Sondergebiet des Wechselstrom-Kommutatormotors in Theorie und Praxis darzustellen. Im theoretischen Teil nehmen naturgemäß die Kommutierungsvorgänge den breitesten Raum ein; hier folgt der Verfasser der Darstellungsweise seines Lehrers Latour. Die verschiedenen Schaltungsweisen der Einphasen-Repulsions- und Reihenschlußmotoren sind in einer recht übersichtlichen Tafel zusammengestellt, die nicht weniger als 28 Schaltbilder enthält. Es folgen dann die Mehrphasen-Reihenschluß- und Nebenschlußmotoren, die besonders für Antriebe mit weitgehender Drehzahlregelung Verwendung finden. Das nächste Kapitel beschäftigt sich mit den bekannten Kaskadenschaltungen einer Kommutatormaschine mit einem Induktionsmotor, wie sie besonders zur Leistungsfaktor-Verbesserung in mannigfacher Form Anwendung finden; auch die selbstkompensierenden Induktionsmotoren werden hier (ziemlich kurz) behandelt. Es folgt dann die Anwendung von Kommutatormotoren für Krane und Aufzüge, wobei aber der bei Aufzügen besonders bewährte Repulsions-Induktionsmotor unerwähnt bleibt. Sodann werden in sehr ausführlicher Weise die Einphasen-Bahnmotoren behandelt, wobei sich der Verfasser keineswegs auf die Motoren selbst beschränkt, sondern auch die Steuerapparate und die Bauart der Lokomotiven in sehr eingehender Weise darstellt. Die letzten Kapitel behandeln dann noch die Anwendung von Kommutatormotoren und Kommutator-Regelsätzen zum Antrieb von Walzwerken, Textil- und Papiermaschinen.

Es liegt auf der Hand, daß bei dem außerordentlichen Umfang der behandelten Anwendungsgebiete keine lückenlose Darstellung selbst der bekanntesten Bauarten erwartet werden kann. Es ist ferner selbstverständlich, daß der englische Verfasser in erster Linie die Konstruktionen der englischen und amerikanischen Firmen berücksichtigt, wenn auch, wie anerkennend hervorgehoben sei, nicht so ausschließlich, wie man es sonst gewöhnt ist. Die Darstellungsweise ist durchweg klar und die Ausstattung des Buches, besonders in bezug auf Abbildungen, vorzüglich.

L. Schüler.

Handbuch der Physik. Herausg. v. H. Geiger u. K. Scheel. Bd. 5: Grundlagen der Mechanik. Mechanik der Punkte und starren Körper. Bearb. v. mehr. Fachgen., redig. v. R. Grammel. Mit 256 Textabb., XIV u. 623 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 51,60 RM, geb. 54 RM.

Ein Sammel- und Nachschlagewerk von außergewöhnlich reichem Inhalt liegt vor, bei dessen Durchsicht man eine Vorstellung erhält, in welchem Ausmaß sich die Mechanik in der Neuzeit entwickelt und vertieft hat. Eine Fülle von abstrakter Wissenschaft und von Disziplinen, die unmittelbare Verbindung mit der praktischen Physik bzw. Technik haben, ist hier zusammengetragen und auf dem Raum von rd. 600 Seiten gemeistert.

Der Band beginnt in Kap. 1 mit einer Erörterung der Axiome der Mechanik von G. Hamel, einer tiefgründigen Arbeit, die die Fundamente beleuchtet und ihre Zusammenhänge oder Unabhängigkeiten in streng logischer

Weise klarstellt. Die Kapitel 2, Prinzipe der Dynamik von Nordmann, 3, Hamilton-Jakobische Theorie der Dynamik von Nordmann und Fues, 4, Störungsrechnung von Fues, berichten über die Entwicklung der Methoden der analytischen Mechanik seit d'Alembert bis in die Neuzeit und lassen die Bedeutung der Mechanik in der Entwicklung der heutigen Physik erkennen. Kap. 5 ist eine sehr anschaulich gehaltene Ausführung von Alt über die Geometrie der Bewegungen: Bewegung des Punktes und der starren Körper. Der Aufbau auf fast rein geometrischer Grundlage gibt eine gute Übersicht über die Materie, die sich der Leser in kürzester Zeit zu eigen machen kann.

Kap. 6, Geometrie der Kräfte und Massen von Biezeno, dürfte ebenso wie das vorhergehende Kapitel auf Grund seiner klaren Durcharbeitung, insbesondere der Graphostatik nebst Anwendungen das Interesse der Techniker beanspruchen.

Kap. 7, Kinetik der Massenpunkte von Grammel ist eine kompendiöse Zusammenfassung des bisher in vielen Arbeiten zerstreuten Materials, die auch eine kurze Behandlung einzelner Fälle des Dreikörperproblems einschließt.

Kap. 8, Kinetik der starren Körper von Winkelmann und Grammel, beschäftigt sich mit der ebenen Bewegung des starren Körpers, mit der Theorie des Kreisels und der Bewegung der Systeme von starren Körpern, insbesondere Theorie der Gelenkketten sowie der zyklischen Systeme.

Kap. 9, Technische Anwendungen der Stereomechanik von Pöschl, zeigt u. a. an geschickt ausgewählten Beispielen wissenschaftlich-technischen Inhalts, welche große Rolle der Mechanik in bezug auf Entwicklung der Technik und damit auch der Kultur zu allen Zeiten zugewiesen war. Es ist von Interesse, Abschn. VII, Dynamik des Zweirades mit Abschnitt X, Dynamik des Flugzeuges zu vergleichen. Im ersten Falle hat sich die Theorie für die Praxis kaum fruchtbar erwiesen, während anderseits die Entwicklung der Flugtechnik ohne die Stützung durch die Theorie undenkbar ist.

Ein kurzer Abriß der Relativitätsmechanik von Halpern beschließt mit Kap. 10 das inhaltreiche, an allen Stellen sorgfältig durchgearbeitete Werk.

Nicht nur der Physiker sondern auch der Techniker, der über seine alltäglichen Aufgaben hinausstrebt, wird in dem Buche reiche Anregung und weitgehend zuverlässige Belehrung finden. Wenn auch die Lektüre stellenweise nicht leicht ist, so ist die dazu aufgewendete Mühe immer lohnend.

Druck und Ausstattung sind vorzüglich.

Duffing.

Grundlagen des Aufzugsbaues. Mit Berücks. d. Aufzugsverordn. v. Jahre 1926. Von Oberreg.-Rat Dr. M. Paetzold. Mit 165 Textabb., V u. 172 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 20 RM.

Das Inkrafttreten der neuen reichsgültigen Aufzugsverordnung mit ihren technischen Ausführungsbestimmungen einerseits und die spärliche Literatur über den Aufzugsbau anderseits haben das Erscheinen eines neuen Buches über die der Verordnung angepaßten „Grundlagen des Aufzugsbaues" an sich schon willkommen sein lassen. Wenn diese Neuerscheinung dann noch in einer so klaren und exakten Weise, wie im vorliegenden Fall, durchgebildet ist, so ist sie als eine doppelt wertvolle Tat zu begrüßen. Für die Aufgabe einer unparteiischen Behandlung der Grundlagen und der Bestrebungen auf diesem gleichfalls rastlos fortschreitenden Verkehrsgebiete hätte der rührige Springer-Verlag einen geeigneteren Bearbeiter kaum wählen können als den Verfasser, der seit langen Jahren als Mitglied des Patentamts von unabhängiger Warte mit der kritischen Behandlung aller einschlägigen Vervollkommnungsbestrebungen berufstätig beschäftigt und dadurch zu souveränem Überblicken und urteilsvollem Vergleichen befähigt ist.

Die Einteilung des Buches, das das in jedem Abschnitt Behandelte einleitend in seinem Zweck und Wesen sehr treffend und anschaulich erklärt, räumt naturgemäß den elektrischen Aufzügen den weit überwiegenden Platz ein (von 155 Seiten nicht weniger als 137!); den Rest nehmen die heute ja verhältnismäßig seltenen und unwichtigen Anlagen mit Hand-, Riemen- und Druckwasserantrieb ein. Den Beschluß endlich bildet die wörtliche Wiedergabe der heute geltenden gesetzlichen Bestimmungen. Dem bei wissenschaftlicher Höhe doch leichtverständlichen Text passen sich die zahlreichen Abbildungen — fast durchweg Strichätzungen — in ihrer Klarheit und Anschaulichkeit gut an. So ist ein Buch entstanden, das allen am neuzeitlichen Aufzugsbau und Aufzugsbetrieb Interessierten — Benutzern wie Besitzern, Studierenden wie Konstrukteuren — eine Fülle von Aufklärung und Belehrung bietet.

Der wohl mit Sicherheit bald zu erwartenden Neuauflage möchte ich, ohne der vorliegenden damit einen Mangel vorwerfen zu wollen, nur einige wenige Änderungen bzw. Ergänzungen noch wünschen: Zunächst sollte statt der alten Mehrzahl „Motore" die heute vorschriftsmäßige Bildung „Motoren" gesetzt werden. Wenn ferner — in Abweichung von der Aufzugsverordnung! — an Stelle von „Lasten"-Aufzug eine wissenschaftlich zweifellos korrektere Bezeichnung gesetzt werden soll (was m. E. aber mit Rücksicht auf die sprachliche Einheitlichkeit nicht zu empfehlen ist), so dürfte dem „Waren"-Aufzug vor dem neu gewählten „Güter"-Aufzug als der bereits üblichen Benennung wohl der Vorzug zu geben sein. Ferner scheint mir die Bezeichnung der doch durchaus treffend als Roll- oder Fahrtreppen bekannten Vorrichtungen als „Treppenaufzüge" leicht sogar zu einer falschen Auffassung führen zu können. Richtiger und unmißverständlicher würde es auch sein, wenn in Abb. 43 die der Trommel gegenübergestellte Treibscheibe auch mit einem tatsächlich gerillten Umfang und nicht als nur verkürzte Trommel dargestellt wäre. Die Behauptung (S. 93): „Andere Auslösevorrichtungen, wie die durch den bei der Fallbewegung erhöhten Luftwiderstand, haben keinen Eingang in die Praxis gefunden", müßte wohl eine Einschränkung erfahren, da doch — besonders bei Stiglerschen Ausführungen — der beim Fall des Fahrkorbes erhöhte Luftwiderstand gegen einen besonderen Fangboden, wenigstens zusätzlich, auf die Fänger einwirkt. — Vielleicht entschließt sich der Verfasser, der bei seinen besonderen Erfahrungen dazu wie kein anderer in der Lage wäre, in dankenswerter Weise noch dazu, über die wesentlichsten Fortschrittsbestrebungen, über ernst zu nehmende Verbesserungs- bzw. Vereinfachungsvorschläge auf dem zukunftsvollen Gebiete des Aufzugswesens in einem Anhang der Neuauflage zu berichten, deren baldige Notwendigkeit ich seinem ausgezeichneten Buche wünsche. Michenfelder.

Vest pocket edition of Patent and Trade Mark Requirements. Von B. Singer. 2. Aufl. Mit 116 S. in kl. 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1928. Preis 2 $.

In handlichem Taschenformat sind unter stets gleichen Schlagworten in knappster Form Angaben über Patente und Warenzeichen von 226 Ländern gemacht, unter denen sich natürlich auch viele befinden, die überhaupt keinen gewerblichen Rechtsschutz haben oder, wie Kolonien, durch den Rechtsschutz anderer Staaten mit umfaßt werden. Das Zusammentragen eines solchen Materials stellt eine beträchtliche Arbeitsleistung dar, über deren Zweckmäßigkeit man allerdings im Zweifel sein kann, weil mit der Zahl der Länder die Gefahr des Veraltens wächst. Für den Fachmann des gewerblichen Rechtsschutzes sind die Angaben zu knapp, der Laie kann sie aber, wie alle auf kurze Formel gebrachten Angaben, nur mit größter Vorsicht benutzen. Die englische Sprache wird bei den vielen Fachausdrücken die Benutzung des Buches für Deutsche erschweren. Auch der für deutsche Verhältnisse ungewöhnlich hohe Preis wird der Verbreitung des Büchleins nicht dienlich sein. Dipl.-Ing. H. Herzfeld I.

Eingegangene Doktordissertationen.

Willi Mellenthin, Beiträge zur Berechnung des Magnetisierungsstromes von Dreiphaseninduktionsmotoren. T. H. Braunschweig 1928.

Hans Poleck, Über die Zieherscheinung beim Lichtbogengenerator. T. H. Braunschweig 1925.

Siegfried Klimke, Die Störung des elektromagnetischen Feldes eines Senders durch Gebäude und ähnliches. T. H. Dresden 1927. Sonderabdruck aus El. Nachr. Techn. 1927, H. 11.

Rudolf Schien, Leiterseile für Fernleitungen mit höchsten Spannungen. T. H. Braunschweig 1928.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Der Trust financier de Transports et d'Entreprises industrielles. — Seit geraumer Zeit schon war „der große Elektrotrust" Gegenstand von Gerüchten und Kombinationen, die sich an Vorgänge im Bereich der führenden ausländischen Börsen, vor Monaten besonders an Transaktionen des inzwischen verunglückten belgischen Finanziers Loewenstein, dann an Reisen und Verhandlungen des Administrateur délégué der Sofina, D. Heineman, knüpften. Soweit sie sich mit letzterem und einem Ausbau seiner Gruppe befaßten, darf man sie nunmehr als in der Hauptsache zutreffend bezeichnen: Am 19. X. ist in Brüssel der „Trust financier de Transports et d'Entreprises industrielles" als Aktiengesellschaft mit zunächst 100 Mill. Fr Kapital errichtet worden, in dem, wie man annimmt, die 1898 gegründete Société Financière de Transports et d'Entreprises industrielles aufgehen soll. Die Gründe für diese Neubildung, über die offiziell bisher nichts Näheres bekanntgegeben worden ist, erblickt die Frankf. Zg., abgesehen von der für die Erfüllung künftiger Aufgaben wohl notwendigen Geldbeschaffung, in verschiedenen finanzorganisatorischen Hemmungen des alten Unternehmens, für deren Beseitigung ein Umtausch der Gründeranteile in Stammaktien des neuen Trusts, die Schaffung von Vorzugsaktien zum Schutz gegen Überfremdung und ein Ersatz der mit einem Tageskurs von etwa 80 000 b Fr belasteten Sofina-Aktie durch ein kursmäßig leichteres, bei weiterem Emissionsbedarf zweckmäßigeres Papier wünschenswert erscheinen. An der außerordentlich bedeutsamen Gründung haben nach Mitteilungen der Tagespresse rd. 60 prominenteste Bankhäuser, Holding- und Industriegesellschaften der Welt mitgewirkt, aus deren Reihe hier nur die Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, die Berliner Handels-Gesellschaft, S. Bleichröder, Comes & Co., die D-Banken, der A. Schaaffhausen'sche Bankverein, M. M. Warburg & Co. sowie die Chade und die International General Electric Co. genannt seien. Die Sofina selbst findet sich nicht unter den Gründern, weil, wie verlautet, dem ein noch schwebender Prozeß wegen ihrer Gründeranteile entgegensteht. Einem gleich nach der Errichtung gewählten Aufsichtsrat gehören u. a. der Präsident der Sofina M. Despret, verschiedene Direktoren des Unternehmens, D. Heineman selbst und der Leiter der Gesfürel Dr. O. Oliven an. Wie die Dt. Allg. Zg. berichtet, soll das zunächst in Stücke von nom. 500 Fr geteilte Aktienkapital des Trusts demnächst durch Ausgabe von 0,2 Mill. neuen Aktien zu wiederum je 500 Fr verdoppelt werden, und zwar unter Umwandlung des Anfangskapitals in Vorzugsaktien. Nach einem inzwischen bekanntgewordenen Beteiligungsplan entfällt der Hauptanteil an den ersten 100 Mill. Fr auf die der Sofina nahestehenden belgischen Banken; Beträge von je rd. 4500 bis 1000 Aktien werden für die deutschen und die übrigen Gründer genannt.

D. Heinemann hat sich im Sommer 1927 in einem der von der Frankf. Zg. herausgegebenen Wirtschaftshefte über die internationale Elektrizitätswirtschaft dahin geäußert, daß bei der planmäßigen Organisation dieses Wirtschaftszweiges nicht vor den Grenzen einer einzelnen Kommune, auch nicht vor denen einer Großstadt oder eines einzelnen Bezirks Halt gemacht werden könne, ja selbst die Grenzen der Länder müßten hier überschritten werden. Freilich sei die Aufgabe, Pläne von derartiger Ausdehnung in Angriff zu nehmen und die finanziellen Mittel hierfür verfügbar zu machen, so gewaltig, daß nur einige wenige Großunternehmungen, nicht aber der Durchschnitt der Werke der elektrischen Industrie ihr gewachsen sein könnten. Denn die meisten dieser Werke, auch wenn sie vorzüglich verwaltet und technisch auf der Höhe seien, wären dennoch nicht in der Lage, den Stab von Sachverständigen und Spezialisten aufzubringen, der Pläne von solcher Ausdehnung ausarbeiten und durchführen könnte. ... Eine trustartige Organisation aber werde auf Grund ihrer finanziellen und geschäftlichen Erfahrungen und ihrer organisatorischen Überlegenheit wie auf Grund des Vertrauens, das sie bei vorsichtigem Geschäftsgebaren bei den Finanzinstituten genieße, in der Lage sein, den ihr angeschlossenen Unternehmungen zu günstigen Bedingungen die unter Umständen sehr erheblichen Kapitalien zu verschaffen, die zu ihrer rationellen Entwicklung notwendig seien. Diese Worte kennzeichnen die bisherige Tätigkeit der Sofina und enthalten auch schon einen Hinweis auf die weit größeren Aufgaben der neuen „Trufina", zu deren Lösung eine Vereinigung von bisher noch nicht gesehener finanzieller Leistungsfähigkeit zur Verfügung steht.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Der September 1928 hat die Einfuhr gegen den Vormonat (575 984 £) wertlich um 96 666 £ oder 17 % und gegenüber dem September 1927 um 45 683 £ bzw. 9 % verringert. Letztere Abnahme betraf im wesentlichen Maschinen, nicht mit Gummi isoliertes Leitungsmaterial für Starkstrom, Glühlampen, Akkumulatoren und Batterien sowie Meßinstrumente. Der Import von gummiisoliertem Leitungsmaterial für Starkstrom, Telegraphen- und Fernsprechapparaten, künstlichen Kohlen und nicht weiter spezifizierten elektrotechnischen Erzeugnissen zeigt dagegen eine Zunahme. Bei der Ausfuhr ergibt sich gegen den August eine Erhöhung um 42 179 £, d. h. 3 %, im Vergleich mit dem September 1927 aber eine Abnahme um 106 045 £ oder 7 %. Wertlich zurückgegangen ist die Ausfuhr aller Erzeugnisse mit Ausnahme von Unterseekabeln und Glühlampen, die höhere Beträge aufweisen. Während der abgelaufenen neun Monate ist der Import gegen die gleiche Periode des Vorjahres um 455 649 £, d. s. 11 %, gestiegen, der Export dagegen um 167 451 £ oder um etwas mehr als 1 % gefallen. Sein Überschuß betrug am Ende dieses Zeitabschnitts 9 197 155 £ (9 820 255 i. V.).

Erzeugnisse	Einfuhr in £		Ausfuhr in £	
	1928	1927	1928	1927
	September			
Maschinen	97 649	128 573	399 024	580 240
Waren u. Apparate .	381 669	396 428	1 079 554	1 004 383
	479 318	525 001	1 478 578	1 584 623
	Januar/September			
Maschinen	1 283 737	1 179 653	4 977 736	5 064 031
Waren u. Apparate .	3 222 574	2 871 009	8 725 730	8 806 886
	4 506 311	4 050 662	13 703 466	13 879 917

[1] Nach The Electrician Bd. 101, 1928, S. 436. Vgl. ETZ 1928, S. 1496.

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Für den August wird die Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile mit 8 723 329 $ bewertet, d. s. 1 196 879 $ oder 12 % weniger als im Juli (9 920 208 $), aber 455 891 $ bzw. 5,5 % mehr als im gleichen Monat des Vorjahres (8 267 438 $). Diese Zunahme erstreckte sich, soweit die Angaben des Bureau of Foreign and Domestic Commerce einen Vergleich gestatten, hauptsächlich auf Zähler, Anlasser usw. für Industriemotoren, Teile von Motoren überhaupt, Radioempfangsgerät, Telegraphenapparate, nicht näher bezeichnete elektrische Vorrichtungen, Elektroporzellan und Ofenelektroden. Dagegen war der Wert des Exports gegen den August 1927 u. a. merklich geringer bei Teilen von Generatoren, selbständigen Beleuchtungseinrichtungen, Akkumulatoren, Gleichrichtern, Motorgeneratoren usw. sowie bei kleineren stationären und bei Bahnmotoren, Taschenlampen, verschiedenen Fernsprecheinrichtungen und Erzeugnissen aus künstlicher Kohle mit Ausnahme von Elektroden. In den abgelaufenen acht Monaten stellte sich der Export auf 71 907 905 $, d. s. nach El. World 8,9 % mehr als in der gleichen Periode von 1927. Dabei stand das Radiogerät mit einer Steigerung um z. T. 150 % an der Spitze. Die Lieferungen der Union betrugen im Berichtsmonat nach Europa 1 553 709 $ (England: 453 243 $, Deutschland: 104 939 $), nach der westlichen Halbkugel 5 136 304 $ (Kanada: 2 538 320 $, Argentinien: 564 586 $) und nach Asien, Afrika und Ozeanien 2 033 316 $ (Australien: 568 751 $, Japan: 345 243 $).

[1] Nach El. World, Bd. 92, 1928, S. 765. Vgl. ETZ 1928, S. 1496.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 259: Wer stellt Blei-Verbindungsmuffen nach DIN VDE 7604 her?

Frage 260: Wer ist Hersteller des Heißwasserapparates „Thermator"?

Frage 261: Wer stellt Sicherungskennmarken her? (Monatlicher Bedarf 500 000 Stück.)

Frage 262: Wer stellt Messingröhren her, deren lichte Weite 1 mm bei 0,2 mm Wandstärke beträgt?

Frage 263: Wer ist Hersteller eines Anstriches für Sammelschienen usw., der bei Überschreitung eines bestimmten Temperaturwertes der Leitung die Farbe wechselt?

Frage 264: Wer stellt das Baupa-Sicherheits-Kontaktschloß für Einbruchsicherungsanlagen her?

Abschluß des Heftes: 27. Oktober 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 300 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Selektiver Überstromschutz für Netzstationen.

Mitteilung der AEG.

Bei Energieübertragungen durch Kabel hat man gewöhnlich mit kleinen Impedanzen der Übertragungsleitungen zu rechnen, so daß, wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen sind, in Kabelnetzen meist sehr große Kurzschlußströme auftreten können. Sind die Einzelstrecken kurz, so wird die Staffelung der Auslösezeiten eingebauter Selektivrelais erschwert und den Betrieb unnütz störende Fehlschaltungen sind nicht ausgeschlossen. Man macht sich deshalb in Kabelnetzen, soweit es möglich ist, zweckmäßig von einer Staffelung der Auslösezeiten überhaupt unabhängig, um gleichzeitig infolge zu langer Laufzeiten der Relais, wie sie oft durch die Staffelung oder die Eigenart der Systeme bedingt sind, thermische und mechanische Überanstrengungen der Kabel zu verhindern.

S = Stromschienen, A, B, C, D = Stationen, U = Umformer, SAZ, SA I, SB I usw. = Ölschalter, KR = Kabelschutzrelais, ÜR = Überstromrelais, I, II, III = Kabelschnecken-Abschnitte, F_1 und F_2 = Fehlerstellen.

Abb. 1. Schema einer Bahnspeiseanlage. (Die Kabelabschnitte sind durch Pfannkuchschutz, die Stationen durch den AEG-Stationsschutz geschützt.)

Das läßt sich durch Anwendung besonderer Selektiv-Kabelschutzsysteme, wie beispielsweise den Differential- oder Pfannkuch-Kabelschutz, erreichen. Bei diesen Schaltungen wird eine selektive Abschaltung der kranken Strecke ohne Zeitstaffelung sicher gewährleistet, doch werden durch diese Systeme nur die Leitungsstrecken als solche, also von einem Kabelendverschluß bis zum nächsten gesichert, während die Stationen mit ihren Sammelschienen, Zuleitungen, Trenn- und Ölschaltern außerhalb des Schutzbereiches liegen. Man benötigt deshalb außerdem noch andere Relais zum Abschalten etwaiger Kurzschlüsse in den Stationen, wodurch aber dann wieder eine Staffelung der Auslösezeiten nötig wird.

Dieser Nachteil wird bei Anwendung des neuen Selektivschutzes für Netzstationen vermieden, weil die zur Überwachung der Überströme bestimmten Relais nur von Strömen zum Ansprechen gebracht werden können, die zwischen ein- und austretender Netzleitung der eigenen Station zustande kommen und weil durch diese Art der Schaltung eine Zeitstaffelung zur Erzielung der Selektivität nicht nötig ist.

Um diese Wirkungsweise zu erzielen, werden in die drei Phasen der ankommenden und abgehenden Leitung Stromwandler gelegt, deren Sekundärwicklungen gleicher Phasen in Serie geschaltet sind. Parallel zu den beiden so geschalteten Wicklungen gleicher Phasen sind auf die maximal zulässige Belastungsstromstärke der in der Station angeschlossenen Verbrauchsapparate eingestellte Maximalrelais gelegt, die auf die Ölschalterauslösungen arbeiten.

Erfolgt die Stromzuführung durch mehrere parallele Leitungen, so ist die Schaltung ähnlich.

Abb. 1 zeigt das Schema für den Stationsschutz in Verbindung mit dem AEG-Kabelschutzsystem Pfannkuch. Bei dieser Anordnung sind für den Stationsschutz keine besonderen Stromwandler erforderlich, da die Durchführungskabel-Schutzwandler zum Pfannkuchsystem gleichzeitig einen besonderen Kern mit Wicklung für den Anschluß von Maximalrelais erhalten.

Das Schema stellt eine Bahnspeisekabelanlage dar. Das Kabel führt über die Unterstationen A, B, C, D, wo jeweils durch die Umformer U Strom entnommen wird. Bei derartigen Anlagen ist es von besonderer Wichtigkeit, daß beim Auftreten eines Fehlers nur der fehlerhafte Teil allein abgeschaltet wird, damit der Betrieb keine Unterbrechung erleidet.

Dies läßt sich im vorliegenden Fall erreichen, wenn die zwischen den Unterstationen liegenden Kabelabschnitte I, II und III mit ihren Ölschaltern SA I, SB I usw. mit dem Kabelschutzsystem Pfannkuch ausgerüstet werden und für den Schutz der Umformerstationen die beschriebene Schaltung in Anwendung kommt.

Die Stromversorgung erfolgt durch die Zentralen Z 1 und Z 2. Bei einem Kabelfehler bei F_1 werden durch die Kabelschutzrelais die Ölschalter SB II und SC II ausgelöst; liegt der Fehler in der Station bei F_2, so arbeiten nur die Stationsschutzrelais ÜR und betätigen die Schalter SC II und SC III. In beiden Fällen wird also nur allein der fehlerhafte Netzteil abgeschaltet, und die Störung des Betriebes auf das Mindestmaß beschränkt.

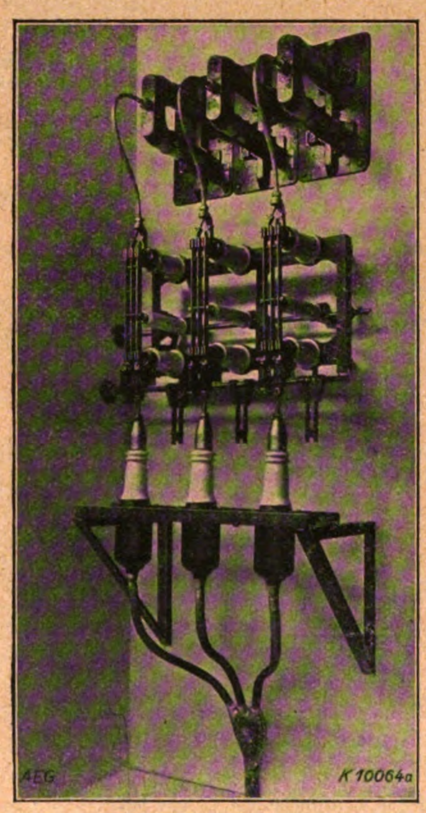


Abb. 2. Kabelabschluß mit Spreizkopf, Endverschluß-Stromwandlern und Pfannkuchschutzapparatur.

Werden die Stromwandler der Kabelschutzwandler anderweitig gebraucht oder soll die Schaltung in Verbindung mit einem anderen Kabelschutzsystem arbeiten, so werden mit Vorteil die AEG-Endverschluß-Stromwandler für den Stationsschutz verwendet. Abb. 2 zeigt den Abschluß eines Kabels mit Pfannkuchschutz und die für den Stationsschutz eingebauten Endverschluß-Stromwandler.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



...5. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 8. NOVEMBER 1928
(...633—1664)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang — Berlin, 8. November 1928 — Heft 45

Der gegenwärtige Stand der Elektrisierung Polens.

Von Dipl.-Ing. **W. Rosental,** Warschau.

Die einzelnen Gebietsteile der Republik Polen gehörten bis zum Jahre 1918 zu drei verschiedenen Staaten. Von der damaligen Elektrizitätswirtschaft zu sprechen, ist infolge Fehlens entsprechender Publikationen sehr schwierig. Immerhin kann man mit Gewißheit feststellen, daß der Entwicklung der Elektrisierung weder die politischen noch die wirtschaftlichen Bedingungen zuträglich waren. Zur Zurücksetzung dieses wichtigen Zweiges der Volkswirtschaft, der gleichsam eine unabweisbare Voraussetzung für jeden Staat ist, trugen später auch noch in erheblichem Maße die Folgen des langen, vernichtenden Weltkrieges bei. Die allgemeine Verarmung des Landes und insbesondere der schwierige Inflationsabschnitt gestatteten in der verhältnismäßig kurzen Nachkriegszeit noch keine weitgehenden Änderungen der Verhältnisse zum Besseren. Aus einer Reihe weiter unten genannter statistischer Angaben wird man jedoch leicht schon auch solche Momente entnehmen können, die als Zeichen des Fortschritts auf die sich vollziehende Besserung in der Versorgung Polens mit elektrischer Energie hinweisen.

Auf Grund amtlicher Daten des Ministeriums für öffentliche Arbeiten[1] bestanden in Polen Ende 1925 insgesamt, aber ohne die 200 privaten Werke mit einer installierten Leistung unter 100 kW, 635 Elektrizitätswerke, die eine Jahresproduktion von 1668 Mill. kWh und eine installierte Leistung von zusammen 824 213 kW hatten. Das ergibt auf den Kopf der Bevölkerung 61,3 kWh und 30,3 W installierte Leistung sowie 4280 kWh und 2,12 kW je 1 km² Oberfläche.

Berücksichtigt man lediglich die Elektrizitätswerke mit öffentlicher Nutzung sowie solche Werke, die nur beiläufig Energie für den allgemeinen Bedarf erzeugen, jenen aber hinzugerechnet wurden, so erhalten wir 428 Werke mit einer Erzeugung von 941 Mill. kWh und einer installierten Leistung von 442 016 kW. Das ergibt 34,6 kWh und 16,3 W auf den Einwohner sowie 2420 kWh und 1,14 kW auf 1 km².

Sind diese Ziffern auch ein deutliches Zeichen vernachlässigter Elektrisierung, so tritt in den letzten Jahren doch ein immer größeres Anwachsen der Produktion hervor, das von ständigen Fortschritten auf diesem Gebiete zeugt. Nach vorläufigen Berechnungen betrug die Gesamterzeugung im Jahre 1926 rd. 2 Milliarden kWh, d. i. ein Zuwachs um 12,3 % gegen das Vorjahr; 1927 stellte sich die Produktion auf etwa 2,4 Milliarden kWh bei einer 19,1prozentigen Steigerung. Soweit Elektrizitätswerke der öffentlichen Nutzung und die zu dieser Kategorie gehörigen Anlagen in Betracht kommen, erreichte die Zunahme im Jahre 1926 sogar 13,9 % und 1927 21,3 %.

Dabei ist die Diskrepanz zwischen dem gegenwärtigen Stand der Elektrisierung und den tatsächlichen Bedürfnissen des polnischen Wirtschaftslebens erheblich, insofern diese selbst bei vorsichtigen Schätzungen etwa 5,2 Milliarden kWh und 1,7 Mill. kW, also 190 kWh und 63 W auf den Kopf der Bevölkerung ausmachen.

Abb. 1 stellt die Verteilung der Erzeugung auf die einzelnen Woiwodschaften dar. Was hier besonders auffällt, ist der ungewöhnlich kleine Anteil der Wasserkräfte an der allgemeinen Energiebilanz der Elektrisierung. Die Wasserkraftwerke erzeugen kaum 1,2 % der gesamten Produktion. Eine Ausnahme bildet nur Pommerellen, wo sie etwa 50 % der ganzen Produktion der Woiwodschaft liefern. Auf die Wärmekraftwerke entfallen also zusammen 98,8 % der erzeugten Energie. Es sei darauf hingewiesen, daß außer den Kohlenbezirken, die in den Woiwodschaften Schlesien, Krakau und Kielce liegen, ferner außer den Naphtharevieren in den südlichen Woiwodschaften und außer Pommerellen, welche Gebiete örtliche Energiequellen besitzen, der Rest des Landes von weit her zu beziehenden Brennstoffen abhängig ist. Was die Menge der erzeugten elektrischen Arbeit betrifft, so zeigt sich auch hier deutlich die Steigerung von Ost nach West. Geradezu verschwindende Energiemengen werden in den östlichen Woiwodschaften gewonnen; sie nehmen nach dem Westen hin zu, besonders in denjenigen Woiwodschaften, die eine größere Industrie oder eine hoch entwickelte Landwirtschaft besitzen, und erreichen den Höhepunkt in Schlesien.

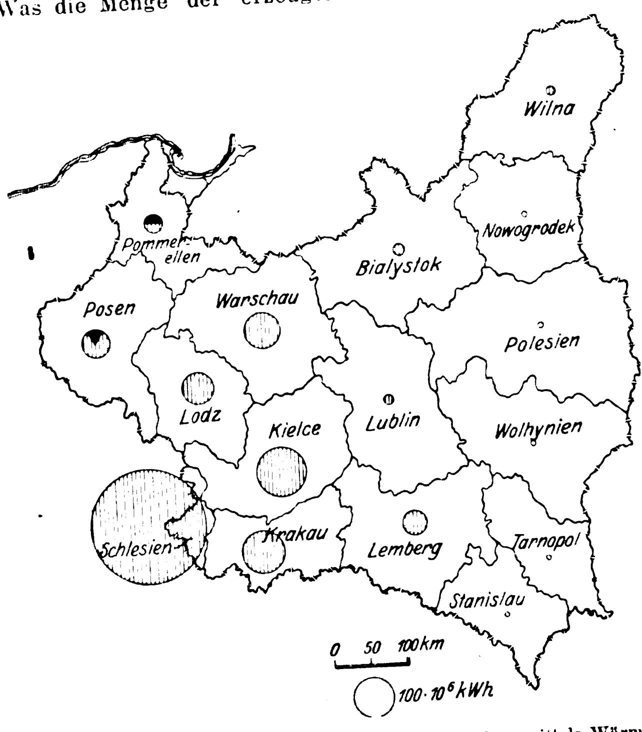


Abb. 1. Die 1925 in den polnischen Woiwodschaften mittels Wärme (schraffiert) und Wasser (schwarz) erzeugte elektrische Arbeit.

Abb. 2 zeigt die Produktionsintensität der einzelnen Woiwodschaften in Kilowattstunden je Kopf der Bevölkerung. Man ersieht daraus die Uneinheitlichkeit Polens hinsichtlich der Elektrisierung. Die einzelnen Woiwodschaften lassen sich in 5 Gruppen einteilen. Zu den ärmsten mit nur 2 kWh auf den Einwohner zählen Stanislau, Tarnopol, Wolhynien, Polesien und Nowogrodek, schon seit jeher wirtschaftlich vernachlässigte und wenig industrialisierte Gebietsteile. An der Spitze dieser Gruppe stehen Tarnopol mit 0,7 und Stanislau mit 0,85 kWh/Einwohner. Zur zweiten Gruppe mit 2 ... 10 kWh gehören Wilna, Bialystok und Lublin, die eine teilweise entwickelte Industrie oder, wie Lublin, fruchtbare Landstriche besitzen. In die dritte Gruppe mit 10 ... 30 kWh

[1] Statistik der Elektrizitätswerke in Polen (1925), herausgegeben im Jahre 1927.

sind Lemberg mit dem Boryslawer Naphthabezirk, Pommerellen mit dem größten Anteil an Wasserkraft in der Elektrisierung Polens und die Woiwodschaft Posen mit ihrer reichen Lebensmittel- und verarbeitenden Industrie zu rechnen. 30 ... 100 kWh auf den Einwohner finden sich in der Warschauer Woiwodschaft, die teilweise Industriegebiet umfaßt, in der Woiwodschaft Lodz mit ihrer hochentwickelten Textilindustrie, Kielce, die einen Teil des Dombrowaer Industriereviers umfaßt, und Krakau mit einem Teil der Kohlengebiete und dem Krosnoer Naphthavorkommen in seinem südöstlichen Teil. Die fünfte und letzte Gruppe bildet Schlesien, das 915 kWh auf jeden Einwohner zählt. Man erkennt, daß diese Woiwodschaft wie überhaupt das ganze Kohlenrevier in bezug auf den Elektrisierungsgrad die übrigen Gebietsteile der Republik ganz erheblich überflügelt. Die Zahlen, die die Abb. 2 in Klammern zeigt, betreffen die Erzeugung der öffentlichen Elektrizitätswerke. Erheblichere Unterschiede im Vergleich zu den vorangehenden Ziffern kann man nur in Woiwodschaften mit Elektrizitätswerken beobachten, welche ausschließlich für den Bedarf industrieller Unternehmungen arbeiten.

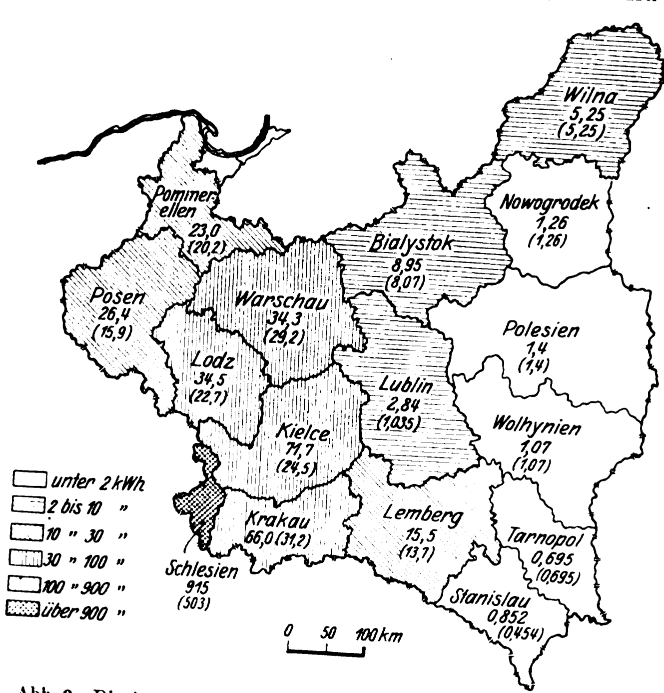


Abb. 2. Die in den einzelnen Woiwodschaften je Kopf der Bevölkerung 1925 erzeugten Kilowattstunden. Die Produktion der öffentlichen Elektrizitätswerke ist in Klammern beigefügt.

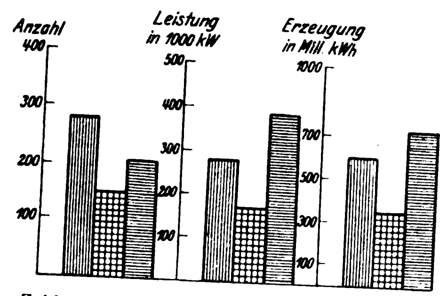


Abb. 3. Zahl, Leistung und Erzeugung der ausschließlich der öffentlichen Nutzung dienenden (vertikal schraffiert), der ihnen zuzurechnenden (kariert) und der privaten Elektrizitätswerke (horizontal schraffiert) im Jahr 1925.

Abb. 3 stellt das gegenseitige Verhältnis zwischen der Zahl der Elektrizitätswerke, der installierten Leistung und der Erzeugung für alle drei Arten von Elektrizitätswerken dar, in welche diese in der amtlichen Statistik aufgeteilt worden sind. Es ergibt sich hieraus, daß im Jahre 1925 auf die erste Kategorie, d. h. auf Elektrizitätswerke, die ausschließlich der öffentlichen Nutzung dienten, 44 % aller Werke mit 33 % der installierten Leistung und 36 % der Gesamtproduktion, auf die erste und zweite Kategorie, die auch solche Elektrizitätswerke umfaßt, welche zu den öffentlichen gezählt werden, 67 % der Werke, 54 % der installierten Leistung und 56 % der Erzeugung und auf die dritte Kategorie, d. h. alle übrigen Werke, die zu den privaten zählen, 33 % der Zahl, 46 % der Leistung und 44 % der Produktion entfielen.

Der durchschnittliche Grad der Ausnutzung betrug in bezug auf die allgemeine Erzeugung und die gesamte installierte Leistung 23 % bzw. 2000 h.

Auf ein Elektrizitätswerk entfielen durchschnittlich 1380 kW installierte Leistung und etwa 2,8 Mill. kWh Erzeugung, wobei das größte Werk Polens in Chorzow über 81 000 kW verfügte und 279 Mill. kWh (1927 aber 412 Mill. kWh) produzierte. Die Durchschnittsleistung eines Elektrizitätswerkes verringert sich jedoch wesentlich, wenn man aus der Betrachtung alle 48 Werke mit mehr als 5000 kW ausscheidet; für die verbleibenden, die 92 % der Gesamtzahl ausmachen, beträgt sie in diesem Fall nur noch 430 kW, also kaum rd. 30 % des obengenannten Betrages. Bei einer weiteren Ausscheidung von Kraftwerken mit einer installierten Leistung von über 1000 kW erhalten wir für die restlichen 80 % aller Werke durchschnittlich 190 kW, d. h. 13,5 % der anfänglichen Ziffer. Schon diese Resultate zeigen deutlich, daß die große Mehrheit der polnischen Kraftwerke zum Typ kleiner, lokaler Unternehmungen gehört.

Überlandzentralen bestanden in Polen 23 (3,5 % der Gesamtzahl) mit zusammen 170 500 kW (etwa 20 % der ganzen installierten Leistung) und einer jährlichen Produktion von 473,3 Mill. kWh (etwa 28 % der Gesamterzeugung). Diese Elektrizitätswerke besaßen zusammen 30 332 Abnehmer nach dem Zählersystem und 29 909 sonstige. In 13 Überlandunternehmungen betrug die Höchstspannung der Hauptleitungen 15 kV, in 8 Werken 35 kV und in 2 Werken 60 kV. Leitungen mit einer Spannung von 100 kV und mehr, die für die Übermittlung der Energie auf weite Entfernungen bestimmt sind, gab es überhaupt nicht.

Bei einer Gesamtzahl von 626 Städten mit etwa 7 Mill. Einwohnern besaßen 250 Städte mit etwa 5 Mill. Einwohnern eigene Elektrizitätswerke, dagegen erhielten 38 Städte mit einer Gesamtbevölkerung von 0,5 Millionen Energie aus Überlandzentralen, d. h. also, daß mit elektrischer Energie im allgemeinen 288 Städte (36 % der Gesamtzahl) versorgt sind, die eine Bevölkerung von 5,5 Mill. Einwohnern (80 % der gesamten städtischen Bevölkerung) aufweisen.

Von im ganzen 12 610 Dorfgemeinden mit einer Bevölkerung von rd. 20,5 Mill. Einwohnern waren nur 326 mit elektrischer Energie versorgt, wobei 63 Gemeinden eigene Elektrizitätswerke besaßen und der Rest die Energie aus den Überlandunternehmungen bezog.

Elektrische Straßenbahnen bestanden 1925 in 11 Städten. Die Länge des städtischen Straßenbahnnetzes betrug 213 km bei einer Gesamtgleislänge von 377 km. Auf eine der Straßenbahnen besitzenden Städte entfielen 19,36 km. Unternehmungen, die elektrischen Straßenbahnbetrieb zwischen mehreren Städten durchführen, gibt es in Polen vier.

Spannung, Frequenz und Stromsystem entsprechen mit nur wenigen Ausnahmen den Anforderungen und sind im Wege entsprechender ministerieller Vorschriften geregelt. Bei der Erteilung von Genehmigungen für neue bzw. die Erweiterung schon bestehender Elektrizitätswerke achten die zuständigen Ämter auf die Zweckmäßigkeit und fordern Übereinstimmung mit dem allgemeinen Elektrisierungsplan.

Der Anteil der Gleichstromwerke beträgt von der Gesamtzahl etwa 55 %, von der gesamten installierten Leistung 9 %. Wenn man diese Ziffern nur auf die Elektrizitätswerke mit öffentlicher Nutzung anwendet und hierbei die Elektrizitätswerke der Straßenbahnen ausscheidet, stellt sich obiger Anteil auf 47 % bzw. 5,5 %. Hieraus ergibt sich, daß das Bestehen von Gleichstromwerken durch die besonderen Bedürfnisse der Industrie bedingt ist, und daß sie in Fällen, wo sie das Verteilungsnetz der öffentlichen Nutzung bedienen, als Einrichtungen zeitweiligen, vorübergehenden Charakters angesehen werden können.

Was die Antriebsart betrifft, so entfallen auf Dampfmaschinen insgesamt 95 %, davon auf Turbinen 83 % und auf Kolbenmaschinen 12 %, außerdem auf Verbrennungsmotoren etwa 4 % und auf Wassermotoren etwa 1 %.

Alle 48 Elektrizitätswerke mit einer installierten Leistung von über 5000 kW — darunter 17 mit mehr als

10 000 kW — erzeugen elektrische Arbeit ausschließlich mit Hilfe von Dampfturbinen. Zu den größten Kraftwerken in Polen gehören: Oberschlesische Kraftwerk in Chorzow, „Elektro" in Ober-Lazisk (beide im polnisch gewordenen Teil Oberschlesiens), ferner das Warschauer Elektrizitätswerk (Warszawska Elektrownia), das Elektrizitätswerk der Lodzer Elektrizitätsgesellschaft (Elektrownia Lódzkiego Towarzystwa Elektrycznego) in Lodz, das Überlandelektrizitätswerk im Dombrowaer Bezirk (Elektrownia Okregowa w Zaglebiu Dabrowskiem) in Malobadz-Bendzin, Überlandelektrizitätswerk im Krakauer Revier (Elektrownia Okregowa w Zaglebiu Krakowskiem) in Sierza-Wodna und das Überlandelektrizitätswerk in Pruszkow (Elektrownia Okregowa w Pruszkowie). In den polnischen Elektrizitätswerken arbeiten insgesamt 290 Turbinen mit einer installierten Leistung von etwa 700 000 kW, wobei auf eine Turbine etwa 2400 kW entfallen. Die größte Leistung einer Turbine, die im Jahre 1925 arbeitete, betrug 22 500 kW.

Alle Vorberechnungen, die die künftigen Verhältnisse auf dem Gebiete der Erzeugung elektrischer Arbeit betreffen und sich auf eine tiefgehende Analyse der Charakteristik der Energiewirtschaft Polens beziehen, zeigen, daß sich die Elektrisierung, mindestens in der nächsten Zukunft, unter dem Zeichen der Kohle, des D a m p f e s, also auch der Turbine abwickeln wird. Die Elektrizitätswerke, die den größten Anteil an der gesamten Energieerzeugung haben, besitzen Kessel mit einem Dampfdruck, der durchschnittlich 12 ... 15 kg/cm² beträgt; die Temperatur des Dampfes hält sich in den Grenzen von 250 ... 350°. Der Verbrauch an Brennstoff beträgt durchschnittlich etwa 1,5 kg Kohle/kWh. In den einzelnen Elektrizitätswerken schwankt diese Zahl je nach den Maschinen, Arbeitsbedingungen sowie der verwendeten Kohlenart zwischen 1 ... 3,5 kg/kWh[2].

den Kohlenbezirken zur Verwendung von Kohlen mit hohem Heizwert gezwungen sind.

Die E i g e n t u m s v e r h ä l t n i s s e bei den Elektrizitätswerken, die ausschließlich der öffentlichen Nutzung dienen, stellen sich folgendermaßen: auf Kommunalbesitz entfallen 25 %, auf private Aktiengesellschaften 72 %, auf sonstige Privatunternehmungen 1,3 % und auf Kooperativgenossenschaften 1,7 %. Nach ungefähren Berechnungen beträgt das Aktienkapital 125 Mill. Zl, wobei die fremden Anteile etwa 70 % ausmachen.

Zu den aktuellsten Fragen der polnischen Energiewirtschaft gehört das Problem der E l e k t r i s i e r u n g d e r K o h l e n b e z i r k e. Die Lösung dieser Frage beruht auf der Finanzierung des schon seit vielen Jahren reifen Prozesses der Vereinigung der Elektrizitätswerke. Hierzu ist zu bemerken, daß die polnischen Kohlenbezirke ein Gebiet von 3880 km² umfassen und Vorräte besitzen, die auf rd. 62 Milliarden t geschätzt werden. Hinsichtlich der Größe der Kohlenvorkommen nimmt Polen die dritte Stelle in Europa hinter England (189 Milliarden t) und Deutschland (115 Milliarden t) ein, und in bezug auf die Förderung, die jährlich 36 Mill. t beträgt, steht es an vierter Stelle nach England, Deutschland und Frankreich. Der größte Teil der Gruben arbeitet in dicken Flözen von über 2 m Stärke; es kommen auch solche von 9 bis 12 m vor. Die polnischen Gruben haben es in dieser Hinsicht wesentlich leichter, als dies in anderen Kohlenbezirken Europas der Fall ist.

Auf relativ kleinem Raum, die die Kohlenbezirke in Polen einnehmen, befinden sich 39 Elektrizitätswerke mit

Abb. 4. Die Elektrizitätswerke und Verbindungsleitungen im polnischen Kohlenrevier 1925.

Die Produktionseinrichtungen der meisten polnischen Elektrizitätswerke entsprechen nicht den neuzeitlichen Begriffen von rationeller Wärmewirtschaft. Der Grund für diese Erscheinung ist in dem allgemeinen Überfluß an Kohle und der verhältnismäßig nicht hohen Preise für diese sowie — und dies hauptsächlich — in der Schwierigkeit zu suchen, die die Beschaffung der für Investitionen nötigen Geldmittel bietet. Dies betrifft besonders diejenigen Kraftwerke, die in den Kohlenbezirken liegen (60 % der gesamten installierten Leistung) oder in nicht allzu großer Entfernung von diesen und die Möglichkeit haben, mit billigem Kohlenstaub zu feuern. Die Modernisierung der Einrichtungen dieser Werke in Verbindung mit der Erreichung eines höheren energetischen Wirkungsgrades hält einer Kalkulation nicht stand. Das wirtschaftliche Optimum wird bei dem primitiven Charakter der Wärmewirtschaft in denjenigen Elektrizitätsunternehmungen erreicht, die den Kohlengruben am nächsten liegen. Die Anwendung teurer Einrichtungen mit hoher Leistungsfähigkeit kann lediglich in solchen Werken eine Berechtigung finden, die eine erheblich fortgeschrittene Zentralisierung des Erzeugungsprozesses und dabei einen hohen Ausnutzungsgrad besitzen, schließlich auch noch bei Werken, die infolge erheblicher Entfernung von

je über 5000 kW Leistungsfähigkeit. Ihre Gesamtleistung erreicht 500 000 kW, wovon aber über 200 000 kW auf Reserven entfallen. Eine Vereinigung der Elektrizitätswerke würde die Möglichkeit bieten, die Reserven aktiv zu machen, dadurch die allgemeine Leistungsfähigkeit der Werke zu heben und deren Erzeugung um rd. 600 Mill. kWh jährlich zu steigern. Ein Teil dieses Zuwachses würde zur Befriedigung des sich ständig vergrößernden Bedarfs der elektrochemischen Industrie, insbesondere der staatlichen Stickstoffwerke in Chorzow (Ostoberschlesien) verwendet, der Rest über die Grenzen des Kohlenreviers hinausgeleitet werden können (siehe Abb. 4).

Es unterliegt keinem Zweifel, daß in der Versorgung des Inneren des Landes mit elektrischer Arbeit die eigentliche Rolle des Kohlenreviers innerhalb der gesamtpolnischen Elektrizitätswirtschaft liegt. Auf die tiefere Berechtigung dieser Behauptung weisen die aktuellen Bedürfnisse der Kohlenwirtschaft hin, die zum Zwecke der Energieerzeugung eine erhebliche Menge minderwertiger, billiger Kohlenabfälle abgeben kann, zumal sich deren Versand unter den gegenwärtigen Wirtschaftsverhältnissen und Eisenbahntarifen nicht lohnt. Die Menge des Kohlenstaubs allein, deren Absatz auf erhebliche Schwierigkeiten stößt, übersteigt 20 % der ganzen Kohlengewinnung. Mit dieser Menge könnten 7 Milliarden kWh erzeugt werden, wenn man 1,2 kg für 1 kWh zugrunde legt.

Von den verschiedenen projektierten größeren Investitionen in der polnischen Energiewirtschaft sei hier

[2] Die Höhe des Verbrauchs erklärt sich daraus, daß Polen viele kleine Elektrizitätswerke besitzt, die bei den Kohlengruben liegenden die Kohle unrationell ausnutzen, die Werke in den Industriegebieten fast ausschließlich Kohlenstaub und andere Abfallsorten verwenden und der Heizwert der polnischen Kohle durchschnittlich auf 6000 kcal geschätzt wird.

die Erweiterung des Elektrizitätswerks „Elektro" in Ober-Lazisk in Ostoberschlesien bis auf 120 000 kVA und der im Zusammenhang damit vorgesehene Bau weittragender Leitungen für 60 kV erwähnt, die für die Energieversorgung der staatlichen Stickstoffwerke in Chorzow bestimmt sind.

Die Verwendung von Erdgas für Zwecke der Elektrizitätsgewinnung beginnt immer größere Kreise zu interessieren. Schon seit einigen Jahren besteht und entwickelt sich unter günstigen Bedingungen die Überlandzentrale (Dampf) in Boryslaw, die mit Erdgas arbeitet. Im laufenden Jahr ist eine mit Erdgas betriebene Überlandzentrale zur Versorgung des Krosnoer Naphthareviers in Dienst gestellt worden. Die Erdgasproduktion beträgt durchschnittlich etwa 500 Mill. m^3 jährlich.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Elektrisierung des polnischen Naphthareviers beruht auf der Rationalisierung der seit Jahren vernachlässigten örtlichen Energiewirtschaft, auf der Ersparung erheblicher Rohnaphtha- und Erdgasmengen sowie auf der Forcierung der Entwicklung der Naphthaindustrie und besonders des Bohrbetriebes.

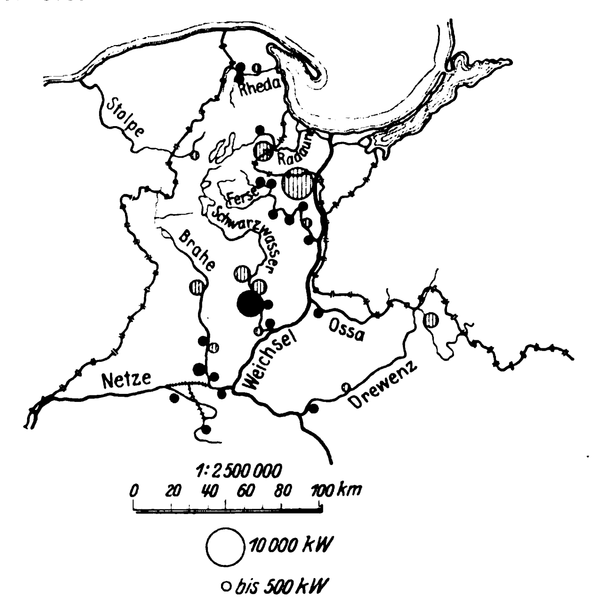


Abb. 5. Die 1925 vorhandenen (schwarz) und die projektierten (schraffiert) Wasserkraftwerke Pommerellens.

Die Wasserkräfte sind an der allgemeinen Energiegewinnung in Polen, wie schon erwähnt, mit kaum 1,2 % beteiligt, wobei die Wasserkraftwerke in der Hauptsache in Pommerellen konzentriert sind. Dieser Stand der Dinge zeugt aber durchaus nicht für eine Armut an Wasserkräften, deren Gesamtleistung etwa 2,7 Mill. kW, d. h. etwa 7 kW/km^2 und 90 W je Einwohner beträgt. Hiervon werden etwa 50 % als am geeignetsten zur Ausbeutung angesehen.

Die Leistung der bestehenden Wasserkraftwerke schätzt man auf 63 000 kW, wovon 8375 kW auf Elektrizitätswerke entfallen. Die sich zur Ausnutzung am besten eignenden Wasserkräfte treten hauptsächlich in zwei Gruppen in Erscheinung: in Pommerellen und in den Karpathen, die eine voneinander abweichende Wasser- und Wirtschaftscharakteristik zeigen. Pommerellen besitzt leichter ausnutzbare Wasserkräfte, die zudem noch in günstigen, natürlichen Sammelbecken gelegen sind (s. Abb. 5). Die verhältnismäßig nicht große Entfernung der Gefälle der pommerellischen Flüsse von den Zentren des Energieverbrauchs, das Fehlen eines örtlichen Rohstoffes zur Wärmeenergieerzeugung, die gut organisierte Initiative der lokalen Selbstverwaltungskörper und schließlich die hohe Kultur der Landwirtschaft schufen hier ungewöhnlich günstige Voraussetzungen wirtschaftlicher Art für die Ausnutzung der Wasserkräfte zur Elektrisierung des Landes. In keinem anderen Teil Polens kann man einen so weitverzweigten Ausbau des Überlandnetzes beobachten und eine so erhebliche Anwendung elektrischer Arbeit für landwirtschaftliche Zwecke, die 20 % der ganzen örtlichen Energieerzeugung beanspruchen.

Die Wasserkräfte in den Karpathen (Abb. 6) weisen, wenn sie auch imponierender wirken als die pommerellischen, nicht so viel vorteilhafte Seiten auf, wenn man sie einer Charakteristik unterzieht. Die erheblichen Anlagekosten bieten hier bedeutende Hindernisse in der Verwirklichung der schon seit langem projektierten Arbeiten. Eine weitere Schwierigkeit besteht in der Lage der Wasserfälle, die vielfach in den Grenzgebieten des Staates konzentriert sind und sich außerdem in erheblichen Entfernungen von den Zentren des Energieverbrauchs befinden. Das Vorhandensein des idealen Rohstoffs für die Wärmeenergie, des Erdgases, im mittleren und östlichen Teil der Karpathen sowie die nahe Nachbarschaft der Kohlenbezirke im westlichen Teil rücken die vom wirtschaftlichen Standpunkt günstigeren kalorischen Methoden der Elektrizitätserzeugung an erste Stelle, die hier auch in immer größerem Umfange zur Anwendung gelangen.

Der gegenwärtige Stand der Ausnutzung der Wasserkräfte entspricht aber in keinem Falle den Möglichkeiten ihrer Verwertung. Wenn auch die derzeitigen Wirtschaftskonjunkturen immer günstigere Bedingungen für den Bau großer Unternehmungen der Wärmeenergiewirtschaft im Vergleich zur Ausnutzung der Wasserkräfte schaffen — und dies nicht nur in Polen, sondern auf der ganzen Welt —, so weist die weitere Perspektive der Wirtschaftsverhältnisse doch darauf hin, daß in Abhängigkeit von vielen Momenten die Reihe früher oder später an die Verwertung der Wasserkräfte kommen muß. Das wird dann besonders eintreten, wenn die aufgespeicherte nationale Arbeit entsprechende Reserven des einheimischen Kapitals schafft, wenn die allgemeine Hebung der Volkswirtschaft günstigere Bedingungen für das Entstehen von Verbrauchsgebieten in der Nähe der Wasserkräfte ergibt, und wenn schließlich die polnische Kohle durch die Erschließung größerer Absatzmärkte, durch vermehrten Inlandverbrauch (gegenwärtig 0,65 t auf den Kopf der Bevölkerung) sowie durch das Entstehen einer größeren Verarbeitungsindustrie ein immer gesuchterer Rohstoff mit dem ausgesprochenen Wert einer chemischen Substanz werden wird.

Das Fehlen einer entwickelten Industrie für die Herstellung elektrischer Einrichtungen wirkt sich sehr nachteilig für das allgemeine Fortschreiten der Elektrisierung aus. Eine Elektroindustrie hat vor dem Kriege auf dem polnischen Gebiet fast gar nicht bestanden. Die Bedürfnisse des Landes an elektrotechnischen Waren wurden ausschließlich im Wege des Imports ausländischer Erzeugnisse gedeckt. In der Nachkriegszeit haben dann die Bestrebungen nach wirtschaftlicher Unabhängigkeit entsprechende Vorbedingungen für die Entwicklung einer einheimischen Elektroindustrie geschaffen, die im Verlauf von nicht ganz zehn Jahren ihres Bestehens schon erhebliche Fortschritte aufzuweisen hat. Die Zahl der in diesem Industriezweig beschäftigten Angestellten und Arbeiter beträgt gegenwärtig etwa 6000 Köpfe. Eine Reihe größerer und kleinerer Unternehmungen erzeugt elektrische Maschinen, Apparate, Installationsmaterial, Leitungen und Kabel, Elektroporzellan, Glühlampen, Akkumulatoren und Batterien, schließlich noch elektromedizinische Artikel sowie Apparate für Schwachstrom und die Radiotechnik. Nicht hergestellt werden in Polen bis jetzt Zähler, Turbosätze, große Motoren, große Transformatoren sowie Apparate für höhere Spannung.

Von den größeren Fabriken der Elektroindustrie Polens seien folgende genannt: Elektromaschinen stellen her: Brown, Boveri & Co., A. G., in Polen mit je einer Fabrik in Zychlin und Teschen (Cieszyn), die Polnische Elektrizitätsgesellschaft (Polskie Towarzystwo Elektryczne) mit Fabriken in Kattowitz und Warschau, Elektrobudowa (Elektrobau) in Lodz; mit der Herstellung von Leitungen und elektrischen Kabeln befassen sich: Kabel in Warschau, Kabel Polski in Bromberg, Polnische Siemens-Werke (Polskie Zaklady Siemens) in Pabjanice; elektrische Apparate und Installationsmaterial fabrizieren: Brygiewier, Zucker & Co., K. Szpotanski und Gebrüder Borkowski in Warschau; Elektroporzellanteile werden u. a. von Giesche A. G. und Cmielow A. G., Glühlampen von der Polnischen Osram (Polska Zarówka Osram) in Pabjanice, den Polnischen Philips-Werken (Polskie Zaklady Philips) in Warschau, Cyrkon usw. erzeugt; die Produktion von Akkumulatoren und Batterien betreiben: Polnische Akkumulatoren-Gesellschaft (Polskie Towarzystwo Akumulatorowe) in Biala bei Teschen, Akkumulatoren-Werke Tudor (Zaklady Akumulatorowe Tudor) in Warschau, Polnische Akkumulatoren-Fabrik (Polska Fabryka Akumulatorów) in Posen u. a.; das einzige größere Werk für Schwachstromapparate ist die Staatliche Fabrik für Telegraphen- und Telephon-

apparate (Panstwowa Fabryka Aparatów Telegraficznych i Telefonicznych) in Warschau.

Die gesamte Produktion der inländischen Elektroindustrie versorgt den heimischen Markt. Außerdem besteht eine Einfuhr elektrischer Maschinen und Artikel, die sich wie folgt stellte:

1925	14 651 t	im Wert von 38,50 Mill. Zl.
1926	11 406 „	„ „ „ 38,75 „ „
1927	15 000 „	„ „ „ 66,00 „ „

Grundlage ist das Elektrizitätsgesetz vom 21. III. 1922. Im Interesse eines rationellen Aufschwungs der Elektrizitätswirtschaft macht dieses Gesetz die Errichtung von Unternehmungen der öffentlichen Nutzung von einer Regierungskonzession abhängig, die der Minister für öffentliche Arbeiten erteilt. Es gewährt den Unternehmungen, die ihre Tätigkeit auf Grund einer solchen Konzession ausüben, eine Reihe von Privilegien erster Ordnung, legt ihnen aber auch gewisse Verpflichtungen auf.

Zu den wichtigsten Rechten, die den Konzessionären zustehen, sind zu zählen: das ausschließliche Recht (Monopol) für die im Konzessionsakt näher umschriebenen Gebietsteile, das Recht der Führung von Leitungen über private und öffentliche Grundstücke gegen eine Entschädigung sowie die unentgeltliche Ausnutzung öffentlicher Wege für diese Zwecke. Schließlich können zugunsten solcher Unternehmungen die zum Bau oder zur Erhaltung ihrer Werke benötigten Immobilien dauernd oder vorübergehend enteignet werden. Zu den Pflichten des Berechtigten gehört anderseits die Energieversorgung des Konzessionsgebietes unter Bedingungen, die im Konzessionsvertrag vorgesehen sind, sowie die Unterordnung unter die Regierungskontrolle im Rahmen der übernommenen Verbindlichkeiten. Das Ministerium für öffentliche Arbeiten hat ein Muster des Formulars für Berechtigungen auf diesem Gebiet veröffentlicht, nach dem Konzessionen für Elektrizitätsunternehmen erteilt werden.

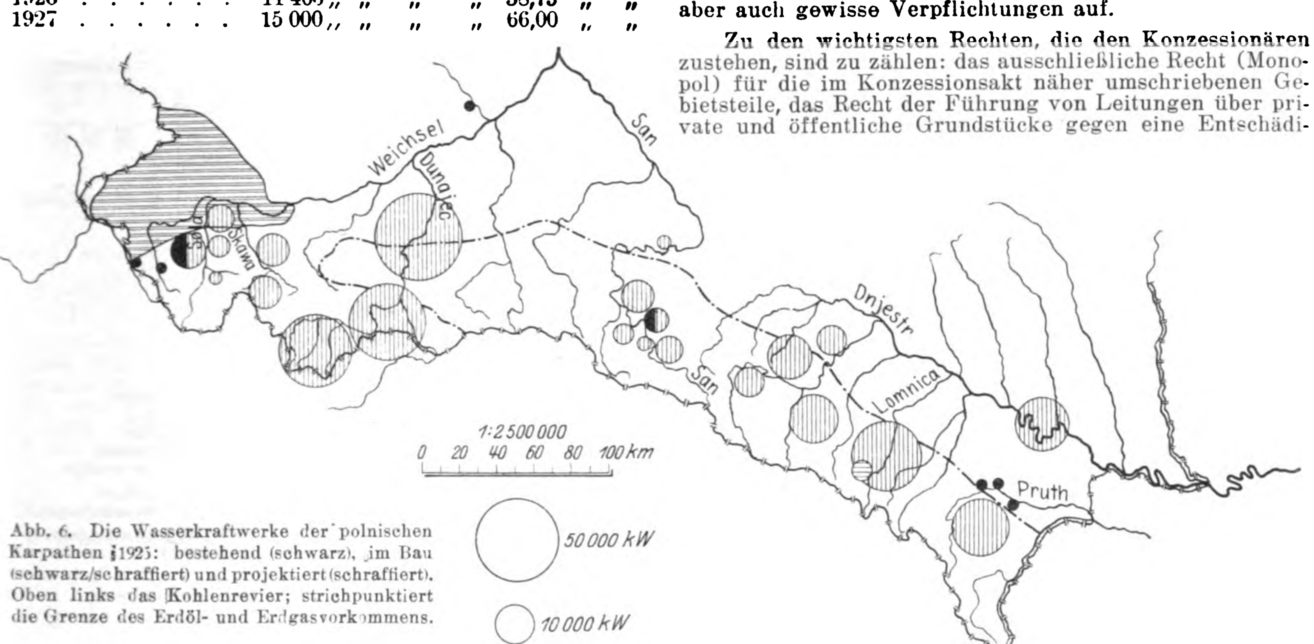


Abb. 6. Die Wasserkraftwerke der polnischen Karpathen 1925: bestehend (schwarz), im Bau (schwarz/schraffiert) und projektiert (schraffiert). Oben links das Kohlenrevier; strichpunktiert die Grenze des Erdöl- und Erdgasvorkommens.

Unter dem Einfluß der Entwicklung der inländischen Elektroindustrie verschwindet — wenn auch langsam, so doch ständig — der Kolonialcharakter des polnischen elektrotechnischen Marktes, und die ausgesprochen einseitige Struktur der polnischen Elektrizitätswirtschaft erzielt ein immer größeres Gleichgewicht. Gleichwohl ist festzustellen, daß das Fehlen einer gut organisierten elektrotechnischen Großindustrie, die an der Finanzierung der Elektrizitätsversorgung aktiv mitwirken könnte, deren Entwicklung im Vergleich zu anderen Ländern erheblich beeinträchtigt.

Die Rechtverhältnisse in Polen auf dem Gebiete der Elektrizitätsversorgung kann man als geordnet ansehen;

Experimentelle Untersuchung des Ankerluftfeldes in der neutralen Zone einer Gleichstrommaschine.

(Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Versuchsfeld der T. H. Berlin.)

Von Dipl.-Ing. S. John, Berlin-Lankwitz.

Übersicht. Der Verlauf des Ankerluftfeldes in der neutralen Zone einer Gleichstrommaschine wird nach den Anschauungen von Th. Lehmann experimentell nachgeprüft. Das Ergebnis der statischen wie oszillographischen Messung zeigt, daß unter bestimmten Voraussetzungen des Stromverlaufs eine Induktionssteigerung in der neutralen Zone meßbar ist.

Die Feldverteilungskurve des stromdurchflossenen Ankers einer Gleichstrommaschine zeigt im Luftraum bei stromloser Erregerwicklung der Maschine bekanntlich

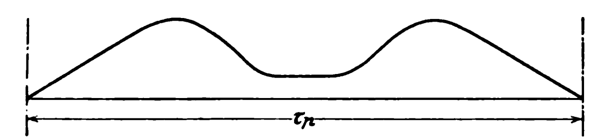


Abb. 1. Feldverteilungskurve des Ankerluftfeldes.

den in Abb. 1 skizzierten Verlauf. In der neutralen Zone findet sich die typische sattelförmige Einbuchtung. Im Arch. El. Bd. 12, S. 144, tritt Th. Lehmann der bisherigen Anschauung des sattelförmigen Verlaufes der Feldverteilungskurve in der neutralen Zone entgegen. Er beweist, daß bei Annahme eines Strombelages die Liniendichte in der neutralen Zone, wo der Strombelag sein Vorzeichen wechselt und das Amperewindungsdruck-Diagramm eine Spitze hat, unendlich groß wird. Er tritt hier besonders R. Richter entgegen, der für das Zeichnen von Feldlinien des Ankerluftfeldes einen Strombelag voraussetzt und bei Auswertung der Feldbilder eine sattelförmig verlaufende Feldkurve erhält[1]. In der Praxis kommt ein Strombelag, der plötzlich von + auf — springt, nicht vor. Infolgedessen wird die Induktion in der neutralen Zone nur theoretisch unendlich groß. Trotzdem müßte sich nach Th. Lehmann auch bei der wirklichen Maschine eine Induktionsteigerung zeigen. Diese sucht Th. Lehmann an Hand von Feldbildern nachzuweisen. Sie schwankt je nach dem behandelten Fall zwischen dem 1,7 ... 2,5fachen Wert gegenüber dem niedrigsten Induktionswert eines Zahnes in der Pollücke. Diese Induktionsteigerung würde für die Kommutierungstheorie eine hervorragende Bedeutung haben. Im folgenden ist versucht worden, experimentell den Verlauf des Ankerluftfeldes

[1] Arch. El. Bd. 11, S. 995.



in der Pollücke auf die Richtigkeit der Anschauung Th. Lehmanns nachzuprüfen.

Da die Art der angewandten Meßmethode für das Ergebnis von großer Bedeutung ist, soll sie kurz besprochen werden. Bei der Messung war es auf jeden Fall zu vermeiden, Oberschwingungen, die von den Strömen in den während der Kommutierung kurzgeschlossenen Spulen herrühren und gerade in der Wicklungsneutralen auftreten, in das Meßergebnis hineinzubekommen. Denn dann wäre eine eindeutige Feststellung einer vorhandenen oder schon hierdurch in Frage gestellt worden wäre[3]. Ein Nachteil der Wismutspirale ist ihre starke Abhängigkeit von der Temperatur. Die angegebenen Korrektionsformeln geben in der Regel nur Annäherungswerte und zeigen bei größeren Abweichungen von der Eichtemperatur beträchtliche Mängel. Durch eine Reihe von Vorversuchen wurden deswegen die auftretenden Fehler und ihre Größe ermittelt. Auf Grund dessen sind die Abweichungen von der Eichtemperatur so klein wie möglich gehalten.

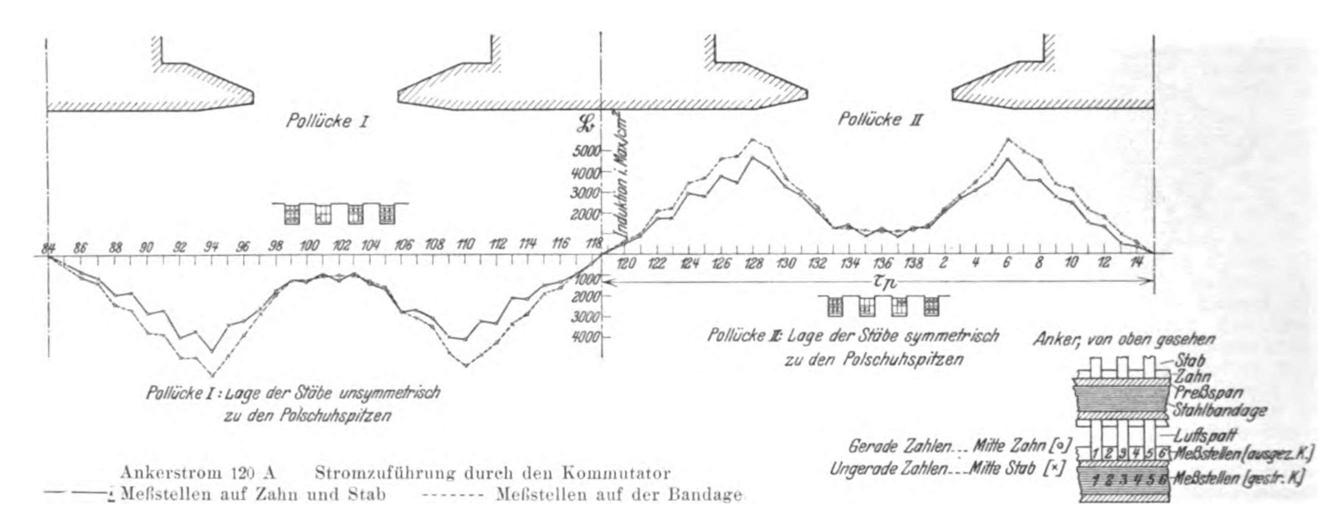


Abb. 2. Ankerluftfeld (gemessen mit der Wismutspirale).

fehlenden Induktionsteigerung nicht möglich. Diese Oberschwingungen treten bei allen Meßanordnungen auf, bei denen die Stromzuführung über den Kommutator erfolgt und der Anker rotiert[2]. Es kamen daher im wesentlichen nur statische Methoden in Frage, bei denen die erwähnten störenden Einflüsse fortfallen. Die Messungen wurden mit der Wismutspirale vorgenommen. Die Wismutspirale bot gegenüber anderen statischen Methoden einen wesent-

Die Feldverteilungskurve des Ankerluftfeldes ist an mehreren Maschinen verschiedener Bauart aufgenommen. Hier sollen nur die Meßergebnisse angeführt werden, die an einem 4poligen Einankerumformer festgestellt wurden, weil sie am deutlichsten das Ergebnis erkennen lassen. Wie erklärlich, ist der Stromverlauf in den Leitern, und zwar besonders in denen der neutralen Zone von größter Wichtigkeit. Da die Stromzuführung, wie eingangs er-

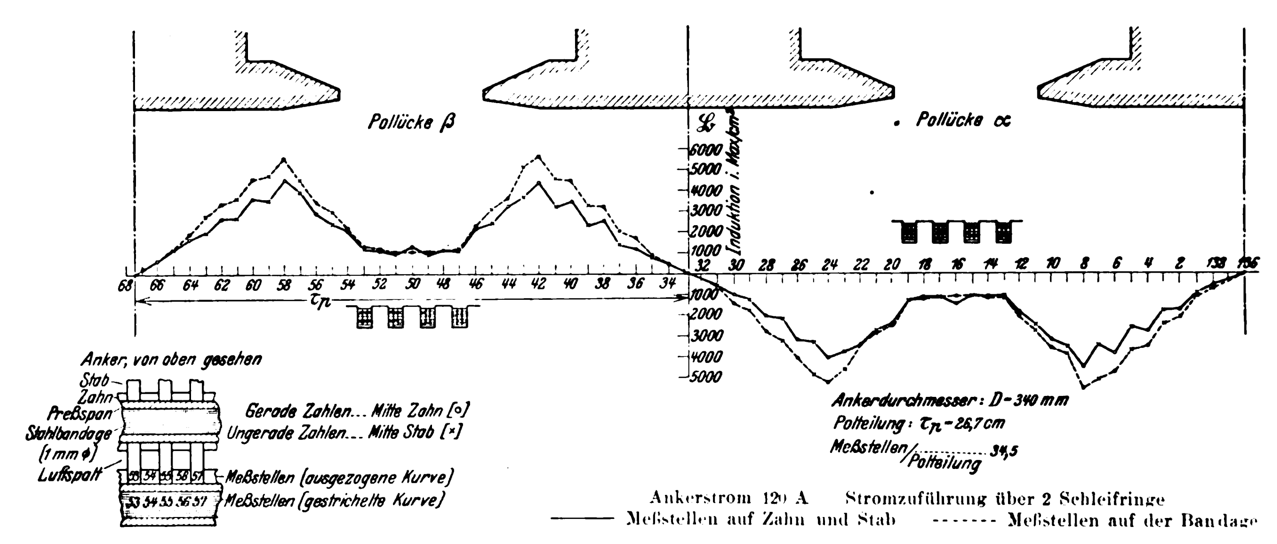


Abb. 3. Ankerluftfeld (gemessen mit der Wismutspirale).

lichen Vorteil. Infolge ihrer Bauart ist es möglich, die Induktion unmittelbar auf der Zahn- bzw. Staboberfläche zu messen, und zwar über eine Breite, die die Zahn- und Stabbreite in keinem Fall überschritt. Dies ist sehr wichtig; denn schon in geringer Höhe über dem Anker wird die Induktionsverteilung durch die Nähe der Eisenmassen der Polschuhe derart beeinflußt, daß die Möglichkeit, eine Induktionsteigerung in der neutralen Zone festzustellen,

[2] Kurvenaufnahmen dieser Art finden sich z. B. bei Arnold, Die Gleichstrommaschine, Bd. 1, Linker, Meßtechnik, und bei Mauduit, La Commutation, Paris 1912.

wähnt, bei stillstehendem Anker erfolgt, ist der Stromverlauf in den kommutierenden Leitern ein anderer als bei rotierendem Anker. Es sind bei der Messung zwei Fälle des Stromverlaufs herausgegriffen (siehe weiter unten), die zwar praktisch nicht vorkommen, aber alle während der Kommutierung auftretenden Fälle begrenzen.

[3] Diese geschilderte Erscheinung war die Ursache davon, daß der Versuch, eine Induktionsteigerung bei einer Maschine mit glattem Anker nachzuweisen, mißlang. Infolge der Höhe der Stäbe lagen die Meßstellen 13 mm über dem eigentlichen Eisenkörper des Ankers. Wie ein Ankerfeldbild ohne weiteres zeigt, hat in diesem Abstand schon eine starke Ausbreitung der Feldlinien stattgefunden.



Man kann daher aus dem gefundenen Ergebnis ohne weiteres auf die dazwischenliegenden Fälle Schlüsse ziehen. Die Ermittlung des Stromverlaufes erfolgte an Hand des Wickelschemas der Maschine. Bei Fall 1 wurde der Strom über den Kommutator zugeführt, und zwar mittels stanniolbekleideter Kupferstreifen, die in ihrer Breite der

Pollücke δ Pollücke γ Pollücke β Pollücke α
Spitzen d. A W-Druck-Diagramme
Stromverlauf in den Nuten der 4 Pollücken

Ankerstrom 120 A Stromzuführung über 2 Schleifringe; Meßstellen auf Zahn und Stab

Abb. 4. Ankerluftfeld. Feldverteilungskurven in den 4 neutralen Zonen der Maschine (gemessen mit der Wismutspirale).

Bürstenbreite entsprachen. Die Anzahl der Stromzuführungen stimmte mit der Anzahl der Bürstensätze der Maschine überein. Die Meßstellen liegen jedesmal über Mitte Zahn und Stab. Es wurden zwei Meßreihen aufgenommen, und zwar unmittelbar auf Zahn und Stab und ferner auf der Bandage. Abb. 2 zeigt das Meßergebnis, das sich

die Nähe der Polschuhspitzen eine eindeutige Feststellung erschwert. Th. Lehmann zieht aus diesem Grund für sein Beispiel mit einer stromlosen Nut eine feingenutete Maschine heran, nämlich mit 8 Zähnen in der Pollücke[4]. Es sei noch erwähnt, daß die Feldverteilungskurve auch auf graphischem Wege mit Hilfe von Feldbildern er-

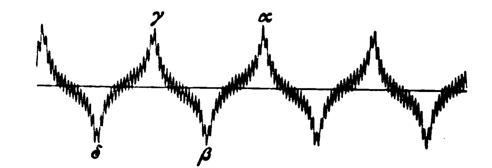
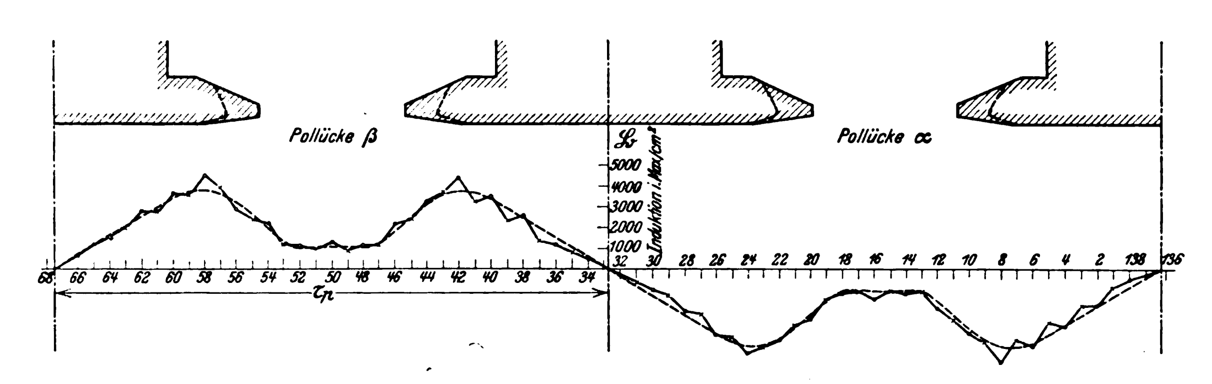


Abb. 6. Oszillographische Aufnahme des Ankerluftfeldes im freien Raum.

mittelt wurde; Abb. 5 zeigt einen Vergleich der graphischen und der experimentell gefundenen Ergebnisse[5].

Zur Vervollständigung der Untersuchung ist noch eine oszillographische Messung ausgeführt worden, die eine Bestätigung des bisher geschilderten Meßergebnisses gebracht hat. Es wurde das Ankerluftfeld im freien Raum oszillographisch aufgenommen. Zu diesem Zwecke wurde über dem ausgebauten Anker ein Meßdraht ange-

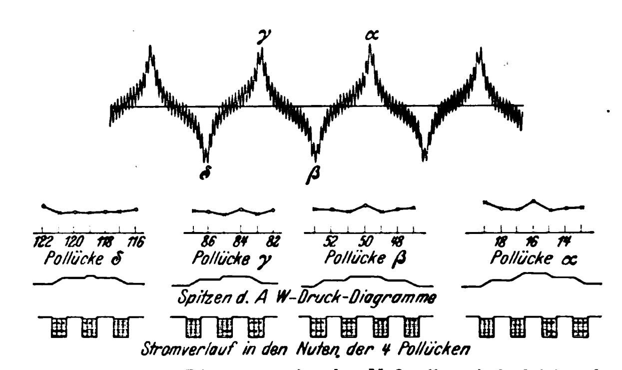


——— Feldverteilungskurve, gemessen mit der Wismutspirale (Stromzuführung über Schleifringe; Meßstellen auf Zahn und Stab)
------- Feldverteilungskurve aus dem Feldbild (resultierende Kurve bei unendlich schmalen Bürsten)

Abb. 5. Ankerluftfeld. Vergleich der Versuchsergebnisse mit der graphischen Ermittlung aus dem Feldbild.

über zwei Polteilungen erstreckt. Der zackige Verlauf der Kurve ergibt sich aus der Verschiedenheit der Induktionswerte über Zahn und Nut. Der Stromverlauf in den Nuten der neutralen Zone, wie er in Abb. 2 schematisch dargestellt ist, läßt erkennen, daß die Spitze des AW-Druck-Diagrammes infolge der stromlosen Leiter stark abgeflacht ist. Ein Anstieg der Induktion in der neutralen Zone zeigt sich deswegen, wie zu erwarten ist, nicht. In Fall 2 erfolgte die Stromzuführung über zwei Schleifringe des Einankerumformers. Auch für diesen Fall wurde der Stromverlauf aus dem Wickelschema ermittelt. Abb. 3 zeigt das Ergebnis der Messung über zwei Polteilungen. In der neutralen Zone ist hier ein Anstieg der Induktion eindeutig zu erkennen. Der Stromverlauf in den Nuten der neutralen Zone ist schematisch angedeutet. Man erkennt, daß hier die Spitze des AW-Druck-Diagrammes bedeutend mehr ausgeprägt ist als bei der ersten Messung. In den beiden anderen Pollücken (γ u. δ) der Maschine zeigte sich keine Induktionsteigerung. Zur Erklärung sind deswegen in Abb. 4 der Stromverlauf in den Nuten der neutralen Zone, die Spitzen der AW-Druck-Diagramme und die dazugehörigen Meßergebnisse zusammengestellt. Man erkennt hieraus, daß in den mit α und β bezeichneten Pollücken der mittlere Zahn unter einem höheren Amperewindungsdruck (AW-Druck) steht als die beiden benachbarten Zähne. In der Pollücke δ dagegen stehen die beiden mittleren Zähne unter demselben AW-Druck. Um hier eine Induktionsteigerung festzustellen, müßte man die beiden mittleren Zähne mit den anderen beiden benachbarten Zähnen vergleichen; diese stehen aber schon unter dem Einfluß der Polschuhspitzen. Eine Induktionsteigerung in der Neutralen kann man hier nicht mehr feststellen. In der Pollücke γ müßte die Induktionsteigerung über einen Zahn sich zeigen, der aus der Mitte der Pollücke verschoben ist. Sie ist erkennbar, wenn auch

bracht, dessen Enden mit der Meßschleife in Verbindung standen. Dem Anker wurde Gleichstrom über zwei Schleifringe zugeführt, genau wie bei der unter Fall 2



Ankerstrom 120 A Die entsprechenden Meßstellen sind gleichlaufend bezeichnet

Abb. 7. Ankerluftfeld. Vergleich der Meßergebnisse mit der Wismutspirale mit dem Oszillogramm.

beschriebenen Messung mit der Wismutspirale. Dann wurde der Anker in Rotation versetzt. Abb. 6 zeigt eines der aufgenommenen Oszillogramme. Der zackige Verlauf der Kurve rührt von den Nutenschwingungen her. Auf

[4] Arch. El. Bd. 12, S. 147.
[5] Die Ermittlung der Induktionswerte in der neutralen Zone ist unter Berücksichtigung der Abhandlung von R. Richter im Arch. El. Bd. 13, S. 67 erfolgt.

einige interessante Einzelheiten des Oszillogrammes, die aber für den vorliegenden Zweck der Untersuchung ohne Bedeutung sind, soll hier nicht eingegangen werden. Es interessieren hier nur die Spitzen der Kurven; sie sind für alle vier neutralen Zonen verschieden. Diese Erscheinung erklärt sich aus den zugehörigen AW-Druck-Diagrammen. Diese sind schon für die Messung mit der Wismutspirale für die vier Pollücken aufgezeichnet, um die in nur zwei Pollücken gemessene Induktionsteigerung zu erklären. Ein Vergleich der statisch und oszillographisch gefundenen Meßergebnisse, der in Abb. 7 durchgeführt ist, zeigt ihre Übereinstimmung in der neutralen Zone. Die Spitzen der Kurven bzw. die Induktionsteigerungen entsprechen der Ausbildung der zugehörigen AW-Druck-Diagramme.

Das Ergebnis zeigt also, daß eine Induktionsteigerung praktisch nur dann auftritt, wenn der Strom in den Nuten der neutralen Zone so verläuft, daß die Spitze des AW-Druck-Diagrammes sich nur über einen Zahn erstreckt. Erstreckt sich die Spitze des AW-Druck-Diagrammes über zwei Zähne, so ist bei grobgenutetem Anker keine Induktionsteigerung mehr meßbar. Hierbei ist zu beachten, daß der Stromverlauf bei der Meßreihe, in der eine Induktionsteigerung gefunden wurde, gegenüber dem wirklich auftretenden Stromverlauf bei einem in Betrieb befindlichen Gleichstromanker zu günstig ist, da der Strom in allen Leitern in voller Stärke fließt. Bei Vergleich mit den von Th. Lehmann auf Grund von Feldbildern gefundenen Ergebnissen ist in Betracht zu ziehen, daß von Th. Lehmann bei der Auswertung der Feldbilder die Flüsse der einzelnen Zähne an den Zahnwurzeln gemessen miteinander verglichen sind. Am Ankerumfang, wo die Induktion bei den angeführten Messungen ermittelt wurde, breiten sich die Teilröhren über die Nut aus, und zwar bei dem Zahn in der Neutralen besonders stark[6]. Infolgedessen ist die Induktionsteigerung am Ankerumfang geringer im Vergleich mit den benachbarten Zähnen. Dieser Umstand mag für das Auftreten einer kleineren Induktionsteigerung sprechen, als von Th. Lehmann angegeben. Zum Schluß sei noch auf den Artikel von R. Richter, Arch. El. Bd. 13, S. 67, verwiesen, in dem dieser auf den eingangs erwähnten Artikel Th. Lehmanns erwidert. Hier findet sich unter anderem auch eine Kritik des von Th. Lehmann zum Beweise herangezogenen Feldbildzeichnens. Ferner sind zwei experimentell aufgenommene Kurven angeführt, die keine Induktionsteigerung in der Neutralen aufweisen.

Durch obige Untersuchung wird demnach die Anschauung Th. Lehmanns betreffs einer Induktionsteigerung in der Neutralen, die nicht nur theoretisch nachweisbar, sondern auch praktisch meßbar ist, bestätigt; ihre Größe weicht allerdings aus den erwähnten Gründen von der von Th. Lehmann angegebenen ab. Das Ergebnis steht aber auch nicht im Widerspruch mit den Ausführungen von R. Richter, weil dieser geringen Induktionsteigerung eine praktische Bedeutung nicht zukommt.

[6] Arch. El. Bd. 12, S. 146.

Die Wirkung von Erdschluß- und Ausgleichspulen auf die gegenseitige Beeinflussung von Leitungen.

Von Dr. **Boll**, Mannheim.

Übersicht. Es wird eine graphische und eine rechnerische Methode angegeben für die Ermittlung der von einer erdgeschlossenen Leitung auf eine parallellaufende, gesunde Leitung übertragenen Spannungsverlagerung bei verschiedenen Betriebszuständen. Die graphische Methode gestattet eine rasche Übersicht über die gefährlichen Resonanzfälle, während die Rechnung die genaue Berücksichtigung der Dämpfung ermöglicht.

Bei der zunehmenden Ausdehnung und Vermaschung der elektrischen Netze ist es unvermeidlich, daß Freileitungen auf längere Strecken parallel geführt werden. Dabei tritt eine gegenseitige elektrische Beeinflussung auf in der Weise, daß die eine Leitung auf der anderen eine zusätzliche Spannung induziert, die sich der Betriebspannung überlagert. Gehören die beiden Leitungen Netzen verschiedener Betriebspannung an, dann kann die induzierte Spannung unter Umständen der einen Leitung gefährlich werden. Dies ist ganz besonders dann der Fall, wenn die Leitungen in geringem Abstand voneinander, z. B. auf dem gleichen Gestänge verlegt sind, und wenn die Leitung mit niedrigerer Betriebspannung eine Erdschlußkompensierung besitzt.

Die gegenseitige Einwirkung von parallellaufenden Freileitungen kann für den normalen Betrieb durch eine gute V e r d r i l l u n g der Leitungen fast völlig aufgehoben werden. Die Verdrillung wird aber unwirksam, wenn auf der einen Leitung ein E r d s c h l u ß auftritt. Denn infolge des Erdschlusses verlagert sich das Potential der drei Leiter so, als ob jedem Leiter eine zusätzliche Spannung gegen Erde aufgedrückt würde (Abb. 1). Diese zusätzliche Spannung (Erdschlußspannung) ist der Phasenspannung des erdgeschlossenen Leiters entgegengesetzt gleich, so daß dieser keine Spannung mehr, die anderen beiden aber die verkettete Spannung gegen Erde erhalten. Da die Verlagerung des Potentials alle drei Leiter gleichmäßig betrifft, kann ihre Wirkung nach außen, d. h. auf die parallellaufende Leitung, durch eine Verdrillung nicht mehr aufgehoben werden. Die allen drei Leitern und auch dem Nullpunkt des Systems aufgedrückte Erdschlußspannung wirkt also elektrostatisch induzierend auf die benachbarte Leitung, wogegen die betriebsmäßigen Spannungen keinen Einfluß ausüben und daher in der Betrachtung weggelassen werden.

Jeder Leiter der beiden Systeme besitzt eine Kapazität, welche sich aus der Teilkapazität gegen Erde und aus den Teilkapazitäten gegenüber den anderen Leitern zusammensetzt. Die zahlenmäßige Größe der einzelnen Teilkapazitäten läßt sich aus den Abmessungen des Mastbildes leicht berechnen[1].

Die induzierende Erdschlußspannung der gestörten Leitung verursacht, daß über die Teilkapazitäten zwischen den Leitungen und gegen Erde Ladeströme fließen. Diese Ladeströme bewirken das Entstehen von Ladungen auf der gesunden Leitung und damit die Beeinflussung der gesunden Leitung durch die gestörte. Die Höhe der induzierten Spannung hängt ab von der Größe der gegenseitigen Kapazität der Leitungen, von der Erdkapazität der gesunden Leitung und der Erdschlußspannung der gestörten Leitung. Um die Beeinflussung zu verhindern, ordnet man Sperr- oder A u s g l e i c h d r o s s e l n an, die zwischen die Nullpunkte von zwei an die beiden Leitungen angeschlossenen Transformatoren geschaltet werden (Abb. 2). Ihre Induktivität wird so bemessen, daß der in-

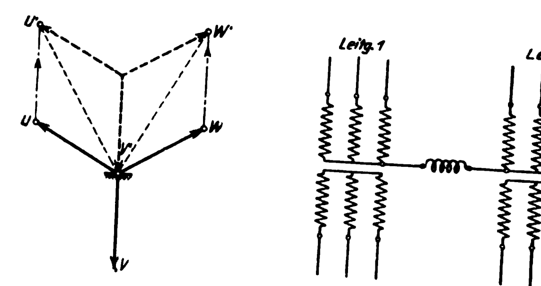


Abb. 1. Spannungsverlagerung bei Erdschluß.

Abb. 2. Anschluß der Ausgleichdrossel.

duktive Strom der Drosselspule den kapazitiven Strom der gegenseitigen Kapazität der Leitungen kompensiert. Damit wird die auf der gesunden Leitung induzierte Ladung und Spannung aufgehoben.

Bis hierher sind die angeführten Erscheinungen allgemein bekannt, und die induzierte Spannung ist ohne weiteres zu ermitteln. Schwieriger gestaltet sich jedoch die Frage nach der Höhe dieser Spannung, wenn außer

[1] Z. B. K y s e r, Elektr. Kraftübertragung. Bd. 2, S. 83 und C a s p a r i, Wirkungen d. Unsymmetrien bei Doppelfreileitungen u. ihre Beseitigung durch Verdrillung, BBC-Mitt. Mannheim 1922, S. 103.

der Ausgleichdrossel noch Erdschlußspulen an die Leitungen angeschlossen sind. Es soll daher im folgenden eine Methode mitgeteilt werden, welche die induzierte Spannung auch in diesen Fällen zu ermitteln gestattet.

Für die Untersuchung wird im allgemeinen eine graphische Methode bevorzugt, da diese am besten erlaubt, alle Möglichkeiten zu übersehen. Die graphische Methode gestaltet sich sehr einfach, solange alle Ohmschen Widerstände und Verluste vernachlässigt werden. Dies ist so lange zulässig, als nicht gerade Resonanz zwischen einer Kapazität und einer Induktivität auftritt. Im Resonanzfall können dagegen die Ohmschen Widerstände nicht mehr vernachlässigt werden, sondern sie üben einen wesentlichen Einfluß auf die Größe der auftretenden Spannungen aus. Da die Wirkung des Ohmschen Widerstandes am einfachsten auf rechnerischem Wege berücksichtigt werden kann, wird für die Untersuchung der einzelnen Resonanzfälle die Rechnung verwendet. Bei der Entwicklung der graphischen Methode wird gleichzeitig der Betrieb mit und ohne Ausgleichspule sowie mit und ohne Erdschlußspule behandelt.

A. Graphische Untersuchung ohne Berücksichtigung von Ohmschem Widerstand und Ableitung.

Die elektrostatische Beeinflussung zweier auf demselben Gestänge parallellaufender Leitungen erfolgt, wie schon erwähnt, über die Teilkapazitäten zwischen den beiden Leitungen. Außer den gegenseitigen Teilkapazitäten hat noch jeder Leiter eine Erdkapazität. Zur Vereinfachung der Betrachtung können die neun gegenseitigen Kapazitäten der beiden Leitungen in eine zwischen den Nullpunkten der beiden Leitersysteme angebrachte gegenseitige Teilkapazität C_{12} zusammengefaßt werden und die Erdkapazitäten der Leitersysteme in die beiden Teilkapazitäten C_1 und C_2. Auf diese Weise entsteht Abb. 3. In der gleichen Schaltung können auch die Erdschlußspulen und die Ausgleichdrossel eingetragen werden. Die Ausgleichdrossel liegt zwischen den Nullpunkten der Systeme, also parallel zu der Kapazität C_{12}, die Erdschlußspule parallel zu der Erdkapazität C_2 der gesunden Leitung, wobei mit dem Index 1 die zu der erdgeschlossenen Leitung gehörigen, mit dem Index 2 die zu der gesunden Leitung gehörigen Größen bezeichnet werden.

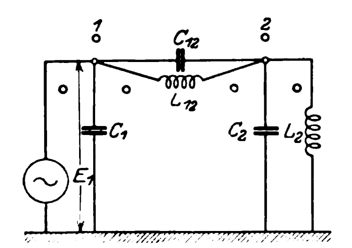


Abb. 3. Leitungen mit Ausgleich- und Erdschlußspule. Erdschluß auf Leitung *1*.

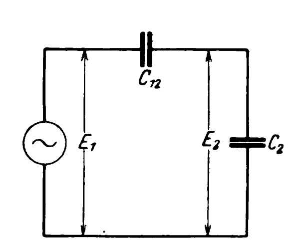


Abb. 4. Schema für Betrieb ohne Spulen.

Die Spannung, welche induzierend auf das gesunde System wirkt, ist, wie schon ausgeführt, die Erdschlußspannung (Phasenspannung) E_1 der gestörten Leitung. Daher ist in der Abb. 3 eine Spannungsquelle eingetragen, welche der Leitung *1* eine Spannung E_1 von der Größe der Phasenspannung aufdrückt. Die Erdkapazität C_1 der Leitung *1* liegt direkt an den Klemmen dieser gedachten Spannungsquelle und belastet sie mit einem kapazitiven Strom. Wenn die Spannungsquelle ausreichend groß ist, wird die Spannung E_1 durch die Anwesenheit der Kapazität C_1 nicht geändert. Die Kapazität C_1 kann daher in der weiteren Betrachtung wegfallen. Die Reihenschaltung der Kapazitäten C_{12} und C_2 mit den zu ihnen parallelgeschalteten Induktivitäten L_{12} und L_2 liegt gleichfalls an der Spannungsquelle mit der Spannung E_1. Da die verschiedenen Kapazitäten und Induktivitäten eine Reihe von Schwingungskreisen bilden, können die Spannungen an den einzelnen Teilen je nach den Größenverhältnissen ganz verschiedene Werte annehmen. Die unter den verschiedenen Bedingungen möglichen Spannungen sollen im folgenden untersucht werden.

1. Betrieb ohne Erdschluß- und ohne Ausgleichdrossel.

Es interessiert zunächst die auf der Leitung *2* induzierte Spannung E_2. Durch den Wegfall der Kapazität C_1 und der Induktivitäten entsteht das Schaltbild Abb. 4. Die beiden Kapazitäten C_{12} und C_2 liegen in Reihe geschaltet an der Spannungsquelle. Beide Kapazitäten werden von dem Strom J durchflossen. Infolgedessen entstehen an ihnen die Spannungen

$$E_2 = \frac{J}{m\,C_2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

und

$$E_{12} = \frac{J}{m\,C_{12}} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (1a)$$

Die Summe dieser Spannungen muß gleich der Spannung E_1 sein:

$$E_1 = E_2 + E_{12} \text{ bzw. } E_2 = E_1 - E_{12} \quad \ldots \quad (2)$$

Durch Einsetzen von Gl. (1a) in (2) entsteht:

$$E_2 = E_1 - \frac{J}{m\,C_{12}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3)$$

Um die Größe von E_2 auf graphischem Wege aufzufinden, zeichnet man die beiden Kurven für die Gl. (1) und (3) auf. In dem Diagramm (Abb. 5) erhält man für E_2 aus Gl. (1) eine nach rechts ansteigende Gerade durch den Nullpunkt. Die Werte für E_2, welche sich aus Gl. (3) ergeben, liegen dagegen auf einer Geraden, welche die senkrechte Achse bei dem Wert E_1 schneidet und wegen des Minuszeichens nach rechts abwärts geneigt ist. Der Schnittpunkt der beiden Geraden gibt diejenigen Werte von Strom und Spannung an, welche beide Gleichungen zugleich befriedigen, und damit den Wert der wirklich entstehenden Spannung E_2. Diese auf der gesunden Leitung induzierte Spannung E_2 wird also von der wagerechten Achse aus bis zum Schnittpunkt gemessen; die Spannung E_{12} dagegen von dem Schnittpunkt bis zur Wagerechten durch den Punkt E_1. Beide Spannungen ergeben zusammen die Spannung E_1.

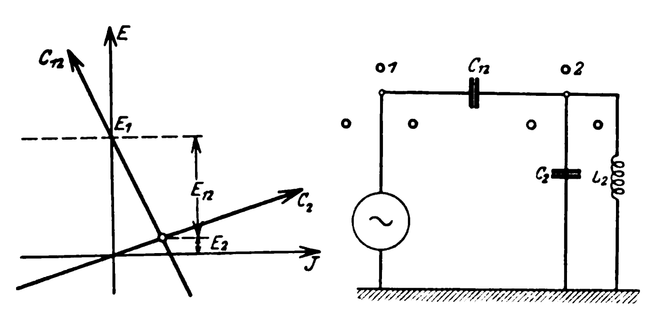


Abb. 5. Diagramm zu Abb. 4.

Abb. 6. Schema für Betrieb mit Erdschlußspule.

Aus dem Diagramm kann man entnehmen, welchen Einfluß die Größe der Kapazitäten auf die Spannungsverteilung hat. Die Neigung der beiden Geraden wird entsprechend Gl. (1) und (3) um so kleiner, je größer die zugehörige Kapazität wird. Wenn also die Kapazität C_2 verhältnismäßig groß ist, dann wird die untere Gerade ganz flach. Der Schnittpunkt der beiden Geraden für C_2 und C_{12} liegt dann stets in der Nähe der Nullinie. Dies bedeutet, daß die Spannung E_2 des Netzes *2* gegen Erde auch bei ganz verschiedenen Werten von C_{12} niemals sehr groß werden kann, sondern stets unschädlich bleibt.

Der einfachste Schutz einer Leitung gegen statische Beeinflussung durch eine andere, welche streckenweise parallelläuft, besteht also darin, daß man die Erdkapazität der zu schützenden Leitung groß macht gegenüber der gegenseitigen Kapazität der beiden Leitungen. Dies tritt ganz von selbst ein, wenn die zu schützende Leitung nur auf einer im Verhältnis zu ihrer Gesamtlänge kurzen Strecke mit der störenden Leitung parallel läuft.

2. Betrieb mit Erdschlußspule.

Es soll nunmehr der Fall untersucht werden, daß das Netz *2* mit einer Erdschlußspule ausgerüstet ist, die parallel zu der Kapazität C_2 geschaltet ist. Die Schaltung zeigt Abb. 6, in welcher die Erdschlußspule mit L_2 bezeichnet ist. Auf dem gleichen Weg wie in Abschnitt 1 wird das zugehörige Diagramm aufgezeichnet (Abb. 7). In diesem Diagramm hat an Stelle der Geraden für C_2 die Charakteristik der Parallelschaltung von C_2 und L_2 zu treten. Diese entsteht auf folgendem Wege. Die Gerade C_2 bezeichnet wie in Abb. 5 die Funktion $E_2 = \frac{J}{m\,C_2}$. Wenn der kapazitive Strom wie vorher nach rechts auf-

getragen wird, ist der Strom der Induktivität L_2 nach links aufzutragen. Die Charakteristik für L_2 ist also nach links geneigt und zeigt oberhalb einer gewissen Spannung die infolge der Sättigung des Eisens auftretende Krümmung. Die Summe des positiven Stromes der Kapazität und des negativen der Induktivität bei gleicher Spannung gibt den Reststrom der Parallelschaltung von C_2 und L_2. Diese Charakteristik K_2 der Parallelschaltung ist je nach den Größenverhältnissen von L_2 und C_2, also je nach der Einstellung der Erdschlußspule, verschieden stark nach rechts oder links geneigt, bei Unterkompensation nach rechts, bei Überkompensation nach links. Der Reststrom der Parallelschaltung ist in dem Gebiet der Unterkompensation noch kapazitiv, in dem Gebiet der Überkompensation dagegen induktiv, so daß die Parallelschaltung bei Unterkompensation durch eine Kapazität, bei Überkompensation durch eine Induktivität ersetzt werden kann. Wenn der induktive und der kapazitive Strom gleich groß sind, also bei Resonanzabstimmung der Erdschlußspule, steht in dem Diagramm Abb. 7 der gerade Teil der Charakteristik K_2 senkrecht. Der Reststrom ist hierbei gleich Null. In Wirklichkeit ist eine vollständige Aufhebung des Stromes niemals ganz zu erreichen, weil die Ohmschen Widerstände, die Eisenverluste usw. eine Wattkomponente des Stromes zur Folge haben. Diese Verluste können aber, wie oben begründet, bei der graphischen Darstellung vernachlässigt werden, solange nicht der Resonanzfall selbst betrachtet wird.

Um ein Maß für die Einstellung der Erdschlußspule zu haben, gibt man den kapazitiven oder induktiven Reststrom, welcher bei der betreffenden Verstimmung entsteht, in Prozenten desjenigen Stromes an, welcher ohne Einschaltung der Erdschlußspule entstehen würde, d. h. in Prozenten des Stromes von C_2. Dieser prozentuale Wert sei mit ε_2 bezeichnet. Unterkompensation wird negativ, Überkompensation mit positivem Vorzeichen von ε_2 bezeichnet. Die „Verstimmung", welche bei Betrieb ohne Erdschlußspule entsteht, kann also mit $\varepsilon_2 = -100\,\%$ bezeichnet werden. Um in dem Diagramm diesen ε-Maßstab für die Verstimmung der Erdschlußspule einzutragen, legt man eine beliebige Wagerechte. Der Schnittpunkt dieser Wagerechten mit der Ordinatenachse ergibt den Punkt $\varepsilon_2 = 0$, der Schnittpunkt mit der Geraden für C_2 dagegen den Punkt für $\varepsilon_2 = -100\,\%$. Die Länge zwischen diesen beiden Punkten ergibt, entsprechend eingeteilt, auch die den Zwischenwerten von ε_2 entsprechenden Punkte. Der Maßstab kann auch für die positiven ε_2-Werte nach links verlängert werden.

Die oben gewonnene Charakteristik K_2 der Parallelschaltung von Erdschlußspule und Erdkapazität wird nun wieder mit der Geraden für die Kapazität C_{12}, welche durch den Punkt E_1 geht, zum Schnitt gebracht. Durch diesen Schnittpunkt werden wie vorher die Spannung E_2 des Netzes *2* gegen Erde sowie die Spannung E_{12}, welche zwischen den Nullpunkten der beiden Netze herrscht, bestimmt.

Die Spannungswerte, welche sich für eine Verstimmung von $-100\,\%$ ergeben, sind natürlich die gleichen, wie sie aus Abb. 5 für Betrieb ohne Erdschlußspule entnommen werden konnten. Bei Einschaltung der Erdschlußspule und langsamer Vergrößerung des Spulenstromes wird die Charakteristik der Parallelschaltung steiler und die Spannung E_2 steigt an, während die Spannung E_{12} entsprechend zurückgeht. Bei genauer Abstimmung der Erdschlußspule erhält das Netz *2* die ganze Erdschlußspannung E_1 des Netzes *1*. Wenn die beiden Netze gleiche Betriebspannung haben, ist dies an sich nicht gefährlich; nur wird auf Netz *2* ein Erdschluß vorgetäuscht, obwohl tatsächlich in diesem Netz keiner vorhanden ist. Die Beeinflussung kann dagegen dann gefährlich werden, wenn das Netz *1* eine wesentlich größere Betriebspannung besitzt als das Netz *2*.

Vergrößert man nun den Spulenstrom noch mehr, dann rückt der Schnittpunkt der Parallelschaltungscharakteristik mit der Geraden für C_{12} noch weiter hinauf, so daß die Spannung E_2 sogar noch größer wird als die Spannung E_1. Laufen beide Charakteristiken parallel, dann entsteht Spannungsresonanz. Resonanz entsteht nur zwischen einer Kapazität und einer Induktivität. In unserem Fall ist C_{12} die Kapazität, während die Parallelschaltung von C_2 und L_2 als Induktivität wirkt, da die Charakteristik K_2 nach links geneigt ist.

Ist die Charakteristik der Erdschlußspule gekrümmt, dann kann ein sogenannter Kippvorgang auftreten. Dieser kommt in folgender Weise zustande: Wenn die Charakteristik K_2 aus der senkrechten Lage nach links gedreht wird, macht sich bei ihr die Krümmung infolge der Sättigung der Erdschlußspule immer stärker bemerkbar. Bei der mit (K_2) bezeichneten Lage schneidet der obere Teil der Charakteristik die Gerade C_{12} nicht mehr. Ein Schnittpunkt entsteht dann nur noch auf dem unteren Teil der Charakteristik. Hierbei ist die Spannung der Leitung *2* gegen Erde etwas größer als vor der Kippung. Die Spannung E_{12} zwischen den Nullpunkten der beiden Leitungen, welche vorher klein war, wird jetzt sogar größer als die Erdschlußspannung E_1 der Leitung, und zwar wird sie gleich $E_1 + E_2$, während sie vorher $E_1 - E_2$ war. Die Spannungen der beiden Leitungen gegen Erde schwingen in Gegenphase zueinander. Gefahren bringt dieser Betriebszustand gewöhnlich nicht, da die starke Dämpfung durch die Verluste der Erdschlußspule die großen Spannungen nicht zustande kommen läßt. Diese Dämpfung bewirkt es auch, daß der sprungweise Übergang von dem einen in den anderen Betriebszustand häufig gar nicht bemerkt wird. Bei kräftiger Überkompensation rückt der Schnittpunkt wieder in die Nähe der Nullinie, so daß die Spannung E_2 geringe Werte annimmt.

In praktischen Fällen ist die Kapazität C_2 stets ziemlich groß gegenüber der Kapazität C_{12}, so daß auch eine Verstimmung der Erdschlußspule von wenigen Prozenten stets eine ziemlich starke Neigung der Charakteristik K_2 ergibt. Es ist daher ohne weiteres möglich, das Gebiet größerer Spannungen zu vermeiden, wenn man von vornherein eine Verstimmung der Spule (Dissonanzabstimmung) wählt. Ob eine Überkompensation oder eine Unterkompensation gewählt wird, ist dabei zunächst gleichgültig. Es ist aber zu beachten, daß die Abstimmung der Erdschlußspule durch betriebsmäßig eintretende Zufälle, zum Beispiel das Abschalten von Leitungstrecken, wesentlich verändert werden kann. Wenn bei voll in Betrieb befindlichem Netz Unterkompensation vorhanden war (Neigung der Charakteristik nach rechts), also der kapazitive Erdschlußstrom größer war als der induktive Spulenstrom, dann bewirkt ein Abschalten von Leitungen eine Verringerung des kapazitiven Stromes und damit eine Drehung der Charakteristik K_2 nach links. Es kann dabei leicht vorkommen, daß man durch diese Zufälligkeiten in den Bereich hoher Spannungen gerät. Wenn dagegen bei voll in Betrieb befindlichem Netz bereits der Spulenstrom größer war als der kapazitive Erdschlußstrom (Neigung der Charakteristik nach links), dann kann durch zufällige Abschaltung von Leitungen die Verstimmung nur vergrößert werden, so daß man nicht in den Bereich gefährlicher Spannungen geraten kann. Hieraus folgt, daß es zweckmäßig ist, bei Dissonanzabstimmung von vornherein in dem Gebiet der Überkompensation zu arbeiten.

3. Betrieb mit Ausgleichdrossel und Erdschlußspule.

Die in diesem Falle entstehenden Spannungen können auf Grund eines ähnlichen Diagramms wie in den vorhergehenden Fällen untersucht werden. Die Ersatzschaltung zeigt Abb. 8. Zu der gegenseitigen Kapazität der beiden Leitungen C_{12} ist die Ausgleichdrossel L_{12} parallel geschaltet, zu der Erdkapazität C_2 die Erdschlußspule mit der Induktivität L_2. In dem Diagramm Abb. 9 erscheint wie vorher die Gerade C_2 für die Erdkapazität bzw. die der Parallelschaltung von C_2 und L_2 entsprechende Charakteristik K_2. In gleicher Weise, wie in Abb. 7 geschehen, kann auch für die Parallelschaltung von C_{12} und L_{12} die Charakteristik K_{12} abgeleitet werden. Sie verändert je nach der Abstimmung der Ausgleichdrossel ihre Lage, wobei sie sich um den Punkt E_1 dreht. Wie vorher bei der Erdschlußspule, kann man auch für die Abstimmung der Ausgleichdrossel einen Verstimmungsmaßstab mit den Werten ε_{12} einführen. Einem Betrieb ohne Ausgleichdrossel entspricht wieder eine Verstimmung $\varepsilon_{12} = -100\,\%$.

Aus dem Diagramm können die Spannungen für die verschiedensten Betriebszustände abgelesen werden. Der Schnittpunkt A, welcher für eine Verstimmung beider Drosseln von je $-100\,\%$, also zwischen den Geraden C_2 und C_{12} entsteht, entspricht wieder genau dem Schnittpunkt im Diagramm Abb. 5, welches für den Betrieb ohne Ausgleichdrossel und ohne Erdschlußspule aufgestellt war. Schaltet man nun zunächst die im Augenblick veränderlich gedachte Ausgleichdrossel allmählich allein ein, dann kommt die Charakteristik K_{12} in eine mehr senkrechte Lage, wie in der Zeichnung angedeutet. Der Schnittpunkt A' wandert hierbei auf der Geraden C_2 abwärts gegen den Nullpunkt zu. Die Spannung E_2 wird immer geringer, und bei genauer Abstimmung der Ausgleichspule, d. h. wenn K_{12} senkrecht wird, ist die Spannung E_2 gleich Null. Dann ist überhaupt keine Beeinflussung des Netzes *2* durch das Netz *1* mehr möglich. Die Spannung an der Ausgleichdrossel ist dabei gleich der vollen Erdschlußspannung E_1 des Netzes *1*. Bei Überkompensation der Ausgleichdrossel, also wenn die Cha-

rakteristik K_{12} nach links geneigt ist, entsteht wieder eine Spannung E_2 von geringer Größe. Die Spannung E_{12} an der Ausgleichdrossel wird hierbei etwas größer als die Erdschlußspannung E_1 des gestörten Netzes.

Schaltet man nun noch die Erdschlußspule des Netzes 2 ein, dann ist der Schnittpunkt B zwischen K_2 und K_{12} für die Größe der Spannungen maßgebend. Er liegt etwas höher als der frühere Schnittpunkt (A'). Wie man aus dem Diagramm sieht, kann die induzierte Spannung E_2 in diesem Falle trotz der Wirkung der Ausgleichdrossel größere Werte annehmen. Ist insbesondere die Ausgleichdrossel stark verstimmt, die Erdschlußspule dagegen genau abgestimmt (Resonanz), dann wird trotz des Betriebes mit Ausgleichdrossel die Spannung E_2 ungefähr so groß werden wie die Erdschlußspannung E_1. In dem gesunden Netz 2 wird daher auch jetzt wieder ein Erdschluß vorgetäuscht. Die Ausgleichdrossel ist also, wenn sie nicht genau abgestimmt ist, nicht mehr in der Lage, eine Beeinflussung des Netzes 2 zu verhindern.

Für den Spezialfall, daß beide Spulen genau abgestimmt sind, versagt das Diagramm, da dies wieder ein Resonanzfall ist. Wie ersichtlich, fallen beide Charakteristiken aufeinander, und ein bestimmter Schnittpunkt kann nicht mehr angegeben werden. Wie aus dem Diagramm ersichtlich, können außer diesen beiden Fällen noch zwei weitere Resonanzfälle auftreten, nämlich dann, wenn die beiden Charakteristiken parallel laufen. Dies ist möglich, wenn gleichzeitig die Ausgleichdrossel unter- und die Erdschlußspule überkompensiert ist, ebenso im umgekehrten Fall.

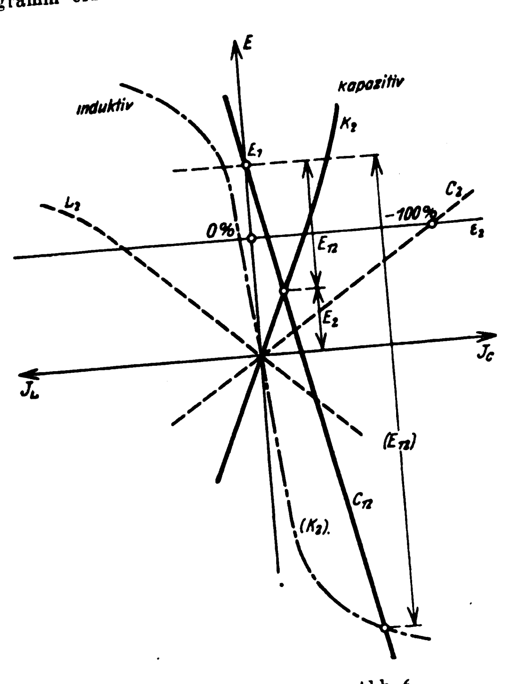


Abb. 7. Diagramm zu Abb. 6.

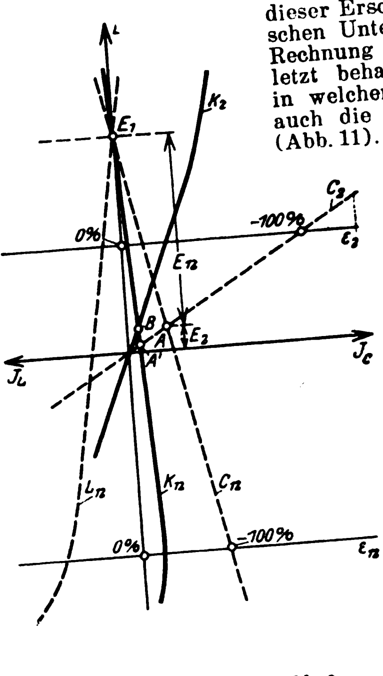


Abb. 9. Diagramm zu Abb. 8.

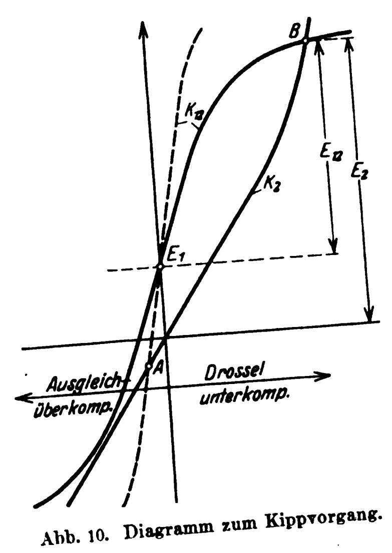


Abb. 10. Diagramm zum Kippvorgang.

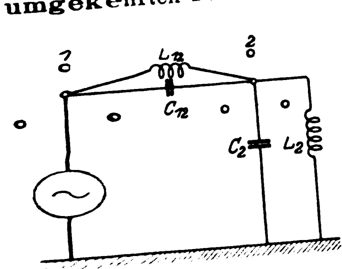


Abb. 8. Schema für Betrieb mit Ausgleich- und Erdschlußspule.

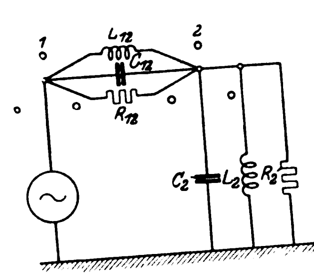


Abb. 11. Schema mit Verlustwiderständen.

Wenn die Ausgleichdrossel eine gekrümmte Charakteristik hat und die Dämpfung gering ist, dann kann in bestimmten Fällen außerdem ein sehr gefährlicher **Kippvorgang** auftreten. Dies ist aus Abb. 10 zu ersehen. Die Erdschlußspule sei etwas unterkompensiert, so daß die Charakteristik K_2 die gezeichnete Lage annimmt. Die Ausgleichdrossel soll versuchsweise etwas überkompensiert werden, so daß die Charakteristik K_{12} die gestrichelte Lage annimmt; zunächst liegt der Schnittpunkt noch bei A. Der Betrieb scheint ganz normal zu sein. Auf dem gesunden Netz wird nur eine kleine Spannung induziert. Wird aber die Ausgleichdrossel nur eine Kleinigkeit mehr verstimmt, dann kann auf einmal ein unterer Schnittpunkt nicht mehr entstehen, der Betrieb springt auf Punkt B über, bei welchem Spannungen und Ströme entstehen, welche die Ausgleichdrossel und die Isolation des gesunden Netzes aufs äußerste gefährden oder sofort zerstören. Auch durch eine kleine Veränderung der Erdschlußspule kann dieser gefährliche Zustand bereits herbeigeführt werden. Eine versuchsweise Abstimmung von Ausgleichdrosseln sollte daher nur auf Grund genauer theoretischer Untersuchungen vorgenommen werden, welche das Auftreten von gefährlichen Betriebszuständen vorhersagen können.

B. Rechnerische Untersuchung mit Berücksichtigung der Dämpfung.

Für die genaue Ermittlung der sich in den Resonanzfällen ausbildenden Spannungen ist, wie bereits in der Einleitung erwähnt, der Einfluß der Dämpfung nicht mehr zu vernachlässigen. Diese Fälle müssen daher auch rechnerisch untersucht werden, was leicht geschehen kann, wenn die Vorbedingungen für das Auftreten dieser Erscheinungen auf Grund der graphischen Untersuchungen bekannt sind. Diese Rechnung soll der Kürze halber auf den zuletzt behandelten Fall beschränkt werden, in welchem sowohl die Erdschlußspule als auch die Ausgleichdrossel in Betrieb sind (Abb. 11).

Die Verluste der Spulen und der Ableitungswiderstand des Netzes 2 werden durch Widerstände R_{12} und R_2 berücksichtigt, welche parallel zu den Spulen bzw. den Kapazitäten gelegt sind. Die Widerstände sind demnach so zu bemessen, daß die in ihnen vernichtete Leistung so groß ist, wie die Verluste der betreffenden Spule. Der Widerstand R_2 enthält außer den Verlusten der Erdschlußspule noch die Ableitungsverluste der Leitung 2 gegen Erde.

Die Ableitung der Gleichung für die Spannung mit Berücksichtigung der Dämpfung geschieht durch Aufstellung der beiden Vektorgleichungen für den Gesamtstrom $\mathfrak{J}$:

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{E}_2 \left[\frac{1}{R_2} + j \frac{1}{m L_2} - j\, m\, C_2 \right] \quad \ldots \quad (4)$$

und ebenso

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{E}_{12} \left[\frac{1}{R_{12}} + j \frac{1}{m L_{12}} - j\, m\, C_{12} \right] \quad \ldots \quad (5)$$

Da der Gesamtstrom $\mathfrak{J}$ in den beiden Gleichungen die gleiche Größe hat, sind die rechten Seiten der Gleichungen einander gleich.

$$\mathfrak{E}_2 \left[\frac{1}{R_2} + j \frac{1}{m L_2} - j\, m\, C_2 \right] = \mathfrak{E}_{12} \left[\frac{1}{R_{12}} + j \frac{1}{m L_{12}} - j\, m\, C_{12} \right] \quad \ldots \quad (6)$$

Hierin wird $\mathfrak{E}_{12}$ ersetzt durch die rechte Seite der von früher her bekannten Gleichung

$$\mathfrak{E}_{12} = \mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_2, \quad \ldots \ldots \ldots \quad (7)$$

so daß eine Gleichung zwischen $\mathfrak{E}_1$ und $\mathfrak{E}_2$ zustande kommt. Diese wird dann durch Ausquadrieren der komplexen Größen rational gemacht und mehrfach umgeformt. Die in dieser Gleichung häufig vorkommenden Werte $\frac{1}{m L_2} - m C_2$ und $\frac{1}{m L_{12}} - m C_{12}$ werden der Kürze halber durch $\varepsilon_2 m C_2$ und $\varepsilon_{12} m C_{12}$ ersetzt, wobei die Werte für ε_2 bzw. ε_{12} den auf den Verstimmungsmaßstäben in Abb. 9 angegebenen Werten gleich sind. Man erhält auf diesem Wege die Schlußgleichung

$$E_2 = E_1 \sqrt{\frac{\left(\frac{1}{R_{12}}\right)^2 + (\varepsilon_{12}\, m\, C_{12})^2}{\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{12}}\right)^2 + (\varepsilon_2\, m\, C_2 + \varepsilon_{12}\, m\, C_{12})^2}}\,. \quad (8)$$

Mit dieser Gleichung kann der Einfluß der Dämpfung in allen Fällen berücksichtigt und die Spannung E_2 auch in den Resonanzfällen bestimmt werden, in denen die graphische Methode versagt.

Bei genauer Resonanzabstimmung beider Spulen wird die Größe der Spannung E_2 nur durch die Verlustwiderstände R_2 und R_{12} bestimmt. Die Gleichung vereinfacht sich für diesen Fall zu dem Ausdruck:

$$E_2 = E_1 \frac{\frac{1}{R_{12}}}{\frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_2}} = E_1 \frac{R_2}{R_2 + R_{12}}\,. \quad \ldots \quad (9)$$

Bei Verstimmung der Erdschlußspule und Beibehaltung der genauen Abstimmung der Ausgleichdrossel ($\varepsilon_{12} = 0$) verringert sich die Spannung E_2 gegenüber dem vorigen Wert, da nur der Nenner größer wird.

Die **höchste Spannung** entwickelt sich, wenn die eine Spule über-, die andere unterkompensiert ist, und zwar so, daß Spannungsresonanz eintritt. Dann verschwindet das Glied $\varepsilon_2 m C_2 + \varepsilon_{12} m C_{12}$ im Nenner, und die Gleichung lautet:

$$E_2 = E_1 \frac{\sqrt{\left(\frac{1}{R_{12}}\right)^2 + (\varepsilon_{12}\, m\, C_{12})^2}}{\frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_2}} \quad \ldots \quad (10)$$

Die hierbei erreichte Spannung E_2 ist um so größer, je größer die Verstimmung ε_{12} der Ausgleichdrossel ist.

C. Zahlenbeispiel.

Um zu zeigen, welche Zahlenwerte in praktischen Fällen zu erwarten sind und welche Glieder in der Gleichung den größten Einfluß besitzen, soll noch ein Zahlenbeispiel behandelt werden.

Eine 100 kV- und eine 50 kV-Drehstromleitung sind auf einer Strecke von 20 km parallel auf dem gleichen Gestänge geführt. Auf der 100 kV-Leitung sei Erdschluß. Die 50 kV-Leitung besitzt eine Gesamtlänge von 100 km einschließlich aller Leitungsabzweige. Sie ist durch eine Erdschlußspule kompensiert. Die Größen der 100 kV-Leitung werden mit dem Index 1, die der 50 kV-Leitung mit dem Index 2 bezeichnet. Die grundlegenden Zahlenwerte der Leitungen sind folgende:

Die Erdschlußspannung beträgt:

$$E_1 = \frac{100}{\sqrt{3}} = 57{,}7 \text{ kV}.$$

Die gegenseitige Kapazität der Leitungen beträgt

$$0{,}47 \,.\, 10^{-8} \text{ F km}.$$

Für 20 km ist also

$$C_{12} = 9{,}4 \,.\, 10^{-8} = 0{,}094 \,.\, 10^{-6} \text{ F}$$

und

$$m\, C_{12} = 29{,}5 \,.\, 10^{-6}\ \Omega^{-1}.$$

Die Erdkapazität C_2 beträgt

$$1{,}47 \,.\, 10^{-6} \text{ F} \quad \text{und} \quad m\, C_2 = 460 \,.\, 10^{-6}\ \Omega^{-1}.$$

Die Erdschlußspule des 50 kV-Netzes soll so groß sein, daß sie den Erdschlußstrom des Netzes zu kompensieren vermag. Dieser beträgt

$$\frac{50\,000}{\sqrt{3}} \,.\, 460 \,.\, 10^{-6} = 13{,}5 \text{ A}.$$

Die Verluste der Erdschlußspule sollen 2 % ihrer Eigenleistung betragen. Der den Spulenverlusten entsprechende Strom im Verlustwiderstand R_2 beträgt daher $0{,}02 \cdot 13{,}5 = 0{,}27$ A. Außerdem ist die Ableitung der 50 kV-Leitung in diesem Widerstand zu berücksichtigen.

Die Größe dieses Ableitungswiderstandes der 50 kV-Leitung ist schwer zu schätzen, da er sich je nach der verwendeten Isolatorenart und dem Wetter in weiten Grenzen ändert. Er sei hier zu 40 $M\Omega$/km und Phase angenommen, beträgt daher für die ganze Strecke von 100 km: $\frac{40 \,.\, 10^6}{3 \,.\, 100} \approx 13 \,.\, 10^4\ \Omega$. Er ergibt einen Ableitungstrom von 0,22 A bei der Phasenspannung des Netzes 2 von $\frac{50}{\sqrt{3}} = 29$ kV. Der Ersatzwiderstand R_2 muß somit einen Strom von $0{,}25 + 0{,}22 = 0{,}47$ A bei 29 kV durchlassen und erhält eine Größe von $\frac{29 \,.\, 10^3}{0{,}47} = 62 \cdot 10^3\ \Omega$ oder einen Leitwert von

$$\frac{1}{R_2} = 16 \,.\, 10^{-6}\ \Omega^{-1}.$$

Die Verluste der Ausgleichdrossel sollen ebenfalls rd. 2 % betragen, d. h. die Leitfähigkeit $\frac{1}{R_{12}}$ des Ersatzwiderstandes muß rd. 2 % von der Leitfähigkeit $m\, C_{12} = 29{,}5 \,.\, 10^{-6}$ betragen. Somit ist

$$\frac{1}{R_{12}} = 0{,}02 \,.\, 29{,}5 \,.\, 10^{-6} = 0{,}6 \,.\, 10^{-6}\ \Omega^{-1}.$$

Bei einer Überkompensation der **Erdschlußspule** von 10 % und einer Unterkompensation der Ausgleichdrossel von 5 % soll nunmehr die Spannung E_2 berechnet werden. Es ist also $\varepsilon_2 = 10 \cdot 10^{-2}$ und $\varepsilon_{12} = -5 \cdot 10^{-2}$. Die Spannung E_2 beträgt nach Gl. (8):

$$E_2 = 57{,}7 \sqrt{\frac{(0{,}6 \,.\, 10^{-6})^2 + (-5 \,.\, 10^{-2} \,.\, 29{,}5 \,.\, 10^{-6})^2}{\left\{\begin{array}{l}(16 \,.\, 10^{-6} + 0{,}6 \,.\, 10^{-6})^2 + \\ + (10 \,.\, 10^{-2} \,.\, 460 \,.\, 10^{-6} - 5 \,.\, 10^{-2} \,.\, 29{,}5 \,.\, 10^{-6})^2\end{array}\right\}}}$$

$$= 1{,}94 \text{ kV}.$$

Auf die gesunde Leitung werden somit nur rd. 3,4 % der Erdschlußspannung der kranken Leitung von 57,7 kV übertragen. Man sieht aus der Gleichung, daß bei derartigen Verstimmungen die Größe der Verluste (erstes Glied im Nenner und Zähler) nicht mehr ins Gewicht fällt. Die graphische Behandlung, welche die Verluste vernachlässigt, genügt also für die meisten Fälle.

Weiterhin soll die größte Spannung berechnet werden, die bei einer Resonanzabstimmung der Ausgleichdrossel mit der Erdschlußspule erreicht werden kann, wenn die Ausgleichdrossel um 5 % verstimmt ist. Sie beträgt nach Gl. (10):

$$E_2 = 57{,}7 \sqrt{\frac{(0{,}6)^2 + (-5 \,.\, 10^{-2} \,.\, 29{,}5)^2}{16{,}6^2}} = 5{,}6 \text{ kV}.$$

Es werden also bei 5 % Verstimmung der Ausgleichdrossel höchstens 10 % der Erdschlußspannung E_1 des 100 kV-Netzes übertragen. Bezogen auf die Phasenspannung des 50 kV-Netzes von 29 kV bedeutet dies aber bereits eine Spannungsverlagerung von rd. 20 % und wird daher schon unangenehm empfunden. Bei größerer Verstimmung der Ausgleichdrossel wächst auch die Größe der Verlagerung. Sie ist angenähert proportional der Verstimmung der Ausgleichdrossel. Die größte Verstimmung tritt dann ein, wenn die Ausgleichdrossel **ganz abgeschaltet** wird ($\varepsilon_{12} = -100$ %). Wenn in diesem Fall Resonanz zwischen der Erdschlußspule und der gegenseitigen Kapazität der Leitungen auftritt, dann erreichen die Spannungen ganz gefährliche Werte. Im vorliegenden Fall wird die Spannung des Netzes 2 gegen Erde

$$E_2 = 57{,}7 \frac{29{,}5}{16} = 108 \text{ kV},$$

gegenüber 29 kV bei Normalbetrieb. Es muß also auch bei Störungen vermieden werden, daß die Ausgleichspule zuerst oder allein abgeschaltet wird. Die Auslösezeiten der

Schalter müssen daher der Sicherheit halber so eingestellt werden, daß bei irgendwelchen Störungen und gleichzeitigem Erdschluß auf einer Leitung zuerst die mit der gesunden Leitung parallellaufende Strecke der erdgeschlossenen Leitung oder die Erdschlußspule der gesunden Leitung abgeschaltet wird, bevor die Ausgleichdrossel bzw. einer der an sie angeschlossenen Transformatoren herausfällt.

Da außer der Abstimmung der Erdschlußspule und der Ausgleichdrossel auch die Dämpfung einen maßgebenden Einfluß auf die Größe der Spannungen hat, kann man sich in manchen Fällen durch eine künstliche Vergrößerung der Dämpfung vor gefährlichen Spannungen schützen. Die Vergrößerung der Dämpfung kann durch Verwendung einer Erdschlußspule mit großen Verlusten oder durch Vor- oder Parallelschalten eines Widerstandes zur Erdschlußspule bewirkt werden. Die Verluste der Ausgleichdrossel sollen dagegen so klein wie möglich sein.

Die bei den in Abschnitt A 2. u. 3. erwähnten Kippvorgängen entstehenden Spannungen hängen wesentlich davon ab, wie stark die beiden Charakteristiken gekrümmt sind. Am gefährlichsten ist der in A 3. erwähnte Fall, bei welchem Ausgleich- und Erdschlußdrossel gleichzeitig angeschlossen sind. Wenn die Charakteristiken so schwach gekrümmt sind wie in Abb. 10, dann würde ohne Berücksichtigung der Dämpfung gegen Erde die Spannung des Netzes *2* etwa viermal so groß wie die Erdschlußspannung E_1 werden, also über 200 kV betragen. Die Dämpfung setzt aber auch in diesem Fall die Spannung etwa auf die Hälfte herab. Trotzdem wird das Netz *2* gefährdet bleiben. — Die Ermittlung der Spannung bei Kippvorgängen unter Berücksichtigung der Dämpfung ist nur graphisch möglich. Die Darstellung des Verfahrens soll aber einem späteren Aufsatz vorbehalten bleiben. — Am besten und einfachsten vermeidet man den Bereich der gefährlichen Spannungen und Kippvorgänge durch eine ausreichende Überkompensation der Erdschlußspule (Dissonanzprinzip). Im vorliegenden Fall beträgt diese etwa 15 %, was mit Rücksicht auf die Löschung des Erdschlußlichtbogens noch durchaus zulässig ist.

Schaltvorgänge in Stromteilern.

Von **Karl Töfflinger**, Berlin.

Übersicht. **Stromteiler werden beim Übergang zur nächsten Spannungstufe zweimal ummagnetisiert. Es entstehen also Überspannungen und Überströme, die oft zu Störungen geführt haben, ohne daß man die Ursache klar erkannte. Die elektrischen Vorgänge sind jedoch so einfach, daß sich leicht die Gesichtspunkte finden lassen, die den Entwurf einwandfreier Schaltungen ermöglichen. In vielen Fällen läßt sich noch nachträglich durch mitunter ganz einfache Mittel Abhilfe schaffen. Auf die Verwendung von Vorkontaktschaltern wird nicht eingegangen, da sie für die hier vorkommenden Anordnungen meistens unwirtschaftlich ist.**

Mit dem Namen Stromteiler oder Schaltdrosselspule bezeichnet man ziemlich unterschiedslos jene Art von Hilfs- oder Zusatztransformatoren, welche zwischen einen Stufentransformator und das von diesem gespeiste Netz geschaltet werden, um eine oder mehrere folgender Aufgaben zu lösen:

a) um den durch jede Transformatoranzapfung oder jedes Schütz fließenden Strom kleiner als den Netzstrom zu halten,
b) um beim Übergang zur nächsten Netzspannungstufe eine völlige Stromunterbrechung zu vermeiden,
c) um mehr Netzspannungstufen als Transformatoranzapfungen zu erhalten.

Infolge dieser verschiedenartigen Ziele besteht eine große Vielfältigkeit von Stromteilerschaltungen und -bauarten. Trotzdem aber ist die elektrische Arbeitsweise des Stromteilers immer die gleiche, nämlich die eines Transformators. Sollen die elektrischen Vorgänge im Stromteiler untersucht werden, so ist es also nicht nötig, auf jede einzelne Bauart einzugehen, sondern es genügt, zunächst nur eine einzige zu untersuchen und die an ihr gewonnenen Ergebnisse sinngemäß auf die anderen zu übertragen.

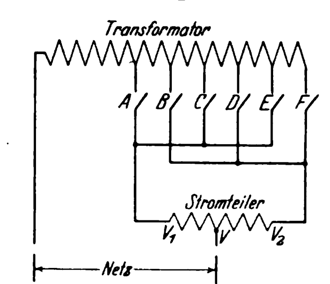
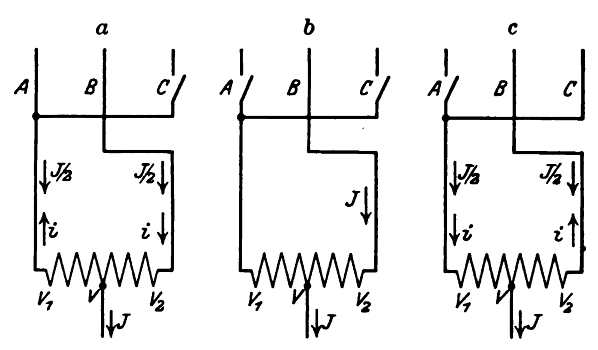


Abb. 1. Symmetrischer Stromteiler.

Wir beschränken daher zunächst unsere Untersuchung auf die einfache, in Abb. 1 dargestellte Schaltung. Der Stromteiler ist symmetrisch, seine beiden Wicklungen haben also gleiche Windungszahlen und gleichen Kupferquerschnitt. Im Dauerzustand, d. h. solange kein Schütz in Bewegung ist, sind die beiden Stromteiler-Wicklungsenden V_1 und V_2 durch zwei beliebige, aufeinander folgende Schütze mit dem Stufentransformator verbunden. Ist die unterste Netzspannungstufe eingeschaltet, so fließt aus dem Transformator über *B*, V_2, V_1 und *A* ein Magnetisierungstrom *i*, der so groß ist, daß in jedem Augenblick die im Stromteiler zwischen V_1 und V_2 induzierte Spannung gleich der zwischen den Transformatoranzapfungen *A* und *B* herrschenden ist, abgesehen von den in der praktischen Ausführung doch nur unbedeutenden Spannungsabfällen in den Leitungen. Wie bei allen Transformatoren ist auch der Magnetisierungsstrom des Stromteilers nicht genau sinusförmig, sondern um so spitzer, je stärker das Eisen gesättigt ist.



a erste Spannungstufe *b* Überschaltzustand *c* zweite Spannungstufe

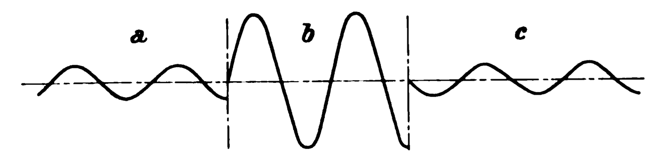
Abb. 2. Stromläufe im symmetrischen Stromteiler.

Wenn ein Strom *J* in das Netz geliefert wird, so fließt ½ *J* über *A* und V_1 und die andere Hälfte des Stromes über *B* und V_2, da die Windungszahlen der beiden Stromteilerwicklungen einander gleich sind. Neben dieser Stromteilerwirkung tritt aber auch eine Spannungsteilerwirkung auf: Die dem Netz erteilte Spannung ist der Mittelwert der an den Schützen *A* und *B* herrschenden Transformatorspannungen. An Stelle des Namens „Stromteiler" könnte man also mit gleicher Berechtigung auch die Bezeichnung „Spannungsteiler" setzen. Dieser Name ist indessen nicht gebräuchlich, da man ihn schon für andere Einrichtungen, z. B. Spannungsteilerwiderstände verwendet. Falsch dagegen ist die stellenweise übliche Bezeichnung „Schaltdrosselspule", weil eine Drosselwirkung überhaupt nicht angestrebt wird, sondern, wie weiter unten gezeigt, sich nur zeitweilig als höchst unerwünschte Nebenerscheinung einstellt.

Für den Dauerzustand dürften damit alle Zusammenhänge so klar liegen, daß Schwierigkeiten weder für den Entwurf noch für die Ausführung zu erwarten sind. Im Gegensatz dazu lehrt aber die Erfahrung, daß beim Umschalten auf eine andere Netzspannungstufe vielfach Störungen durch Überströme und Überspannungen an verschiedenen Teilen von Stromteileranordnungen eintreten. Es ist also notwendig, nicht nur den Dauerzustand sondern auch den Überschaltzustand einer genaueren Betrachtung zu unterziehen.

In Abb. 2a ist der Stromverlauf dargestellt, der sich bei der Schaltung nach Abb. 1 ergibt, wenn die unterste Netzspannungstufe eingestellt ist. Die Schützen *A* und *B* sind

geschlossen, alle anderen offen. Der Stromverlauf der zweiten Dauerstufe ist in Abb. 2c gezeichnet. Hier sind Schütz *B* und *C* eingeschaltet. Der Übergang von der ersten zur zweiten Stufe geschieht also dadurch, daß man *A* öffnet und dafür *B* schließt. Ein gleichzeitiges Eingeschaltetsein von *A* und *C* bedeutet einen Teilkurzschluß des Transformators, ergibt also einen Kurzschlußstrom, der Beschädigungen hervorrufen kann, auch wenn seine Dauer sehr gering ist. Man bedient sich also der bekannten elektrischen oder mechanischen Verriegelungen, um Vorsorge zu treffen, daß *C* immer erst dann geschlossen werden kann, wenn das Öffnen von *A* vollendet ist. Zwischen dem Öffnen von *A*, dem Abschaltmoment, und dem Schließen von *C*, dem Zuschaltmoment, liegt also eine Zeitspanne, deren Länge von der Arbeitsgeschwindigkeit der Steuerung abhängt. Während dieses Überschaltzustandes, Abb. 2b, ist der Stromteiler nur einseitig, nämlich über *B* und V_2 mit dem Transformator verbunden. Der ganze Netzstrom *J* fließt also über diesen einen Wicklungszweig, während der andere offen, daher stromlos ist. Der Stromteiler ist also nun nicht mehr auf beiden Seiten mit dem Transformator verbunden, und infolgedessen ist seine Spannung auch nicht mehr von der des Transformators abhängig. Der Netzstrom *J*, der auch bei geringer Netzbelastung bereits wesentlich größer als *i* ist, bewirkt also eine außerordentlich starke Magnetisierung des Stromteilers und induziert zwischen V_1 und V_2 eine Spannung, die das Mehrfache der im Dauerzustand auftretenden beträgt. Die Hälfte dieser Spannung tritt zwischen V_2 und *V* als induktiver Spannungsabfall in Erscheinung und bewirkt eine Dämpfung des Netzstromes. Diese ist unerwünscht, weil sie die beim Umschalten von einer Spannungsstufe zur anderen erfolgende Änderung von Strom und Spannung um so fühlbarer macht. Während der Stromteiler also im Dauerzustand als Transformator arbeitet, stellt er im Überschaltzustand eine hochgesättigte Drosselspule dar.



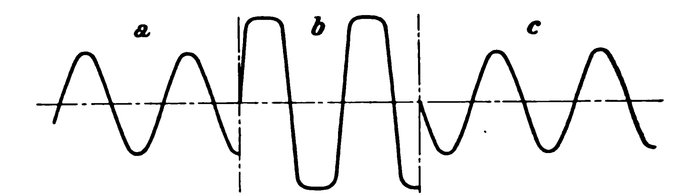
a erste Spannungsstufe *b* Überschaltzustand *c* zweite Spannungsstufe

Abb. 3. Magnetisierende Amperewindungen des Stromteilers.

In Abb. 3 sind die den Stromteiler magnetisierenden Amperewindungen dargestellt. Wenn jede Wicklung des Stromteilers *n* Windungen hat, so betragen die magnetisierenden Amperewindungen in den beiden Dauerzuständen 3a und 3c: + bzw. — 2 *ni*. Die Umkehr des Vorzeichens ist notwendig, da auf der ersten Spannungsstufe die Klemme V_1, auf der zweiten aber V_2 an dem niedrigeren Potential liegt. Die Phase des Magnetisierungsstromes ist also gegen die der Transformatorspannung und der Stromteiler-Klemmenspannung um 90° verschoben, die Erregungskurve muß daher für 3a mit +90°, für 3c mit —90° = +270° Verschiebung gezeichnet werden.

Im Überschaltzustand, Abb. 3b, wirkt der gesamte Netzstrom, der durch *n* Windungen des Stromteilers fließt, magnetisierend. Beim praktisch ausgeführten Stromteiler wird selbst bei kleiner Netzbelastung *nJ* immer noch ein Vielfaches von 2 *ni* betragen. Der Strom *J* darf sinusförmig angenommen werden. Er hat gegen die Transformatorspannung eine Phasenverschiebung φ, die in der Abb. 3b zu 0 angenommen ist. Der Magnetisierungsstrom macht also im Abschaltmoment außer seiner Größenänderung noch einen Phasensprung, und zwar von 90° auf φ°, also um einen Winkel von (90 — φ) und ebenso im Zuschaltmoment von φ auf 270°, das sind (90 + φ). In Abb. 4 sind die magnetischen Felder des Stromteilers dargestellt. In den Dauerzuständen 4a und 4c sind sie rein sinusförmig. Ihre Phase ist die gleiche wie die des erregenden Magnetisierungsstromes. Im Überschaltzustand (Abb. 4b) erscheint infolge der weit stärkeren Erregung eine Feldkurve, die infolge der Eisensättigung des Stromteilers viel flacher als eine Sinuslinie verläuft und nahezu trapezförmig ist.

Im Abschaltmoment findet also innerhalb der kurzen Zeit, die das Schütz *A* zum Öffnungsvorgang benötigt, ein Übergang von der Kurve 4a auf die Kurve 4b statt. Öffnet das Schütz gerade in dem Augenblick, in dem das magnetische Feld seinen Maximalwert erreicht hat, und ist der Winkel φ zufällig gleich 0, so müßte das ganze magnetische Feld des Stromteilers momentan verschwinden. Es entsteht also eine Überspannung, die den Lichtbogen am öffnenden Schütz *A* so lange aufrecht erhält, bis die gesamte magnetische Energie des Stromteilers in Wärme umgewandelt ist. Je größer die magnetische Energie des Stromteilers, desto mehr werden die Kontakte des Schützes beansprucht. In vielen Fällen werden die Schütze also einer weit stärkeren Abnutzung ausgesetzt sein, als nach ihrer Beanspruchung in den Dauerzuständen anzunehmen wäre. Wenn die Phasenverschiebung des Netzstromes groß wird, so wird der Phasensprung im Ausschaltmoment klein, und ist φ = 90°, so ist der Phasensprung überhaupt 0. In diesem Falle wird eine wesentliche Überspannung am ausschaltenden Schütz überhaupt nicht mehr auftreten.



a erste Spannungsstufe *b* Überschaltzustand *c* zweite Spannungsstufe

Abb. 4. Magnetische Felder des Stromteilers.

Wenn es darauf ankommt, die Beanspruchung der Schütze so niedrig wie möglich zu halten, so ist der Stromteiler derartig zu entwerfen, daß die während des Dauerzustandes in ihm aufgespeicherte magnetische Energie so klein wie möglich ist. Wenn das magnetische Feld mit Φ bezeichnet wird, so hat die magnetische Energie die Größe $\frac{ni\,\Phi \,.\, 10^{-7}}{9{,}81}$ Meterkilogramm. Das Produkt *n*Φ ist durch die am Stromteiler auftretende Dauerspannung bereits festgelegt. Man kann also nur den Magnetisierungsstrom *i* so niedrig wie möglich halten, also das Stromteilereisen möglichst wenig sättigen. In vielen Fällen werden gleichzeitig mehrere Stromteiler benutzt. Man muß dann Vorsorge treffen, daß nicht in zwei oder mehreren Stromteilern gleichzeitig Abschaltvorgänge eintreten können, da sonst eine gelegentliche Addition der Abschaltspannungen an den Schützen möglich ist und dann eine unzuläsige Kontaktabnutzung leicht eintreten kann.

Ein ähnlicher Ummagnetisierungsvorgang tritt auch im Zuschaltmoment ein. Hier beträgt der Phasensprung (90 + φ). Wenn das Einschalten von *C* gerade in dem Augenblick erfolgt, in dem das magnetische Feld des Stromteilers seinen Höchstwert erreicht hat, so müßte sich, falls φ = 0, das Stromteilereisen momentan völlig entmagnetisieren. Ist eine Phasenverschiebung vorhanden, so müßte sogar sofort eine Neumagnetisierung in umgekehrter Richtung stattfinden. Es setzt also wiederum ein Ausgleichvorgang ein, der aber diesmal keine Überspannung, sondern einen Überstrom erzeugt, der durch den Stromteiler fließt und sich über V_2, *B*, *C*, V_1 wieder schließt. Ist der Ausgleichstrom sehr stark, so kann er mechanische Zerstörungen an Schaltschienen und Wicklungen herbeiführen und vor allem Schützkontakte aneinander schweißen. Die Größe des Ausgleichstromes ist von der Größe der zum Ausgleich gelangenden magnetischen Energien und von dem Ohmschen und induktiven Widerstand seines Stromkreises abhängig.

Die magnetische Energie des Stromteilers beträgt während des Überschaltvorganges $\frac{n}{2}\,J\,\Phi \,.\, \frac{10^{-7}}{9{,}81}$ Meterkilogramm. Wenn auch infolge der Eisensättigung das magnetische Feld meistens nur ungefähr 50% größer als im Dauerzustand werden kann, so wird doch die magnetische Energie ein Vielfaches der im Dauerzustand vorhandenen betragen, besonders wenn gerade der Netzstrom sehr groß ist. Wenn man im Eisen des Stromteilers eine schmale Brücke (einen sogenannten Isthmus) vorsieht, dessen Länge und Breite so bemessen sind, daß er für das im Dauerzustand vorhandene Stromteilerfeld noch keine merkliche Vergrößerung des Magnetisierungsstromes bedingt, so kann man ein Anwachsen des magnetischen Feldes während des Überschaltzustandes, wenigstens bis zu einer gewissen Grenze, verhindern.

Macht man die Brücke zu schmal, so ergibt sich wieder eine Vermehrung der magnetischen Energie für den Dauerzustand, also eine um so heftigere Überspannung beim Abschaltvorgang. Es muß danach von Fall zu Fall untersucht werden, ob auf diese Weise eine Verbesserung erreichbar ist.

Ein wirksameres Mittel zum Unterdrücken des Ausgleichstromes ist die Einschaltung Ohmscher, unter Umständen auch induktiver Widerstände. Bei einer großen Zahl von Ausführungen sind die zwischen Stromteiler und Transformator liegenden Leitungen so lang, daß ihr Widerstand eine praktisch bereits ausreichende Dämpfung bewirkt, d. h. den Ausgleichstrom auf eine ungefährliche Stärke herabdrückt. Ist dies nicht der Fall, so genügt in sehr vielen Fällen bereits eine absichtliche Verlängerung der Leitungen. Lassen sich die Schwierigkeiten jedoch auf diese Weise nicht beheben, so kann man besondere Dämpfungswiderstände an geeigneter Stelle in den Stromkreis einschalten. Um unnötige Energieverluste oder Spannungsabfälle in diesen Widerständen zu vermeiden, hält man sie während der Dauerzustände durch besondere Schalter kurzgeschlossen. Der Widerstand ist dann also nur während des Überschaltvorganges in Tätigkeit. Die Abb. 5 zeigt eine derartige Ausführung.

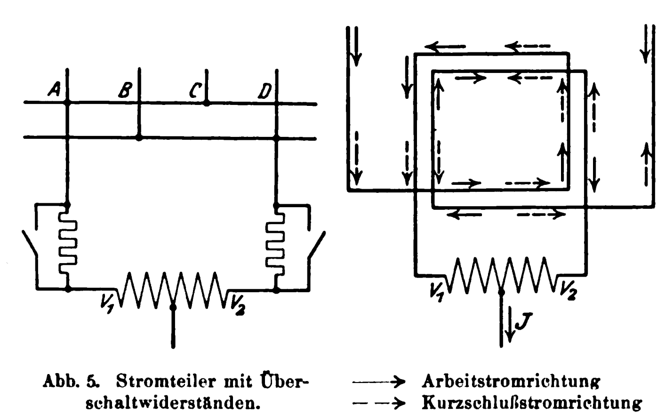


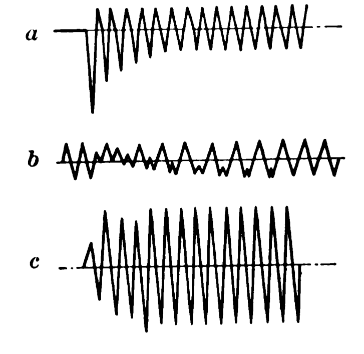
Abb. 5. Stromteiler mit Überschaltwiderständen.

——> Arbeitsstromrichtung
– – –> Kurzschlußstromrichtung

Abb. 6. Stromteiler mit Beruhigungschleife.

Eine weitere Lösung ist in Abb. 6 dargestellt. Hier werden in die Bahn des Ausgleichstromes zwei Schleifen eingeschaltet, die so angeordnet sind, daß der Ausgleichstrom beide Windungen in dem gleichen Richtungsinne durchfließt, der Netzstrom dagegen durch die eine Windung im umgekehrten Sinne wie durch die andere läuft. Die Schleife besitzt also für den Netzstrom einen kleineren Ohmschen und induktiven Widerstand als für den Ausgleichstrom, für den die Schleife eine richtige Drosselspule darstellt. Gegenüber der Anordnung von Abb. 5 ist das Fehlen zusätzlicher Schalter ein wichtiger Vorteil. Ferner lassen sich derartige Schleifen auch nachträglich noch ohne große Schwierigkeiten und Kosten in vorhandene Anordnungen einbauen. Statt der einfachen Doppelschleife kann man auch 4, 6 oder mehr Windungen anwenden. Beim Entwurf solcher Schleifen ist zu beachten, daß während des Überschaltzustandes nur die Hälfte ihrer Windungen unter Strom steht, also als Drosselspule arbeitet und somit eine magnetische Energie besitzt, die den Ausgleichstrom vergrößern würde, wenn die Dämpfungswirkung der Schleife nicht vorhanden wäre. In der gleichen Weise würde eine Schaltung nach Abb. 5 im Überschaltzustand arbeiten, wenn man statt der Ohmschen Dämpfungswiderstände induktive benutzen würde. Man muß sich also beim Entwurf derartiger Anordnungen durch Nachrechnung davon überzeugen, daß die erreichte Dämpfung den Zuwachs an magnetischer Energie mehr als ausgleicht, da man sonst eine Verschlechterung statt einer Verbesserung erreichen kann. Es wird sich also im allgemeinen empfehlen, derartigen Stromschleifen oder induktiven Dämpfungswiderständen keinen Eisenkern zu geben.

In welcher Weise sich der Ausgleichstrom über den Netzstrom lagert, zeigt Abb. 7, und zwar ist in Abb. 7a der Strom dargestellt, der über das einschaltende Schütz fließt, und in 7b der über das bereits eingeschaltete Schütz laufende Strom. Beide Kurven wurden durch den Oszillographen an einer im praktischen Betrieb befindlichen Anordnung aufgenommen. Der starke Ausgleichstrom führte zu Zusammenschweißungen von Schützkontakten, konnte aber durch eine Anordnung nach Abb. 6 so gut wie restlos beseitigt werden. In Abb. 7c ist der gleiche Vorgang wie in 7a dargestellt, jedoch mit dem Unterschied, daß ein Dämpfungswiderstand nach der in Abb. 5 gezeichneten Schaltung eingebaut wurde. Es zeigt sich, daß der Ausgleichstrom so weit abgedämpft ist, daß er nicht einmal mehr mit dem Oszillographen festgestellt werden kann.



a Strom im einschaltenden Schütz
b Strom im eingeschalteten Schütz
c Strom im einschaltenden Schütz, jedoch mit Überschaltwiderstand nach Abb. 5

Abb. 7. Oszillogramme.

Während des Überschaltvorganges tritt infolge der starken Magnetisierung des Stromteilers mitunter eine heftige Streuung des Stromteilereisens ein, so daß alle in der Nähe befindlichen Eisenteile, wie Befestigungsbolzen, Schutzbleche usw., von magnetischen Feldern durchsetzt werden. Läuft der Stromteiler längere Zeit in diesem Zustande, wie das mitunter bei einzelnen Schaltungsarten vorkommt, so können Wirbelströme entstehen, die durch Ausglühen einzelner Schutzbleche, Abstützungseisen u. dgl. Störungen hervorrufen. Die Überschaltdauer selbst ist meistens zu kurz, um derartige Störungen eintreten zu lassen. Dagegen beobachtet man mitunter, besonders im Dunkeln, daß in der Umgebung des Stromteilers während des Schaltens Funken auftreten. Durch Verwendung unmagnetischer Baustoffe und durch Unterbrechen der Wirbelstromkreise durch an geeigneter Stelle angebrachte Isolationen lassen sich alle diese Erscheinungen leicht bekämpfen, wenn sie wirklich einmal so stark werden sollten, daß Betriebstörungen zu befürchten sind.

Die am Stromteiler auftretenden Spannungen ergeben sich als die Differentialkurve des in Abb. 4 dargestellten Feldverlaufs. Die nicht sinus-, sondern fast trapezförmige Feldkurve im Überschaltzustand (Abb. 4b) bedingt eine Spannungskurve von sehr spitzer Form. Die Abb. 8 zeigt

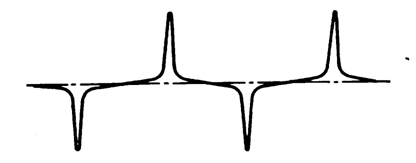


Abb. 8. Oszillogramm der Spannung am Stromteiler während des Überschaltzustandes.

eine solche an einem in Betrieb befindlichen Stromteiler durch den Oszillographen aufgenommene Linie. Man kann meistens schon mit dem Voltmeter während des Überschaltens am Stromteiler eine Spannung feststellen, die das 5fache der Betriebspannung und noch mehr beträgt. Beachtet man die ausgeprägt spitze Form der Spannungskurve, so ist ohne weiteres einzusehen, daß Spannungspitzen von der 10fachen Nennspannung am Stromteiler leicht auftreten können, besonders wenn die Netzbelastung gerade groß ist. Benutzt man in einer Anordnung gleichzeitig mehrere Stromteiler, die in dem gleichen Moment geschaltet werden, so können sich unter Umständen die erzeugten Überspannungen addieren.

Wenn man die Sättigungsverhältnisse des Stromteilers ändert, z. B. wiederum durch das Einfügen einer schmalen Brücke im Eisenkörper, wie sie zu anderem Zweck bereits oben erwähnt wurde, so kann man zwar den Effektivwert, aber nicht den Maximalwert der während des Überschaltvorganges entstehenden Spannung herabsetzen. Für die Beanspruchung der Isolation ist aber nicht die Effektivspannung, sondern gerade die Maximalspannung maßgebend. Man kann also keine Verbesserung der Isolationsverhältnisse durch Ändern der Eisensättigung des Stromteilers erreichen.



Wenn man parallel zum Stromteiler einen Widerstand legt, so kann auch durch diesen während des Schaltvorganges ein Strom in dem nicht mit dem Transformator verbundenen Stromteilerzweig fließen (Abb. 9). Man setzt damit die störende Übererregung herab und damit auch die Überspannungen. Die Nachrechnung zeigt aber, daß eine merkliche Verbesserung erst dann erreicht wird, wenn ein bedeutender Strom durch den Parallelwiderstand fließt. Da man unter den gewöhnlichen Verhältnissen den sich daraus ergebenden dauernden Energieverlust nicht zulassen kann, muß man wieder ein besonderes Schütz anordnen, das den Parallelwiderstand nur während des Überschaltvorganges arbeiten läßt. Damit wird die Anordnung aber wieder verwickelt, so daß sie wohl nur in Sonderfällen wirtschaftlich sein wird.

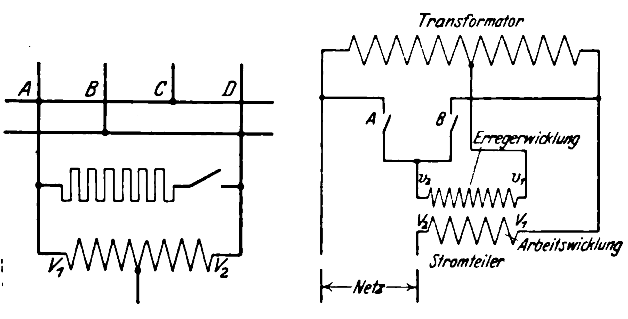


Abb. 9. Stomteiler mit Parallelwiderstand.

Abb. 10. Fremderregter Stromteiler oder Zusatztransformator.

Es gibt also keine einfachen und dabei wirkungsvollen Mittel zur Bekämpfung der Schaltüberspannung. Demnach wird es sich empfehlen, die Stromteiler, Schütze, Schaltverbindungen und den Transformator so zu isolieren, daß sie auch den höchsten auftretenden Spannungen völlig gewachsen sind. Ist die Betriebspannung am Stromteiler niedrig, etwa 50 V oder weniger, so wird eine entsprechende Isolation einfach sein. Es können dagegen große Schwierigkeiten entstehen, wenn man Stromteiler von 100 und mehr Volt Betriebspannung benutzt. Man wird deshalb bemüht sein, Schaltanordnungen zu finden, bei denen man auf hohe Betriebspannungen verzichten kann.

Es dürften damit die wichtigsten Vorgänge, die sich beim Überschalten von einer Netzspannungstufe auf die nächst höhere einstellen, dargestellt sein. Betrachtet man den umgekehrten Vorgang, nämlich das Schalten von einer höheren auf die niedrigere Stufe, so findet man im wesentlichen genau die gleichen Erscheinungen, nur mit dem Unterschied, daß der Ausgleichstromstoß im Zuschaltmoment etwas geringer sein kann. Eine genauere Darstellung dieser Vorgänge würde also im wesentlichen nur eine Wiederholung des Vorangegangenen bedeuten und darf deshalb hier wohl unterbleiben.

Oben wurde behauptet, daß sich die an einer Stromteilerbauart gewonnenen Ergebnisse leicht auch auf andere Bauarten übertragen lassen. Als Beispiel hierfür wählen wir einen sog. „fremderregten Stromteiler", den man vielfach auch unter dem einfachen Namen Zusatztransformator kennt (Abb. 10). Seine Aufgabe ist, die Netzspannung um einen verhältnismäßig geringen Betrag zu heben oder zu senken. Ist z. B. Schütz A eingeschaltet, so fließt in seiner „Erregerwicklung" der Magnetisierungstrom i, außerdem aber noch ein Strom $\ddot{u}J$, wobei $\ddot{u}$ das Übersetzungsverhältnis des Stromteilers ist. Will man auf die andere Netzspannungstufe umschalten, so ist zunächst A zu öffnen. Es ergibt sich dabei die bekannte Abschaltüberspannung am Schütz. Da die Wicklung $v_1 v_2$ nunmehr stromlos ist, wirkt der Stromteiler wieder als Drosselspule und zeigt an den Klemmen $v_1 v_2$ die bekannte Überspannung, die hier besonders gefährlich wird, weil an den Klemmen $V_1 V_2$ infolge des hohen Übersetzungsverhältnisses das Vielfache dieser Überspannung in Erscheinung tritt. Wird darauf Schütz B eingeschaltet, so entsteht der bekannte Ausgleichstrom, der hier allerdings nicht besonders gefährlich sein wird, da der Ohmsche Widerstand der verhältnismäßig dünnen Erregerwicklung in den meisten Fällen von selbst stark dämpfend wirkt. Es sind also tatsächlich auch an diesem doch wesentlich anders gebauten Stromteiler die gleichen Vorgänge zu beobachten.

Beim Entwurf von Stromteilerschaltungen hat man demnach nicht nur auf den Dauerzustand zu achten, sondern es ist im Gegenteil gerade der Schaltvorgang eingehend zu untersuchen, denn die höchsten Beanspruchungen der Isolation aller Teile und der Schützenkontakte entstehen nicht durch den normalen Betrieb, sondern durch die magnetischen Ausgleichvorgänge beim Wechsel der Spannungstufen. Wenn an einer Anordnung Störungen an den Schützen oder Überschläge gefunden werden, so ist der Fehler häufig nicht in schlechter Isolation oder in mangelhafter Ausführung der Schützen zu suchen, sondern er kann durch die grundsätzlich ungünstigeren Schaltungsarten begründet sein. Es können in solchen Fällen Überspannungen oder Stromstöße von solcher Höhe entstehen, daß sie in wirtschaftlicher Weise überhaupt nicht mehr zu beherrschen sind. In allen praktischen Fällen ist es sehr leicht, durch eine oszillographische Aufnahme Klarheit über die Vorgänge zu gewinnen; vielfach genügt sogar schon ein Voltmeter, um den Grund der Störungen einwandfrei anzuzeigen. Auch die rechnerische Verfolgung der hier in Frage kommenden Ausgleichvorgänge macht verhältnismäßig wenig Schwierigkeiten, wenn man sich mit angenäherten Ergebnissen begnügt.

Beitrag zur Messung der Spannungsverteilung auf Isolatoroberflächen.

Von **P. Pulides** und **A. L. Müller**, Dresden.

Übersicht. Die zur Messung der Spannungsverteilung auf Isolatoroberflächen gebräuchlichen Meßmethoden werden kurz beschrieben und einander gegenübergestellt. Sie sind teils zu kompliziert, teils nur bei Rotationskörpern anwendbar. Es wird ein neues Verfahren vorgeschlagen, welches mit Hilfe von Elektronenröhren und Lautsprecher die Messung der Potentialverteilung auf beliebig geformten Isolatorenoberflächen mit genügender Genauigkeit gestattet.

Jeder Hochspannungstechniker wird sich im Rückblick auf seine Erfahrungen an eine mehr oder minder große Zahl von Betriebstörungen erinnern, für die er eine exakte Erklärung nicht geben kann. Nun ist ja nach einem bekannten Wort in solchen Fällen stets ein Behelf da: die Überspannung infolge von Resonanzerscheinungen. Das nähere Studium solcher Fälle zeigt jedoch, daß man häufig gar nicht so weit zu suchen braucht, sondern viel einfachere und sinnfälligere Erklärungen findet. Oft stellt es sich nämlich heraus, daß ein an und für sich gutes und zuverlässiges Isolationsmaterial in einer Weise verwendet wird, die vielleicht nicht sofort, aber doch im Laufe der Zeit zu Störungen führt, indem es dem oberflächlichen Blicke zwar ausreichend dimensioniert erscheint, in Wirklichkeit jedoch lokal überbeansprucht ist. Von diesem Herde aus setzt dann die Zerstörung ein und bringt meist unabwendbar den ganzen Isolator zum Erliegen. Es ist ja zur Genüge bekannt, daß namentlich Faserstoffe mit der Dauer der Beanspruchung immer mehr ihre elektrische Festigkeit verlieren können. Erfolgt eine solche Isolationszerstörung unter Öl, das heißt in einem Transformator oder Ölschalter, so wird durch den Stehlichtbogen und die Verdampfung und Vergasung des Öles die Wirkung des Schadens vervielfacht.

In Erkenntnis dieser Sachlage bzw. gezwungen durch die tägliche Erfahrung ging man an die Untersuchung der Verhältnisse, vor allem der Spannungsverteilung[1], mußte aber bald finden, daß die in der Praxis gebräuchlichen Isolatorformen zu äußerst komplizierten Rechnungen führten, die zudem praktisch versagten. So wurde man zu stark idealisierenden Annahmen gedrängt, womit die theoretisch gewonnenen Resultate nur für ganz be-

[1] Rüdenberg, ETZ 1914, S. 412. — Petersen, ETZ 1916, S. 1 u. 19. — Regerbis, ETZ 1925, S. 298 u. 336.

stimmte Einzelfälle für die Praxis direkt brauchbar wurden. Es seien an dieser Stelle besonders die grundlegenden und umfassenden Arbeiten von Schwaiger[2] erwähnt, die sehr viel zur Klärung der Verhältnisse beigetragen haben, jedoch für die Praxis nur in beschränktem Umfange anwendbar sind, sobald man auf Gebilde übergeht, bei denen auch näherungsweise von einem meridianebenen Felde nicht mehr die Rede sein kann. Wenn auch Hängeketten, Stützer und Durchführungen bei genügender Entfernung von sonstigen Metalleitern praktisch meridianebene Äquipotentiallinien ergeben, so weichen die Verhältnisse in der Praxis insofern ab, als benachbarte Wände oder Maste in dieser Hinsicht störend wirken. Bei den genannten Isolatoren kann man, ohne die für die Praxis erforderliche Genauigkeit zu unterschreiten, trotzdem die Voraussetzung eines Feldes beibehalten, das gewissermaßen als Rotationskörper gedacht werden kann. Das ist aber nicht mehr statthaft, sobald man auf Isolatoren übergeht, die keine Rotationskörper sind. In diesem Falle sind die Verhältnisse der Theorie unzugänglich und nur durch den Versuch zu klären.

Leider sind die hierfür entwickelten Meßmethoden entweder ebenso wie die theoretischen Untersuchungen nur für die meridianebenen Felder und solche Felder anwendbar, deren Äquipotentiallinienverlauf wenigstens ungefähr bekannt ist, oder sie sind so umständlich, daß sie zwar in Einzelfällen brauchbar, jedoch für die Praxis zu kompliziert sind. Das letztere gilt vor allem für die Wannen- oder Elektrolytmethode nach Estorff[3], die darin besteht, daß der zu untersuchende Isolator formgetreu als Halbleiter hergestellt wird, während das umgebende Dielektrikum durch einen Elektrolyten ersetzt ist. Dabei verhält sich die Leitfähigkeit des Halbleiters zu der des Elektrolyten wie die Dielektrizitätskonstante des Isolators zu jener des ihn umgebenden Dielektrikums. Das sich im Elektrolyten einstellende Spannungsgefälle ist ein Maß für die Spannungsverteilung. Natürlich muß die Wanne so groß gehalten werden, daß sie auf den Spannungsverlauf nicht störend einwirkt. Ein weiterer Nachteil ist der, daß der Isolator aus einem halbleitenden Material hergestellt werden muß, dessen Homogenität bekanntlich schwer zu erreichen und dessen Herstellung mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist. Außerdem ist die Abstimmung der Leitfähigkeiten nicht ganz einfach. Aus diesen Gründen hat die an und für sich elegante Methode nur beschränkte Anwendung gefunden.

Eine andere Anordnung ist als Strohhalmmethode[4] nach Toepler bekannt geworden, wo ein frei beweglicher Halm sich in Richtung der Feldlinien einstellt, während der Verlauf der Feldstärke und damit die Spannungsverteilung mittels entsprechend abgestufter Glimmröhren ermittelt wird. Die Methode hat bekanntlich vielfache Anwendung besonders an Hängeketten in der Praxis gefunden und ist sehr genau, da ja das Feld keinerlei Verzerrung durch den kleinen Strohhalm erleidet. Leider gestattet diese Methode nur, den Verlauf der Feldlinien im Raume zu ermitteln, und daraus kann erst indirekt die Spannungsverteilung bestimmt werden, ein Nachteil, der immerhin eine gewisse Umständlichkeit bedeutet.

Die nächsten zur Messung der Spannungsverteilung in Frage kommenden Methoden setzen den Verlauf der betreffenden Äquipotentiallinie als bekannt voraus, so z. B. für den Fall eines Stützers oder einer Durchführung. Hier legt man auf der Mantelfläche senkrecht zur Achse des Isolators einen Drahtring auf, dessen Potential unmittelbar gemessen oder mit dem bekannten Teilpotential eines Anzapftransformators verglichen wird. Im ersteren Falle dient nach Nagel zur Messung eine zwischen Drahtring und Spannung bzw. Erde geschaltete Meßfunkenstrecke, deren Kapazität natürlich störend auf den tatsächlich vorhandenen Feldverlauf einwirkt. Diese Funkenstrecke wird daher tunlichst klein gehalten. Trotzdem erhält man je nach Messung gegen Erde oder gegen Pol verschiedene Kurven, wenn man durch Verschieben des Drahtringes auf der Mantelfläche des Isolators verschiedene Punkte erfaßt. Mit einiger Wahrscheinlichkeit wird die richtige Spannungsverteilung zwischen den beiden aufgenommenen Kurven liegen.

Dies Verfahren hat sich vor allem bei Isolatoren mit hoher Eigenkapazität bewährt und bietet gegenüber dem folgenden den Vorteil, daß jeder normale Prüftransformator verwendet werden kann, während der Vergleich auf Spannungsgleichheit einen besonderen Transformator mit Anzapfungen erfordert. Hier kann man die Anzapfung so wählen, daß deren bekanntes Potential mit dem des Drahtringes übereinstimmt, womit die Spannungsverteilung längs der Mantelfläche des Isolators schrittweise ermittelt werden kann. Selbstverständlich leistet dabei auch ein Wasserwiderstand (als Spannungsteiler geschaltet) nach amerikanischem Vorbild die gleichen Dienste wie der Anzapftransformator. Als Vergleichsinstrument verwendet Schwaiger[5] das „Elektroskop", das am Drahtring sitzt und dessen Ausschlag sich nicht ändern darf, wenn der Drahtring an der richtigen Anzapfung angeschlossen wird. Der Ausschlag wird dabei mittels eines Fernrohres beobachtet. Wesentlich einfacher wird dieses Verfahren, wenn man an Stelle des Elektroskops eine Nullmethode anwendet, deren einfachste Form durch den elektrischen Funken gegeben ist[6]. Man erkennt nämlich die Potentialgleichheit bzw. das Fehlen einer Differenzspannung am Nichtauftreten eines Funkens zwischen Drahtring und einer ihm angenäherten, mit der entsprechenden Anzapfung verbundenen Spitze.

Die Funkenmethode ist zwar äußerst einfach, jedoch ungenau, weil die Feststellung, ob noch ein Funke überschlägt oder nicht, auch im verdunkelten Raume verhältnismäßig schwierig ist, denn die Größe des Funkens ist natürlich im hohen Grade abhängig von der Kapazität des Drahtringes, so daß sich hier schon zeigt, daß Voraussetzung für diese Meßmethode ein größerer Metallbelag ist, der gewöhnlich bei Rotationskörpern durch den erwähnten Drahtring dargestellt wird. Will man nun das Verfahren auch auf solche Körper anwenden, bei denen die Voraussetzung meridianebener Feldverteilung unzulässig oder zum mindesten der Verlauf der Äquipotentiallinien unbekannt ist, so bringt der Drahtring, der ja in diesem Fall verschiedene Äquipotentiallinien schneidet, eine unzulässige Störung herein, indem er selbst (auch wenn er in Linienform dem geschätzten Linienverlauf angepaßt wird) auf seiner ganzen Länge Punkte gleichen Potentials erzwingt. Deshalb ist die Messung der Feldverteilung nur durch Ermittlung des Potentials einzelner Punkte möglich. Ersetzt man zu diesem Zwecke den oben erwähnten Ring durch einen einzigen auf der zu untersuchenden Oberfläche angebrachten Metallpunkt (z. B. ein kleines Stanniolblättchen), so genügt dessen geringere Kapazität durchaus nicht, um einen wahrnehmbaren Funkenübergang überhaupt zustande zu bringen.

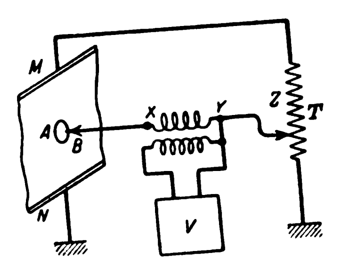


Abb. 1. Versuchsaufbau zur Ermittlung der Spannungsverteilung mit Verstärker (V).

Der folgende Parallelversuch an einer VDE-Durchführung der Serie IV bestätigte diese Befürchtung. Die Ermittlung der Spannungsverteilung wurde einmal in der bekannten Weise mit aufgelegtem Drahtring durchgeführt. Verwendet wurde ein Anzapftransformator mit 22 Anzapfungen, der ein stufenweises Variieren der Spannungen erlaubte. Die Spannung von Anzapfung zu Anzapfung (Spulenspannung) betrug 4 ... 5 % der Gesamtspannung. Diese Unterteilung reichte für den vorliegenden Fall vollkommen aus. Es war nämlich möglich, die Eingrenzung der Funkenlosigkeit bei verschiedenen Lagen des Drahtringes am Isolatormantel auf zwei, höchstens drei Anzapfungen genau vorzunehmen. Verwendete man jedoch statt des Ringes ein Stanniolblättchen von 5 mm Dmr., so war von einer Eingrenzungsmöglichkeit praktisch überhaupt nicht mehr die Rede. Nur an den alleräußersten Anzapfungen, auch selbst im verdunkelten Raume und für das angepaßte Auge, war ein Funke wahrnehmbar.

Es galt also ein Verfahren zu finden, das einerseits die wertvolle Einfachheit der „Funkenmethode" beizubehalten gestattete, trotzdem aber empfindlich genug war, auch noch Funken nachzuweisen, die dem Auge selbst bei Beobachtung unter günstigen Verhältnissen (Dunkelraum) entgehen. Kurz gesagt, eine Methode, die eine punktweise Ermittlung des Potentials auf Isolatoroberflächen erlaubte.

Hier mußte die Elektronenröhre eingreifen, deren vorzüglichen Verstärkereigenschaften der Rundfunk seine Entstehung und Entwicklung verdankt. In Abb. 1 ist der

[2] Schwaiger, ETZ 1920, S. 845 u. 1021. El. u. Maschinenb. Bd. 38, S. 441.
[3] Estorff, ETZ 1918, S. 53.
[4] Regerbis, ETZ 1925, S. 336.
[5] Wie Fußnote 2.
[6] Roth, Hochspannungstechnik. Verlag Julius Springer, Berlin 1927.

Aufbau des Versuches wiedergegeben. Es bedeuten *M* und *N* die beiden Elektroden, die auf einem beliebig gestalteten Isolierkörper sitzen, während *A* ein Stanniolblättchen von etwa 5 mm Dmr. bedeutet, dem der Taster (Spitze *B*) mit Hilfe einer Hartpapierstange bis zur Berührung genähert wird. *T* bezeichnet den Anzapftransformator, der hier nur mit seiner Oberspannungswicklung wiedergegeben ist. Mit dem beweglichen Anschluß *Z* lassen sich beliebige Anzapfungen an *T* wählen. In der dünnen Verbindungsleitung zwischen *B* und *Z* liegt eine kleine Spule *XY*, die die Koppelung mit dem Verstärker *V* zu übernehmen hat.

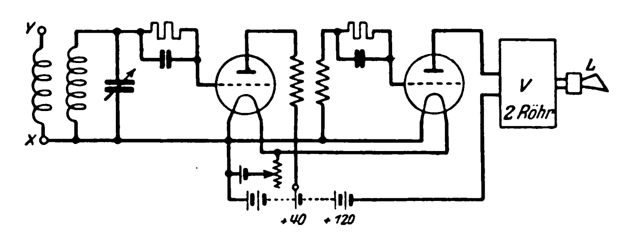


Abb. 2. Verstärkerschaltung mit Lautsprecher.

Die Verstärkerschaltung selbst geht aus Abb. 2 hervor. Sie besteht im wesentlichen aus vier Elektronenröhren, von denen nur zwei in der Abbildung gezeichnet sind, während die zwei anderen, die als normaler Widerstandsverstärker *V* dienen, nur schematisch angedeutet seien. Jeder bei Annäherung von *B* zwischen *A* und *B* überspringende Funke hat in der Spule *XY* einen Ausgleichstrom zur Folge, der durch die ganze Verstärkeranordnung übertragen und im Lautsprecher als Knackgeräusch wahrnehmbar wird. Die galvanische Trennung der Verstärkeranordnung von der hochspannungführenden Spule *XY* ist unzweckmäßig, da die Isolations- und Verschiebungströme störende Geräusche zur Folge haben und die präzise Wahrnehmung des Knackgeräusches im Lautsprecher in diesem Falle äußerst schwierig wird. Außerdem würden die durch die induktive Koppelung zwischen *XY* und der Gitterspule bedingten geringen Abstände eine Erhöhung der Kapazität der Anordnung gegen Erde bedeuten, da ja dann die gesamte Verstärkeranordnung Erdpotential annehmen oder sich nur um geringe Beträge, z. B. um die Anodenspannung, davon unterscheiden würde. Die Kapazität der Meßanordnung gegen Erde kann bekanntlich ihrerseits eine Verschiebung der Spannungsverteilung hervorrufen, womit ein weiterer Grund gegen die elektrische Trennung der obengenannten Teile gesprochen hat. Darum wurde die Spule *XY* mit der Gitterspule der ersten Röhre metallisch verbunden und somit der gesamten Verstärkeranordnung nebst Lautsprecher und Batterien das Potential der Anzapfung *Z* zwangläufig erteilt. (Es wird hierbei von der Anodenspannung oder sonst im Verstärker auftretenden kleinen Spannungen abgesehen, die ja hochspannungstechnisch vernachlässigbar sind.) Dadurch ist nunmehr die Verstärkeranordnung von Isolations- und Verschiebungströmen wesentlich entlastet, und wenn man durch passende Aufstellung der isolierten, hochspannungführenden Meßanordnung für genügende Entfernung gegen Erde oder benachbarte Wände sorgt, so ist auch deren Kapazität gegen Erde wesentlich geringer. Selbstverständlich bedeutet die Verstärkeranlage eine zusätzliche Kapazität, welche außer derjenigen der Zuleitungen störend auf den Potentialverlauf wirkt. Um diesen störenden Einfluß, welcher im ersten Augenblick bedenklich erscheint, näher zu untersuchen, wurden mehrere Vergleichsmessungen an Isolatoren mit meridianebener Feldverteilung durchgeführt, und zwar jeweils nach einer der oben beschriebenen Methoden und dann nach dem neuen Verfahren. Im ersten Falle wurde jeweils die Messung mit dem Drahtring durchgeführt, im zweiten wurde der letztere durch ein kleines Stanniolblättchen ersetzt.

Die Ergebnisse zeigten in sämtlichen Fällen übereinstimmende Werte, womit die Brauchbarkeit der Methode durch den Versuch bestätigt wird. So sind z. B. in Abb. 3 die Werte für die Spannungsverteilung längs einer VDE-Durchführung Serie IV dargestellt, und zwar vergleichsweise nach der Funkenmethode mit aufgelegtem Drahtring und punktweise nach der Verstärkermethode mit Stanniolblättchen. Man sieht, daß die nach beiden Methoden erhaltenen Versuchspunkte praktisch völlige Übereinstimmung zeigen.

Beim Gebrauch zeigte sich die Methode als recht bequem. Störend wirkt allerdings der 50 Hz-Ton, der immerhin im Lautsprecher auftritt und schon von den induktiven Wirkungen benachbarter stromführender Teile herrührt. Eine bedeutende Verbesserung kann durch Zwischenschaltung eines Sperrkreises zum Absperren der Betriebsfrequenz gewonnen werden, doch ist auch ohne dies die Eingrenzung der Knacklosigkeit bis auf eine oder zwei Anzapfungen leicht möglich, da sich das Knackgeräusch von dem sonst vorhandenen 50 Hz-Ton gut unterscheiden läßt.

Hat man einigermaßen komplizierte Isolatorformen zu untersuchen, so wird eine genauere Untersuchung der Feldverteilung, namentlich in der Nähe der Elektroden, wo der Spannungsgradient bekanntlich am größten ist, dadurch beeinträchtigt, daß die Ausdehnung des wiederholt erwähnten Stanniolblättchens in der Richtung der Feldlinien zu groß ist. Diesem Übelstand kann man leicht dadurch aus dem Wege gehen, daß man den ungefähren Verlauf der Äquipotentiallinien mit Hilfe des Metallblättchens ermittelt und dann Drahtstückchen von 1 ... 2 cm Länge auf die Isolatoroberfläche aufbringt, die parallel zu den erst ermittelten Äquipotentiallinien verlaufen. Auf diese Weise kann besonders in der Nähe der Elektroden eine größere Genauigkeit bequem erreicht werden.

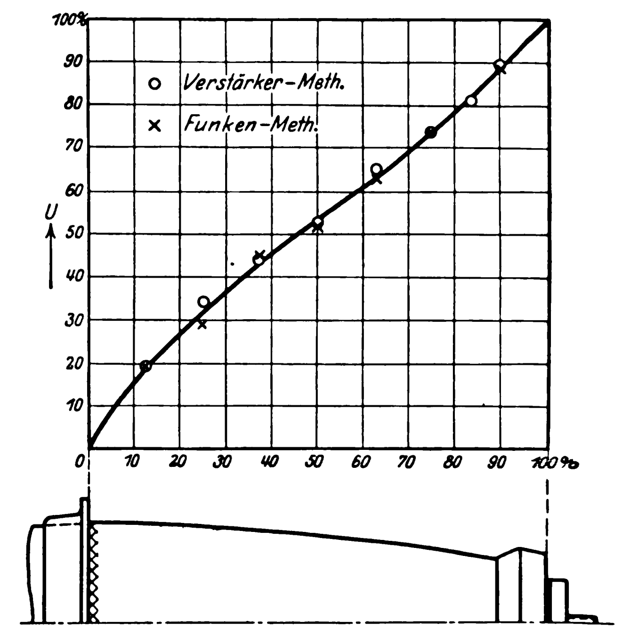


Abb. 3. Parallelversuche an einer VDE-Durchführung mit Funken- und Verstärkermethode.

Selbstverständlich beansprucht die Methode keine absolute Genauigkeit, da, wie schon erwähnt, die Verstärker- und Zuleitungsanordnung eine Verzerrung der Feldgestaltung mit sich bringt. Doch zeigt der Versuch, daß die Methode mit vollkommen genügender Genauigkeit in der Praxis verwendet werden kann und ein wertvolles Mittel darstellt, um Spannungsverteilungen auch an komplizierten Isolatorformen zu ermitteln. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß man auch Isolatoren, die ja bekanntlich im normalen Betriebszustand recht häufig in Metallgehäusen gekapselt sind, in ihrer betriebsmäßigen Anordnung untersuchen kann, da es nicht mehr notwendig ist, den betreffenden Isolator bzw. die aufgelegte Hilfselektrode zu sehen. Auch unter Öl können Isolatoren bei betriebsmäßigem Einbau kontrolliert werden, so daß mittels der hier beschriebenen Methode ein Einblick in die Verhältnisse gewonnen werden kann, die den sonstigen Meßverfahren überhaupt nicht oder nur mit großen Schwierigkeiten zugänglich sind.

RUNDSCHAU.

Apparatebau.

Elektropneumatische Gleisbremse. — In der Zeitschrift Railway Age wird eine Gleisbremse mit Federn für Verschiebebahnhöfe beschrieben. Es werden damit Backen zu beiden Seiten der Räder der Fahrzeuge mit Hilfe eines pneumatischen Druckzylinders, der elektrisch gesteuert wird, angelegt. Die Gleisbremse liegt in Harwey in der Nähe von Chicago. Mit dem Apparat können verschiedene Druckwirkungen erreicht werden, so daß Wagen von verschiedenem Gewicht verschieden stark gebremst werden. Es können die schwersten Wagen mit der zugelassenen Höchstgeschwindigkeit gebremst werden, ohne daß die leichteren Wagen überbremst werden. Der Einlaufstoß ist gering, da die Federn nachgeben.

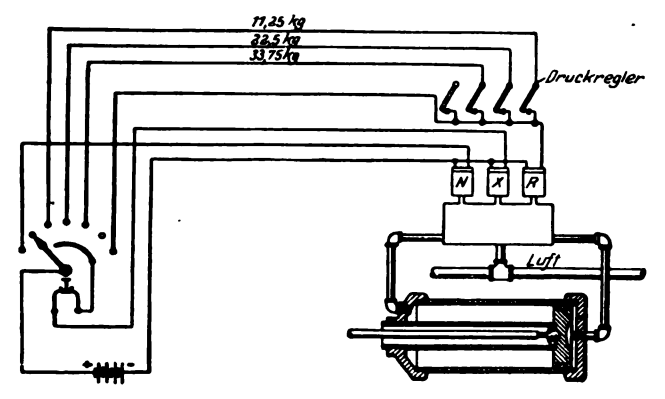


Abb. 1. Gleisbremse.

Die Bremse ist eine sogenannte „Zweikräftebremse", die von beiden Seiten das Rad anfaßt, zum Unterschied von der „Dreikräftebremse" von F r ö h l i c h (Bauart Thyssen), die einen Wasserdruckapparat zum Anlegen der Bremsbacken hat, die von zwei Seiten und von unten wirken. Damit ein Anlegen der inneren Backen an die Räder nachgiebig erfolgt, sind die Backen durch starke Federn abgestützt. Es wird somit eine geringe Abnutzung des Materials und ein geringer Bremsschienenverschleiß erzielt. Die Steuerung des Kolbens, der mit Druckluft in dem Zylinder hin und her bewegt wird, erfolgt elektrisch. Es sind drei Leitungen vorgesehen, die drei Ventile öffnen, um vollen Druck, mittleren Druck und keinen Druck (Bremse los) mittels dreier Schalthebel herstellen zu können (Abb. 1). Die Gleisbremse ist sehr einfach, kann leicht in das Gleis gelegt und überwacht werden. Sie bedarf keines Unterbaues, um Bewegungsmechanismen aufzunehmen, und erfüllt die gestellten Bremsbedingungen: 1. Voller Druck bei schweren Wagen, also Höchstverzögerung; 2. mittlerer Druck bei leichteren Wagen, also „keine Überbremsung", und 3. geringere Materialbeanspruchung und Abnutzung durch Verwendung von Federn. (Railway Age Bd. 80, S. 392.) *Rd.*

Meßgeräte.

Über punktförmige Aufnahmen von Wechselstromkurven insbesondere bei höherer Frequenz. — Die punktförmige Aufnahme von Wechselstromkurven, die seit den Anfängen der Wechselstromtechnik mittels Joubertscher Scheibe vorgenommen wird, versagt bei höherer Frequenz, weil die Geschwindigkeit der mechanisch bewegten Massen nicht beliebig gesteigert werden kann. Die bestechende Einfachheit der benötigten Apparatur führte F. E i s n e r dazu, mittels Phasenschieber und Dreielektroden-Hochvakuumröhren punktförmige Aufnahmen von Wechselstromkurven zu versuchen, was auch bis zu einer Frequenz von 8000 Hz gelang. Für die Aufnahme mit der Joubertschen Scheibe und Beruhigungskondensator werden die theoretischen Grundlagen abgeleitet. Dann wird gezeigt, unter welchen Bedingungen sich die Aufnahme einer Kurve so beschleunigen läßt, daß man als Anzeigegerät eine Oszillographenschleife benutzen kann, so daß man bei der Aufnahme einer periodisch wiederholten Kurve ein stillstehendes Bild erhält. Aus den Formeln geht hervor, daß die älteren selbsttätigen Kurvenzeichner große Fehler zeigen mußten, weil sie zu schnell arbeiteten. Des weiteren wird abgeleitet, daß für einen Kurvenzeichner bei konstanter Kapazität eine untere Grenze für die aufzunehmende Frequenz besteht, wenn seine Gleichstromeichung bei jeder Frequenz richtig sein soll. Eine obere Grenze für die aufzunehmende Frequenz setzen die Schaltungskapazitäten der Anordnung. Sie wird mit etwa $4 \cdot 10^5$ Hz angegeben.

In der näher beschriebenen Versuchsanordnung zur punktförmigen Aufnahme von Wechselstromkurven werden drei Dreielektrodenröhren benutzt. Die erste Röhre erzeugt einen Spannungsstoß, der einen geringen Bruchteil der Periode der aufzunehmenden Spannung dauert. Dies wird erreicht durch starke Übersteuerung der Röhre, wodurch ein rechteckförmiger Anodenstrom zustandekommt, der in der Sekundärwicklung einer Gegeninduktivität hohe, kurzdauernde Spannungstöße hervorbringt. Diese Spannungstöße laden das gewöhnlich negativ vorgespannte Gitter der zweiten Röhre kurzzeitig positiv, so daß in diesen Zeiten Anodenstrom fließen kann. Als Anodenspannung dient bei der zweiten Röhre die aufzunehmende Spannung, im Anodenkreis dieser Röhre liegt ein Kondensator mit Ableitung, der sich dann auf den Augenblickswert der Spannung auflädt, der zu dem Zeitpunkt vorhanden ist, in dem der Gitterspannungstoß erfolgt. Die Kondensatorspannung kann direkt gemessen werden, sie durchläuft die Werte der zu untersuchenden Spannungskurve, wenn die Steuerspannung für das Gitter der ersten Röhre nach und nach in der Phase um 360° verschoben wird, was mittels magnetischen Drehfeldphasenschiebers geschieht. Die ganze Anordnung wirkt genau wie eine Joubertsche Scheibe. Eine dritte Röhre ist im allgemeinen nötig zur Übersetzung der Spannungschwankungen des Kondensators in Stromschwankungen, die von einem registrierenden Instrument angezeigt werden können. Abb. 2 zeigt die Schaltung für Kurvenaufnahmen bei 8000 Hz. Es wurden Aufnahmen bei 50, 300 und 8000 Hz und Versuche bei 150 000 Hz gemacht. (F. E i s n e r, Arch. El. Bd. 20, H. 5/6, S. 473.)

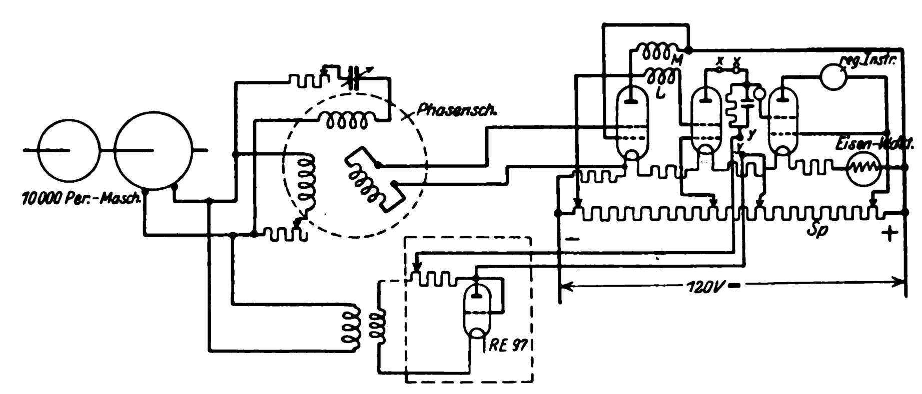


Abb. 2. Vollständiges Schaltbild für Kurvenaufnahmen mittels Dreielektrodenröhren. Frequenz bis 8000 Hz.

Sekundenmesser. — Ein Sekundenmesser der Siemens & Halske A. G. zum Messen kleiner Schaltzeiten von Relais und Schaltern zeichnet sich gegenüber den bisher benutzten Vorrichtungen durch Einfachheit, leichte Handhabung und hohe Meßgenauigkeit aus. Bisher verwendete man vielfach die Stoppuhr, bei deren Benutzung jedoch subjektive Fehler kaum zu vermeiden sind. Auch die Verfahren zur elektrischen Zeitregistrierung haben ihre Nachteile. Die Benutzung des Oszillographen, der an sich einwandfreie Ergebnisse liefert, ist wegen seiner



ziemlich hohen Anschaffungskosten nicht überall möglich, ferner gehören zu seiner Bedienung immerhin besonders geübte Hände. Bei kleinen Schaltzeiten machen sich auch bei elektrischen Verfahren Fehler bemerkbar, wie z. B. Uhrwerksgang oder bei Verwendung von Hilfsrelais deren Eigenzeiten. Manche Hilfsmittel, z. B. Tintenschreiber, sind zudem noch reichlich unhandlich. Der neue Sekundenmesser arbeitet nach der Art eines Zeitzählers und besteht aus einem kleinen, selbst anlaufenden Synchronmotor sowie einem Umdrehungszählwerk. Die Zeitmessung beruht auf der Zählung der während des Meßvorganges verstrichenen Wechselstromperioden eines 50periodigen Wechselstromes. Dieses Meßprinzip verbürgt höchste Meßgenauigkeit, da die Periodenzahl in größeren Netzen auf kleine Zeiträume sehr konstant bleibt. Der Stand des Zählwerkes wird auf zwei Zifferblättern sichtbar (Abb. 3), von denen eines die ganzen Sekunden, das andere die Zehntel-Sekunden anzeigt. An der Seite befindet sich ein Druckknopf, nach dessen Betätigung die Zeiger in die Nullstellung zurückgehen. Das Gerät eignet sich für den Anschluß an Wechselstrom von 110 und 220 V. Es wird so angeschlossen, daß der Antriebstrom mittels eines doppelseitigen Schalters im gleichen Augenblick eingeschaltet wird, in dem auch der Betätigungstrom des Relais wirksam wird. Hierdurch wird unbedingte Übereinstimmung zwischen den Laufzeiten des Sekundenmessers und des Relais gewährleistet. Stillgesetzt wird der Sekundenmesser auf verschiedene Art. Handelt es sich z. B. um die Überwachung der Laufzeit eines Schließungskontaktes, so wird nach Abb. 4 durch den Relais-



Abb. 3. Sekundenmesser der Siemens & Halske A. G.

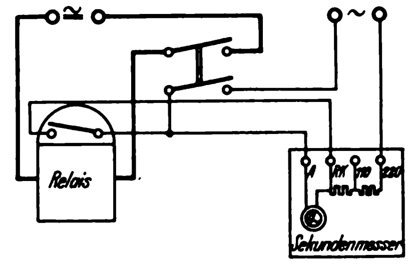


Abb. 4. Relais-Prüfschaltung mit Sekundenmesser.

kontakt der Synchronmotor (an den Klemmen *A* und *RK*) kurzgeschlossen und dadurch gebremst. Ist ein Öffnungskontakt zu überprüfen, so müßte man den Sekundenmesser so anordnen, daß der Motorstromkreis (an den Klemmen *A* und *110* bzw. *A* und *220*) unterbrochen wird. Das Getriebe des Synchronmotors ist so gebaut, daß der gesamte An- und Auslauffehler des Motors nicht größer als 0,03 ... 0,05 s ist. Der Sekundenmesser wird hauptsächlich für Zeitmessungen unter 10 s bis herab auf 0,05 s benutzt. Zeiten über 10 s können durch Zählen der ganzen Umdrehungen gemessen werden. *Jkl.*

Drehstromleistungsmessung in Aronschaltung mit Meßwandler. — G. Hauffe leitete in einem gleichnamigen Artikel[1] bei Einphasenstrom folgende Beziehung zwischen den Strom- und Spannungsfehlern bzw. Fehlwinkeln und dem prozentualen Fehler der Leistungsmessung ab:

$$f_N = f_p + f_i - 0{,}0291\,(\delta_p - \delta_i)'\,\mathrm{tg}\,\varphi_2 + (f_p + f_i) \cdot 0{,}000\,291\,\mathrm{tg}\,\varphi_2\,(\delta_p - \delta_i)'\;\%.$$

Für die Dreileiter-Drehstrom-Leistungsmessung bei gleichseitiger Belastung in Aronschaltung erhält Hauffe unter Voraussetzung von gleichen Strom- und Spannungswandlern die gleiche Formel wie bei Einphasenstrom. Hierzu bemerkt Nützelberger: Hauffe geht von einer falschen Definition des Strom-, Spannungs- und Leistungsfehlers aus und erhält dadurch ein falsches Resultat. Die wahren Spannungs-, Strom- und Leistungsfehler f_p', f_i' und f_N' stehen mit den von Hauffe angegebenen Fehlern f_p, f_i und f_N in folgender Beziehung:

$$f_p' = \frac{f_p}{1 - \frac{f_p}{100}}; \quad f_i' = \frac{f_i}{1 - \frac{f_i}{100}}; \quad f_N' = \frac{f_N}{1 - \frac{f_N}{100}}.$$

Ohne irgendwelche Vernachlässigung ergibt die Berechnung des prozentualen Fehlers der Leistungsmessung f_N' folgende Formel:

$$f_N' = \left(\frac{100 + f_p' + f_i' + \frac{f_p' f_i'}{100}}{\cos(\delta_p - \delta_i) + \mathrm{tg}\,\varphi_2 \sin(\delta_p - \delta_i)} - 100 \right) \%.$$

Daß bei Drehstrommessungen bei gleichseitiger Belastung unter Voraussetzung von gleichen Meßwandlern die gleiche Formel wie bei Einphasenstrom gilt, ist längst bekannt[1].

Hierauf erwidert Hauffe, daß aus der Beziehung zwischen Fehler f in %, Meßwert G_m und wahrem Wert G_w einer Größe,

$$f = \frac{G_m - G_w}{G_w}\,100\,\%$$

die Näherungsgleichung

$$G_w \approx G_m \left(1 - \frac{f}{100}\right)$$

folgt, wenn man von vornherein nur kleine Fehler annimmt. Es wird zugegeben, daß in der fraglichen Arbeit das Gleichheitszeichen in der Näherungsgleichung besser durch ein Ähnlichkeitszeichen zu ersetzen gewesen wäre. Die Annahme kleiner Fehler ist um so mehr berechtigt, als für Leistungsmessungen in erster Linie Wandler der Klassen E oder F verwendet werden. Das von Nützelberger angeführte Beispiel legt einen Stromwandler der Klasse H zugrunde, wodurch sich bei Verwendung der Näherungsgleichungen große Abweichungen von den wahren Werten ergeben. Es wird gezeigt, daß diese Abweichungen sehr gering werden, wenn man Verwendung von Edelwandlern annimmt. (H. Nützelberger, G. Hauffe, Arch. El. Bd. 20, H. 3, S. 330.)

Beleuchtung.

Über die Alterungserscheinungen an Quarz-Quecksilberdampflampen. — Bei längerem Gebrauch der Quarz-Quecksilberdampflampen findet eine Alterung, d. h. eine allmähliche Abnahme der ultravioletten Strahlung statt, welche schließlich so stark wird, daß eine wirtschaftliche Ausnutzung der Lampe in diesem Spektralbereich nicht mehr in Frage kommt. Photographische Aufnahmen der Spektren verschieden lange gebrannter Lampen sowie Absorptionsmessungen an Bruchstücken alter Lampen haben ergeben, daß die beobachteten Intensitätsabnahmen im Ultraviolett auf einer Absorption der Strahlung in einer Schicht bestehen, welche sich auf der Innenseite der Lampen während des Gebrauches allmählich niederschlägt. Die Absorption nimmt mit abnehmender Wellenlänge stark zu. Der Niederschlag besteht aus zwei Schichten, von denen sich die eine durch Reiben oder durch mechanische Prozesse leicht entfernen läßt, während die für die Absorption wesentliche zweite Schicht im Quarz selbst liegt. Sie läßt sich durch Säure nicht völlig entfernen, während das Abschleifen einer 0,1 mm dicken Schicht die ursprüngliche Ultraviolettdurchlässigkeit wiederherstellt. Die Trübung dieser Schicht kann durch eingelagerte Teilchen metallischen Siliziums erklärt werden, welche sich unter dem Einfluß der Ultraviolettstrahlung und der hohen Temperatur ausgeschieden haben, oder sie ist durch eingelagertes fein verteiltes Quecksilber verursacht, welches in die hocherhitzte Quarzmasse eingedrungen ist. (W. Meyn, Z. f. wissenschaftl. Photographie Bd. 25, Nr. 11, S. 345.) *Schb.*

Der Einfluß der Antriebsart von Werkzeugmaschinen auf die Beleuchtung der Werkstätten. — Die Tatsache, daß durch den elektrischen Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen eine bessere Beleuchtung der Arbeitsräume infolge Fortfalls aller Transmissions- und Vorgelegeteile vorhanden ist, wird allgemein anerkannt, aber wenig beachtet. Zwar wird beim Bau von Werkstätten auf Anbringung hinreichend großer Fenster geachtet, aber die Beleuchtungsverhältnisse durch verschmutzte Fenster,

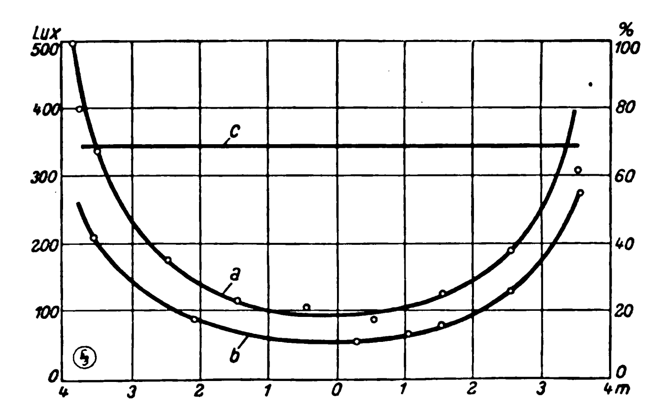
[1] Arch. El. Bd. 19, S. 10. ETZ 1928, S. 218.

[1] Z. B. vgl. Möllinger, Wirkungsweise d. Motorzähler u. Meßwandler, 2. Aufl., S. 198. Verlag Julius Springer, Berlin 1925.



Decken und Wände, durch falsche Aufstellung der Werkzeugmaschinen und Anordnung der Riemenübertragungen erheblich verschlechtert. Die Bewertung der durch Fortfall der Riemenübertragungen erzielten Verbesserung der Beleuchtung war bisher nur gefühlsmäßig geschehen und dementsprechend sehr verschieden. Es war daher wünschenswert, auch in dieser Beziehung Vergleichsmessungen durchzuführen, wie dies bei dem Vergleich der Wirkungsgrade und Leistungen von Werkzeugmaschinen mit Einzelantrieb und mit Riemenantrieb bereits geschehen ist.

In zwei gleich großen Werkstätten, einmal mit Werkzeugmaschinen für Transmissionsantrieb, das andere Mal mit Werkzeugmaschinen mit elektrischem Einzelantrieb, wurden Vergleichsmessungen angestellt, die es ermöglichten, allgemeingültige Schlüsse über den Einfluß der Antriebsart von Werkzeugmaschinen auf die Beleuchtungsverhältnisse der Werkstätte zu ziehen. Die Messungen wurden vom Kleinbauwerk der SSW ausgeführt und brachten als Ergebnis die Kurven nach Abb. 5.



a Lichtstärke bei Einzelantrieb *b* Lichtstärke bei Riemenantrieb
c Beleuchtungsverbesserung durch Einzelantrieb

Abb. 5. Ergebnis der Vergleichsmessungen in Werkstätten mit Riemenantrieb und Einzelantrieb.

Die prozentuale Verbesserung der Beleuchtung in den Werkstätten mit elektrischem Einzelantrieb betrug im Mittel 67 %, war also verhältnismäßig groß. Die Höhe der absoluten Beleuchtungsstärke ist naturgemäß von der Tageshelle abhängig, so daß sich die Kurven der Abb. 5 je nach der Helligkeit nach oben oder unten verschieben. Die prozentuale Verbesserung bleibt aber die gleiche.

Messungen der Beleuchtungstärke in einem Shedbau mit verschiedenen Antriebsarten lassen deutlich Verbesserungen der Beleuchtung beim elektrischen Antrieb erkennen.

Die in den Werkstätten mit elektrischem Einzelantrieb vorhandene bessere Beleuchtung wird einerseits die allgemeine Arbeitsfreudigkeit heben, anderseits das Lesen von Zeichnungen, Messen und Beobachten des Arbeitstückes und sonstige Arbeiten erleichtern. Um einen Anhalt über die Größe der erreichbaren Leistungsteigerung zu erhalten, ist auf einige Ergebnisse durchgeführter Verbesserungen der künstlichen Beleuchtung zurückgegriffen worden und die erzielte Leistungsteigerung benutzt, um für die Praxis einen Mittelwert zu bilden. Es ergab sich bei einer Steigerung der Beleuchtungsstärke um 1 % eine mittlere Leistungszunahme von 0,0215 %. Weitere Ergebnisse durchgeführter Verbesserungen der Beleuchtung ergaben eine mittlere Leistungsteigerung von 0,042 % bei einer Erhöhung der Beleuchtungstärke um 1 %. Unter Zugrundelegung eines Mittelwertes aus den Messungen würde sich bei der eingangs erwähnten Werkstatt mit elektrischem Einzelantrieb eine 2,12prozentige Leistungsteigerung gegenüber der durch Transmission getriebenen Werkstatt ergeben. Wenn auch die genannten Werte nicht verallgemeinert werden können, so ergibt doch die Verbesserung der Beleuchtung durch elektrischen Einzelantrieb eine beachtenswerte Leistungsteigerung. Auch bei künstlicher Beleuchtung ergeben sich beim elektrischen Einzelantrieb wesentlich günstigere Beleuchtungsverhältnisse als beim Transmissionsantrieb, weil durch helle Decken und Wände eine von Schlagschatten freie Allgemeinbeleuchtung erzielt wird, die das Gefahrenmoment der Werkstatt wesentlich herabsetzt. (M e l l e r, Siemens-Z. Bd. 8, S. 501.) *Sb.*

Heizung. Öfen.

Elektrodenhalter für Elektroöfen. — Zu der in Heft 34 auf S. 1273 der ETZ d. J. gebrachten Mitteilung über einen Elektrodenhalter für Elektroöfen gibt uns die Demag A. G. bekannt, daß diese Elektrodenaufhängung eine Neukonstruktion der Demag A. G. in Duisburg sei und demnach einen wichtigen Fortschritt deutschen Elektroofenbaus darstelle.

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Elektrisierung der Bahnstrecke Salzburg—Wien der Österreichischen Bundesbahnen. — Nicht allein in Österreich, sondern auch in weitesten Kreisen des Auslandes sieht man mit Spannung den weiteren Schritten des Vorstandes der Österreichischen Bundesbahnen in der Frage des Fortganges der Elektrisierungsarbeiten entgegen. Bekanntlich werden nach der für Ende 1929 in Aussicht stehenden Vollendung der Arbeiten an den Strecken im Westen von Salzburg vom Gesamtnetz Österreichs 12 % auf elektrischen Betrieb umgestellt sein. Heute schon steht Österreich mit 8,7 % an zweiter Stelle der europäischen Staaten; durch Hinzutritt der 314 km langen Strecke Wien—Salzburg würde sich diese Zahl auf rd. 18 % erhöhen. Ende 1927 hatte nun die Direktion der Bundesbahnen die wenigstens vorläufige Einstellung der Elektrisierungsarbeiten vorgeschlagen[1]. Im Januar dieses Jahres hat dann der Verkehrsausschuß des Parlaments ein achtgliedriges Sachverständigenkollegium zur Prüfung der Widersprüche in den beiden Voranschlägen der Bundesbahnen und der Elektroindustrie aufgefordert, dessen Gutachten nunmehr im Druck vorliegt[2].

Den Sachverständigen lagen zunächst einzelne Fragen zur Beantwortung vor, welche die am weitesten auseinandergehenden Posten der vorliegenden Berechnungen betrafen. Darüber hinaus haben aber die Sachverständigen eine eigene Rentabilitätsrechnung aufgestellt, deren Ergebnis im Vergleich mit den bisher bekannten in Zahlentafel 1 wiedergegeben wird.

Z a h l e n t a f e l 1. Ergebnisse der Rentabilitätsberechnungen in Millionen Schilling.

Berechnung	Bundesbahnen	Dr. Seefehlner*	Elektro-Industrie	Gutachten
Anlagekosten der Elektrisierung	182	150	151	174,5
Bewertung des entsprechenden Dampflokomotivparkes	27,5	51	.	34
Vorgeschlagene Anzahl elektr. Lokomotiven	152	138	138	127
Vorgeschlagene Anzahl von Triebwagenzügen	22	20	20	26
Jährl. Mehr- bzw. Minderkosten des elektr. Betriebes:				
Erhaltung des Lokomotivparkes	— 2,415	—6,035	.	— 3,600
Kapitaldienst	+14,249	+7,920	+8,600	+11,894
Kohle- bzw. Stromkosten	+ 0,760	—4,195	.	— 1,870
Sonstiges	— 3,859	—4,459	.	— 3,999
Insgesamt	+ 8,735	—6,769	—4,400	+ 2,425

* El. u. Maschinenb. Bd. 45, S. 1029.

In dieser Zusammenstellung sind alle annähernd festliegenden oder unwesentlichen Positionen der Vergleichsrechnung in eine Zahl unter „Sonstiges" zusammengefaßt. Als wesentlich verbleiben:

a) D i e E r h a l t u n g s k o s t e n d e s L o k o m o t i v p a r k e s. Gleichwie alle bisherigen Veröffentlichungen stützt sich das Sachverständigengutachten bei der Ermittlung der Erhaltungskosten bei Dampfbetrieb auf die Veröffentlichungen der Bundesbahnen, rechnet also mit ungünstigen Zahlen. Für den elektrischen Betrieb wird gegenüber der Rechnung der Bundesbahnen, die auf Grund der tatsächlichen Betriebsergebnisse auf den bereits elektrisierten Strecken erstellt ist, ein Abschlag von 28 % zur hinreichenden Berücksichtigung der günstigeren Verhältnisse auf der Linie Wien—Salzburg gemacht. Berücksichtigt man, daß der Achsdruck auf der neuen Linie von 14,5 bis 16 auf 18 t heraufgesetzt wird, daß nur wenige, auf Grund der bisherigen Erfahrungen verbesserte und vereinheitlichte Lokomotivtypen zur Verwendung kommen werden, daß nun bereits fachlich geschultes Personal zur Verfügung steht, die Hauptausbesserungswerkstätte Linz sehr günstig liegt und daß die tatsächlichen Erhaltungskosten in anderen Ländern nur etwa ein Drittel bis die Hälfte der von den Sachverständigen angenommenen betragen, so muß man die Bewertung dieses Postens als sehr vorsichtig bezeichnen.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 146.
[2] „Gutachten über die Elektrifizierung der Strecke Wien—Salzburg". Verlag Julius Springer, Wien 1928.



b) Der Kapitaldienst. Unter Einsetzung vorsichtig errechneter Werte gelangt das Gutachten hinsichtlich der Anlagekosten zu dem in der Zahlentafel aufgeführten Ergebnis. Besonders eingehend wird darin die Frage der Bewertung und weiteren Verwendung des vorhandenen Dampfmaschinenparkes untersucht. Es wird auf die Möglichkeit, den Zinsendienst durch eine spätere Konvertierung der Völkerbundanleihe zu ermäßigen, hingewiesen. Der Betrag von 11,894 Mill. Sch darf demnach als die obere Grenze der für diesen Posten zu erwartenden Mehrausgaben angesehen werden.

c) Die Kohlen- bzw. Stromkosten. Die Gutachter haben ihre Rechnung auf die Angaben der Bahnverwaltung über ihre gegenwärtigen Selbstkosten gegründet. Es darf erwartet werden, daß die Kohlenpreise in der Zukunft steigende Tendenz aufweisen werden. Auch die Stromkosten wurden in sehr vorsichtiger Weise eingesetzt, insbesondere für den Teil der benötigten Energie, der aus den bereits vorhandenen Bahnkraftwerken geliefert würde.

Unter Berücksichtigung der vorstehenden Ausführungen wird man zugeben müssen, daß sich die von den Sachverständigen angegebenen jährlichen Mehrkosten von 2,425 Mill. Sch sehr wahrscheinlich stark verringern oder in einen Überschuß verwandeln dürften. Dazu kommt, daß mit wachsender Verkehrsleistung oder durch Anziehen der Kohlenpreise eine weitere Verschiebung zugunsten des elektrischen Betriebes eintreten würde, ganz abgesehen davon, daß, wie ein Teil der Sachverständigen hervorhebt, nach Ablauf der Tilgungsfrist für die Anleihe den Bundesbahnen die schuldenfreie Anlage verbleiben würde.

Gehen schon in den der Berechnung zugänglichen Positionen die Meinungen der Beteiligten beträchtlich auseinander, so verschiebt sich das Bild noch weiter, wenn man die Betrachtungen auf einen längeren Zeitraum erstreckt und volkswirtschaftliche Erwägungen mit einbezieht. Auch innerhalb des Sachverständigenkollegiums herrschten hinsichtlich der Bewertung der rechnerisch schwer erfaßbaren Vor- und Nachteile der beiden Betriebsarten verschiedene Ansichten vor. Die Mehrheit der Gutachter vertritt den Standpunkt, daß die Vorteile der Elektrisierung deren Nachteile überwiegen und empfiehlt, dies durch Einstellung eines Pauschalbetrages von jährlich 1,5 Mill. Sch in der Rentabilitätsrechnung zu berücksichtigen, während die übrigen drei Gutachter die Vor- und Nachteile für ausgeglichen erachten.

Über die Richtigkeit der verschiedenen Ansätze und Ergebnisse weitere Untersuchungen anstellen zu wollen, wäre müßig. Tatsache ist, daß selbst bei ungünstiger Rechnung bilanzmäßig nur ein verhältnismäßig geringer Mehraufwand, bei immer noch vorsichtigen Ansätzen eine beträchtliche, bei Einsetzung von Erfahrungswerten anderer in der Elektrisierung ihrer Hauptbahnen bereits weit vorgeschrittener Länder sogar eine sehr bedeutende Ersparnis eintreten würde, wie es für eine Linie mit so dichtem Verkehr wie Salzburg—Wien nicht anders zu erwarten stand. Es erscheint daher gerechtfertigt, von der privatwirtschaftlichen Rentabilitätsrechnung ganz abzusehen und die Entscheidung auf die Basis volkswirtschaftlicher Erwägungen zu stellen.

Im Vorschlage der Bundesbahnen wird das Einschalten einer Pause befürwortet; selbst eine kurze Arbeitspause aber würde zweifellos auf das Wirtschaftsleben und den Arbeitsmarkt Österreichs einen störenden Einfluß ausüben, ohne indessen den Bundesbahnen wesentlichen Nutzen zu bringen. Die Vollbahnelektrisierung beschäftigt dauernd mindestens 20 000 Menschen. Zudem bietet die für die Fertigstellung der noch im Fluß befindlichen Arbeiten an den Strecken westlich von Salzburg noch benötigte Zeitspanne von 1½ Jahren eine erwünschte Gelegenheit zu rationeller Vorbereitung der Durchführung des neuen Projektes, insbesondere was den neu zu beschaffenden Fahrpark betrifft. Dagegen empfiehlt die Mehrheit der Sachverständigen, die Arbeiten von vornherein auf einen etwas längeren Zeitraum, etwa fünf Jahre, zu verteilen und abschnittsweise fertigzustellen, was ohne nennenswerte Erhöhung der Baukosten geschehen kann.

Ein weiterer volkswirtschaftlich bedeutender Beweggrund zugunsten der Elektrisierung muß darin erblickt werden, daß der gesamte österreichische Bedarf an Lokomotivkohle aus dem Ausland gedeckt werden muß und der Dampfbetrieb daher für dieses Land eine dauernde Verschuldung an das Ausland bedeutet, während die Zinsen für das Elektrisierungskapital nur während der Laufzeit der Anleihe zu zahlen wären. Die Mehrheit der Gutachter weist darauf hin, daß diese volkswirtschaftlichen Beweggründe allerdings außerhalb des Interessenkreises der Bundesbahnen liegen, und regt an, der Bund solle nach dem Beispiel der Schweiz einen angemessenen Beitrag zu den Kosten der Elektrisierung leisten; zweifellos würde ein erheblicher Teil hiervon in Form von Steuern, Zöllen usw. sowie durch namhafte Ersparnisse auf dem Gebiete der Arbeitslosenfürsorge in den Bundesschatz zurückfließen.

Man darf mit gespanntem Interesse der bevorstehenden Entscheidung der Frage entgegensehen. *y*

Bergbau und Hütte.

Synchronmotoren zum Antrieb von Stahlwalzwerken. — Die aus der Eigenart des Walzwerkbetriebes folgenden und an den Antriebsmotor zu stellenden wichtigsten Forderungen sind große Überlastbarkeit und großes Anfahrmoment. Der als Antriebsmotor am meisten gebräuchliche Asynchronmotor wird diesen Forderungen wohl gerecht, hat jedoch einen schlechten Leistungsfaktor. Für ein bestimmtes Anwendungsgebiet wird daher der Synchronmotor empfohlen, der außer gutem Leistungsfaktor noch andere Vorteile hat. Diese Vorteile und natürliche Nachteile werden erörtert und gegen diejenigen des Asynchronmotors abgewogen; es muß jedoch bemerkt werden, daß die Verfasser in keiner Weise auf die Verwendung des Asynchronmotors mit Drehstromerregermaschine und den guten Erfolg solcher Maschinensätze eingehen.

Die Eignung des Synchronmotors ist beschränkt auf Walzwerke, die mit konstanter Drehzahl arbeiten; das unbedingte Einhalten dieser Konstanz wirkt jedoch vorteilhaft auf die Güte (Gleichmäßigkeit) des Walzgutes. Nicht geeignet ist der Synchronmotor für Walzwerke, die ein großes Anfahrmoment erfordern (Blechwalzwerke, Kaltwalzwerke), da sein Anfahrmoment geringer ist als das eines entsprechenden Asynchronmotors. Wenngleich Versuche, durch Doppelkäfige das Anlaufmoment des Synchronmotors zu steigern, praktisch nichts einbrachten, kann dennoch mit dem üblichen Anlaufkäfig bei geschicktem Entwurf eine den meisten Antrieben genügende Anlaufscharakteristik erzielt werden.

Bezüglich der Überlastbarkeit, für die beim Synchronmotor und beim Asynchronmotor gleiche Werte erzielbar sind, hat der Synchronmotor den Vorteil, daß diese bei Spannungsrückgang nur linear abnimmt, während sie beim Asynchronmotor quadratisch abnimmt.

Während der Asynchronmotor mit geringem Leistungsfaktor arbeitet, insbesondere wenn er zur Vermeidung eines teuren Übersetzungsgetriebes entsprechend der bei den meisten Walzenantrieben verlangten niedrigen Drehzahl als Langsamläufer ausgeführt ist, kann der Synchronmotor für jede verlangte Drehzahl (direkte Kuppelung!) mit sogar voreilendem Leistungsfaktor ausgeführt werden; er kann selbst bei Überlast Blindleistung ins Netz geben und dient somit als Phasenverbesserer. Der Wirkungsgrad liegt bei jeder Belastung höher als beim Asynchronmotor; insbesondere auch bei geringer Teillast ist noch ein guter Wert erreichbar, wie an Schaulinienbeispielen für 25 Hz und 60 Hz gezeigt wird.

Als weiterer Vorteil des Synchronmotors ist anzuführen, daß, da sein Läufer kürzer ist als der des entsprechenden Asynchronmotors, der Raumbedarf zur Ausbaumöglichkeit und somit zur Aufstellung geringer ist. Auch die Gesamtkosten eines Synchronmotors sind geringer trotz der erforderlichen Gleichstromerregung, die als Nachteil gegenüber dem Asynchronmotor zu bezeichnen ist. Wenngleich die Betriebszuverlässigkeit des Asynchronmotors außer Frage ist, wird gehofft, die des Synchronmotors auf gleiche Höhe zu bringen; einen geringen Vorteil bietet die leichtere Möglichkeit der Reparatur und des Überholens eines Synchronmotors.

Nach Erörterung von Konstruktionseinzelheiten und Beschreibung der selbsttätigen Steuerung des Anfahrvorganges wird noch ein Überblick über ausgeführte Anlagen von Walzwerken mit Antrieb durch Synchronmotoren gegeben. (W. T. Berkshire und H. A. Winne, J. Am. Inst. El. Engs. Bd 47, S. 135.) *Klt.*

Elektrische Walzwerksantriebe in Amerika. — In dem in Heft 31 der ETZ 1928, S. 1160, erschienenen Artikel: „Die Entwicklung des elektrischen Walzwerksantriebes in Amerika" tragen wir nach, daß der erwähnte von der General Electric Co. gebaute 7000 PS-Umkehrmotor nicht bei der Carnegie Steel Co., sondern bei der Lackawanna-Anlage der Bethlehem Steel Co. in Betrieb ist. Die neue Walzwerksanlage der Carnegie Steel Co. in Homestead, Pa., umfaßt zwei Walzenstraßen mit sieben Umkehrmotoren und fünf Schwungradumformern. Alle diese Antriebe

wurden von der Westinghouse Electric & Mfg. Co. geliefert. Die Blockwalze einer dieser beiden Walzenstraßen wird von einem 8000 PS-Umkehrmotor, 40 U/min, angetrieben, welcher den größten Einzelmotor darstellt, der in den V. S. Amerika bis jetzt gebaut wurde.

Fernmeldetechnik.

Messungen der Schwunderscheinungen im Rundfunk. — Vom Bureau of Standards ist im Jahre 1925 zusammen mit 25 Beobachtungsstellen an Universitätsinstituten und Industrielaboratorien in den nördlichen Vereinigten Staaten von Amerika und in Canada eine Untersuchung über die Schwunderscheinungen im Rundfunkwellenbereich ausgeführt worden. Die Beobachtungsstellen waren mit einem Einheitsapparat ausgerüstet, mit dem Schwankungen der einfallenden Wechselfelder mittels eines Galvanometers sichtbar gemacht und die Feldstärke gemessen wurden. Die Ausschläge des Meßinstruments wurden mit einer von Hand betätigten, von G. W. Pickard bereits früher benutzten Schreibvorrichtung aufgezeichnet.

Die Untersuchung erstreckte sich auf die Vorgänge während

a) der Sonnenfinsternis vom 24. I. 1925,
b) des Sonnenunterganges,
c) eines Zeitraumes von 24 h;
d) auf die Wirkung großer Strahlungsleistungen,
e) auf die Intensität und die Schwankungen als Funktion der Entfernung.

Die Schlußfolgerungen aus der Untersuchung sind:

1. Es besteht eine gewisse Regelmäßigkeit in der mittleren Stärke der Schwunderscheinungen. Das Verhältnis der Stärke bei Tag und bei Nacht steht in einem logarithmischen Verhältnis zur Entfernung. Es ergibt sich quantitativ, daß die bei Tag wirkende Erdabsorption zuweilen nachts verschwindet, so daß ein Absorptionskoeffizient berechnet werden kann.

2. Es sind maximale und minimale Schwankungen vorhanden, die von der Entfernung der Empfangstelle von der Sendestelle abhängig sind. Das erste Maximum tritt bei ungefähr 100 km Entfernung auf.

3. Die vorstehenden Ergebnisse, zusammengenommen mit dem Verschwinden der Bodenwelle, deuten darauf hin, daß lang andauernde Schwundperioden von einer veränderlichen Absorption in der oberen Atmosphäre verursacht werden und daß Schwunderscheinungen mit kurzen Perioden, die in Entfernungen unter 200 km beobachtet werden, hauptsächlich durch die Interferenz zwischen der Bodenwelle und der an der Kennelly-Heaviside-Schicht entlang gelaufenen und Änderungen der Intensität, Phase und Polarisation unterworfenen Welle verursacht werden.

4. Es besteht eine Wechselbeziehung zwischen der jeweiligen Strahlrichtung und der Schnelligkeit der Schwunderscheinungen. Das bestätigt die obige Schlußfolgerung mit Bezug auf die Interferenzerscheinungen, die die kurzperiodigen Schwunderscheinungen hervorrufen und öfter mit Richtungsänderungen verbunden waren.

5. Der Durchschnitt der graphischen Aufzeichnungen zeigt einen Anstieg der durchschnittlichen Intensität ungefähr eine Stunde vor Sonnenuntergang, dem eine geringe Abnahme vor und während des Sonnenuntergangs an der Empfangstelle und alsdann ein Ansteigen zu einem Nachtwerte folgt, der gewöhnlich ein bis zwei Stunden nach Sonnenuntergang erreicht wird. Dieser Wert braucht nicht das Nachtmaximum zu sein, das auch einige Stunden später erreicht werden kann. Bei Nord-Süd-Ausbreitung ist keine Abnahme der Feldstärke vor und während des Sonnenunterganges beobachtet worden.

6. Mit den Intensitätsänderungen gehen Schwankungen zwischen dem höchsten und niedrigsten Wert parallel, deren Zahl ungefähr eine Stunde vor Sonnenuntergang zunimmt, zur Zeit des Sonnenunterganges bei der Empfangstelle abnimmt und während der Nacht wieder ansteigt.

7. Außer den erörterten allgemeinen täglichen Beziehungen besteht kein Zusammenhang zwischen dem Gange der Intensität und den Schwunderscheinungen.

8. Das tägliche Stärkemaximum macht sich an allen Empfangspunkten, die bis 500 km von der Sendestelle entfernt waren, zu derselben Zeit bemerkbar (3 h vor Sonnenaufgang im Dezember, festgestellt nur durch einen 24stündigen Versuch).

9. Es besteht keine Beziehung zwischen den Schwankungen und dem Wetter.

10. Bisweilen treten regelmäßige periodische Schwankungen auf, die etwa 15 ... 20 min nach Sonnenuntergang beginnen. Die Periodizität dieser Schwankungen zeigt eine Wechselbeziehung mit der Entfernung zwischen Sender und Empfänger und ist zweifellos auf Interferenzerscheinungen zurückzuführen.

11. Die Sonnenfinsternis hat Schwunderscheinungen zur Folge gehabt, die das Mittel halten zwischen den Tag- und Nachterscheinungen, ähnlich den Sonnenuntergangsverhältnissen.

12. Änderungen der Sendestärke beeinflussen die Schwunderscheinungen nicht. (J. H. Dellinger, C. B. Joliffe u. T. Parkinson, Scientific Papers of the Bureau of Standards Nr. 561.) *Blr.*

Die Fernsprechanlage der Mittlere Isar A. G., München. — Neben den allgemeinen Forderungen, die an Fernsprechanlagen in Großkraftwerken gestellt werden, hebt A. Hettich noch einige Sonderheiten dieser Anlagen hervor. So besteht z. B. bei der Ausgabe von Meldungen die Möglichkeit, mit mehreren Stellen gleichzeitig zu verkehren. Die Verbindungsleitungen zwischen den einzelnen Werken und Stellen sind als pupinisierte Kabel verlegt worden (0,9 und 1,4 mm Leiterdurchmesser, Wellenwiderstand 1700 und 1600 Ω). Die größte Dämpfung zwischen zwei Kraftwerken beträgt z. B. $\beta l = 1{,}06$. Verfasser entwickelt ein Schlußzeichenrelais mit einer Zeitkonstante $\tau = 33 \ldots 40$ ms bei einer Betriebspannung von 24 V. Die Schlußzeichenschaltung — Unterbrechung eines dauernden Stromflusses — wird erläutert. Für die Verbindung der sog. End- und Durchgangsleitungen untereinander werden Schnurpaare mit einheitlichen Schaltungen verwendet. Verfasser beschreibt Polwechsler und Mittelfrequenzerzeuger für die Erzeugung von Ruf- und Heulerströmen. Als Betriebszeit der verwendeten Relais ermittelt er in einem Beispiel 8,2 Jahre, die Wahrscheinlichkeit des Versagens eines Kontaktes sei $W = 1/_{16000}$. In Relaisdiagrammen werden Federdruck und Durchflutung in Beziehung gebracht, als oberste Betriebspannung wird eine Spannung von 32 V berechnet. In der Bauausführung unterscheidet der Verfasser zwischen Vermittlungszentralen mit Stöpseln und Abfragezentralen für den Endverkehr mit Drucktasten. Einige Schaltungen und Sonderheiten wie z. B. Geheimschaltungen, Kraftrelais, Reinhörschaltungen werden besprochen. (A. Hettich, El. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 145.) *Pt.*

Die Schwächung drahtloser Wellen über Land. — Aus Messungen der Feldstärke des Londoner Rundfunksenders (2 LO, λ = 364 m) auf sieben Radien bis 150 km Entfernung vom Sender sind die Linien gleicher Feldstärke um den Sender ermittelt worden. Aus diesen Messungen wurden Kurven der Gesamtdämpfung und der Oberflächendämpfung ermittelt. Die experimentellen Ergebnisse wurden alsdann mit Kurven nach der Theorie von Sommerfeld verglichen. Es zeigt sich, daß die Dämpfung nicht nach allen Richtungen gleich ist; die Unterschiede sind erheblich und der Vergleich mit der Theorie ergibt für alle Richtungen eine beträchtlich größere Dämpfung, als nach früher bestimmten Werten der Leitfähigkeit der Erde erwartet werden konnte. Die größere Dämpfung läßt sich durch eine Wirkung der bewaldeten Gegend, über die sich die Wellen ausbreiten mußten, erklären. Mit einer besonders entwickelten Methode konnte die Absorptionswirkung einzelner Bäume gemessen werden, so daß Absorptionsfaktoren für gegebene, mit Wald bedeckte Flächen ermittelt wurden und eine Korrektion der theoretischen Formel vorgenommen werden konnte.

Der Unterschied zwischen der Theorie von Sommerfeld und den Meßergebnissen und die Unterschiede in den einzelnen Richtungen sind der Wirkung der Bäume zuzuschreiben. Die größte Dämpfung fällt mit der am meisten bewaldeten Gegend zusammen.

Die Versuche ergaben keine Schirmwirkung von Hügelketten, die im Wellenwege lagen.

Die verwendete Meßmethode sowie die Methode zur Bestimmung der Absorptionswirkung der Bäume werden beschrieben. (R. H. Barfield, J. Inst. El. Engs. London Bd. 66, S. 204.) *Blr.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Untersuchung über den elektrischen Durchschlag und Überschlag im inhomogenen Felde. — Erwin Marx berichtet über Durchschlag- und Überschlagversuche, die mit Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern zwischen



einer scharfen Spitze (Nähnadel) und einer Platte vorgenommen wurden. Die Durchführung der Versuche erfolgte mit Gleichspannung und mit Spannungsstößen, deren Zeitdauer durch verschieden große Parallelwiderstände zum Prüfobjekt in weiten Grenzen geändert wurde. Durch solche Parallelwiderstände läßt sich die Entladungszeit der im Stoßkreise enthaltenen Kondensatoren verändern. Zur Kennzeichnung der Zeitdauer der Stöße wurde dementsprechend die Zeitkonstante für die Entladung des Stoßkreises benutzt. Die wesentlichsten Ergebnisse der Untersuchungen sind die folgenden:

Bei Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern ist die Höhe der zum Durchschlag nötigen Spannung bei der benutzten Elektrodenanordnung im allgemeinen stark von der Polarität abhängig. Wenn die positive Spannung an der Spitze, also an der Elektrode mit der höheren Feldstärke, mit der größeren Feldstärkenänderung je Längeneinheit und mit der kleineren Oberfläche anliegt, so ist die Durchschlagsspannung stets niedriger als bei umgekehrter Polarität. Die Tatsache, daß diese Erscheinung bei allen untersuchten Stoffen in gleichem Sinne auftritt, zeigt, daß dem Durchschlag aller Stoffe ganz ähnliche Vorgänge zu Grunde liegen.

Bei *Luft* ist bei hohen Gleichspannungen die Durchschlagsspannung bei negativer Spitze mehr als doppelt so hoch als bei positiver Spitze. Bei Spannungsstößen, also bei kurzzeitig angelegter Gleichspannung, ist dieser Unterschied geringer; er verschwindet immer mehr, wenn die Zeitdauer der Spannungsstöße kleiner wird. Besonders bei positiver Spitze ist die Höhe der Durchschlagsspannung von der Zeit stark abhängig. Von *Flüssigkeiten* wurden Wasser, Schalteröl, Xylol und Rizinusöl untersucht (Wasser infolge seiner hohen Leitfähigkeit nur mit Spannungsstößen). Der Polaritätsunterschied ist ganz besonders groß bei Spannungsstößen mit großer Zeitkonstante unter Wasser[1]. Die übrigen Flüssigkeiten zeigen geringere Polaritätsunterschiede. Bei *festen Stoffen* (untersucht wurden Paraffin, Glas, Hartpapier, Kabelausgußmasse und Kolophonium) ist es schwierig, eine einwandfreie Versuchsanordnung herzustellen. Mit Glas war eine solche mit einfachen Mitteln nicht zu erreichen. Bei allen festen Stoffen trat wieder der erwähnte Polaritätsunterschied im gleichen Sinne auf.

Bei allen Versuchen wurden die unterhalb der Durchschlagsspannung auftretenden Vorentladungen beobachtet. Auch diese Vorentladungen hängen sehr stark von der Polarität ab. Die Vorentladungen ließen sich dadurch genau verfolgen, daß senkrecht auf die Plattenelektrode eine photographische Platte aufgestellt wurde, auf die die Spitzenelektrode möglichst gut aufgelegt wurde. Es erfolgt dann auf der photographischen Platte ein Überschlag, der, wie nähere Untersuchungen zeigten, denselben Gesetzen folgt wie der reine Luftdurchschlag. Gibt man auf eine solche Anordnung im dunklen Raum einen Spannungsstoß, so ergeben die Entladungen auf der photographischen Platte nach deren Entwicklung deutliche Figuren. Eine größere Zahl solcher Bilder wird gezeigt. Diese Aufnahmen bestätigen die bereits mit dem Auge gemachte Beobachtung, daß bei positiver Spitze die Entladungen bei gleicher Spannung wesentlich größer sind als bei negativer Spitze. Die Entladungen gehen bei positiver Spitze schon weit unterhalb der Überschlagsspannung an die Plattenelektrode heran und erzeugen dort leuchtende Punkte bzw. Erscheinungen, die auf die photographische Platte einwirken. Im Gegensatz dazu erfolgt bei negativer Spitze der Durchschlag bereits dann, wenn die Vorentladungen erst einen kleinen Teil des Raumes zwischen Spitze und Plattenelektrode eingenommen haben. — Die Versuche wurden im Hochspannungsinstitut der T. H. Braunschweig vorgenommen. (Erwin *Marx*, Arch. El. Bd. 20, H. 5/6, S. 579.)

Verschiedenes.

Die Fortschritte der amerikanischen Elektroindustrie im Jahre 1927. — Anschließend an unseren früheren, den Kraftwerksbau in den V. S. Amerika behandelnden Bericht[2] und in Ergänzung desselben ist über die letzten Fortschritte der amerikanischen Elektroindustrie noch folgendes zu berichten. Nachdem im Dampfbetrieb die höchste, mit den üblichen Materialien noch beherrschbare Temperatur von etwa 440° erreicht sein dürfte, wird durch Erhöhung des Dampfdruckes eine weitere Verbesserung der Wirtschaftlichkeit angestrebt, was vielfach auch dadurch erfolgt, daß man in den bestehenden Anlagen mit Höchstdruckdampf arbeitende Vorschaltturbinen aufstellt. Bei den in rasch zunehmender Anwendung begriffenen Kohlenstaubfeuerungen wird im Gegensatz zur europäischen, insbesondere auch deutschen Praxis die Unterteilung der Mahlanlage in einzelne, jedem Kessel zugeordnete Einheiten bevorzugt; die allgemeine Einführung dieses Systems scheint nur von der Entwicklung entsprechend leistungsfähiger Mühlen abzuhängen. Hand in Hand mit der Steigerung der Temperatur in der Verbrennungskammer geht auch die Einführung der Luftvorwärmung, welche bereits bis zu 260° mit Erfolg angewendet wird. Die in unserem vorerwähnten Bericht aufgezählten größten Maschineneinheiten werden von einem 157 000 kW-Generator der General Electric Co. noch übertroffen, welcher von einer Tandem-Kompoundturbine angetrieben wird. Auch an der weiteren Verbesserung des Generatornutzeffektes wird ständig gearbeitet; die Verwendung von Blechen mit niedrigeren Verlusten bringt hier schon wesentliche Vorteile mit sich, doch noch mehr wird von der Verwendung von Wasserstoff als Kühlmittel erwartet[1]. Die Ersetzung des Gußeisens an möglichst vielen Stellen durch geschweißte schmiedeeiserne Konstruktionen führt zu einer bedeutenden Verringerung der Gewichte der Einzelteile und ermöglicht den Versand von fertig gewickelten Gehäusen in vielen Fällen, wo dies früher nicht durchführbar war, was große Vorteile für die Montage und die Betriebsicherheit mit sich bringt. Dank allen diesen Verbesserungen kann für neue Großkraftwerke mit einem Wärmeverbrauch von 3100 ... 3500 kcal/kWh bei etwa 100 \$ — 420 M/kW betragenden Anlagekosten gerechnet werden.

Die Versorgung des Hausbedarfes erfolgt fast ausschließlich mit Drehstrom, wobei die Spannung von 2300 V die Regel bildet. Gleichstrom bleibt nur auf Fälle beschränkt, wo eine Drehzahlregelung in sehr weitem Bereich notwendig ist, ferner für Fernsteuerung von Schaltern, die Erregung und ähnliche Zwecke, für die diese Stromart nach wie vor nicht entbehrt werden kann. Die Aufstellung von eigenen Turbinengruppen für den Hausbedarf tritt immer mehr in den Hintergrund, da zufolge der Anwendung des Anzapfverfahrens bei den Hauptturbinen deren Bedeutung vom Standpunkt der Wärmewirtschaft verloren gegangen ist und die weitgehende Verkuppelung der Netze eine vollkommen gesicherte Eigenbedarfsversorgung gewährleistet. An ihre Stelle tritt der auf der Welle der Haupttturbine sitzende Eigenbedarfsgenerator oder ein an die Hauptsammelschienen bzw. an die Maschinenklemmen selbst angeschlossener Transformator. Die vollständige Phasentrennung in den Schaltanlagen bildet die Regel; daneben finden die ganz gekapselten Anlagen mit in Kompoundmasse eingebetteten Leitungen und spannungführenden Apparateteilen zunehmenden Eingang. Es besteht im Bau von Schaltanlagen für Großkraftwerke eine ausgesprochene Richtung nach der Vermeidung von blanken, spannungführenden Teilen.

Die rasch fortschreitende Verkuppelung großer Kraftwerke und Netze wurde an dieser Stelle schon wiederholt erwähnt. Die bedeutendste der diesem Zwecke dienenden Anlagen ist das in Entstehung begriffene 220 kV-Netz im Osten, welches die Werke der Philadelphia Electric Co., Pennsylvania Power & Light Co. und Public Service Electric & Gas Co. verbinden wird. Unter den durch solche Zusammenschlüsse entstehenden Aufgaben sind die Erhaltung der Stabilität in Störungsfällen und die Regelung von Spannung und Blindleistung die wichtigsten. Erstere verlangt eine bedeutende Beschleunigung der Wirkungsweise des Erregersystems, letztere eine Verbesserung der Regler und die Aufstellung von Blindleistungsmaschinen von gewaltiger Leistung (50 000 kVA-Einheit der Southern California Edison Co.). Die Betriebsicherheit der Freileitungen wird durch kräftigere Bemessung des Gestänges, Vergrößerung der gegenseitigen Leitungsabstände und des Bodenabstandes und Verbesserung der Isolation angestrebt. Erwähnenswert ist auch der kürzlich gemachte Vorschlag auf Anordnung von drehbaren Auslegern, wie solche bei uns schon seit einiger Zeit mit gutem Erfolg gegen die bei starren Auslegern im Falle von Leitungsbrüchen oder einseitiger Belastung der Leitungen zu befürchtenden Umbrüche oder sonstige Beschädigungen von Tragmasten verwendet werden[2]. Die Verlegung eines Spitzenseiles auf dem Gestänge von Höchstspannungsleitungen wird ganz allgemein als vorteilhaft angesehen. Gut durchkonstruierte Relais ermöglichen die rasche Abschaltung fehlerhafter Strecken, auch wenn in die Erdleitung des Systemnullpunktes Widerstände zur Eingrenzung des Kurzschlußstromes eingebaut sind. Im übrigen ist ein noch bestehender

[1] Vgl. a. ETZ 1928, S. 52.
[2] ETZ 1927, S. 1914.

[1] Die in dieser Richtung bei uns auch schon unternommenen Versuche sind bis jetzt an der Dichtungsfrage gescheitert. Vgl. a. ETZ 1926, S. 768.
[2] ETZ 1928 S. 1581.



bemerkenswerter Unterschied der Anschauungen zu erwähnen, indem ein Teil der Fachleute für eine nur lockere Kuppelung eintritt, welche bei jeder Störung rasch aufgehoben werden soll, daher sehr rasch arbeitende Relais und Schalter größter Abschaltleistung erfordert, wogegen andere eine möglichst große Starrheit verlangen derart, daß das ganze verkuppelte Netz als eine Einheit arbeitet, in welchem Falle die Relais gerade gegenteilige Eigenschaften aufzuweisen hätten. Eine Klärung der Frage, welcher Anschauung mehr Berechtigung zukommt, ist bis jetzt nicht gelungen.

Bei den Unterwerken ist die Freilufttype nach wie vor vorherrschend. Die Normalisierungsbestrebungen für die Eisenkonstruktionen zeigen gute Fortschritte. Bemerkenswert ist die zunehmende Einführung von Drehstromtransformatoren entsprechend der europäischen Übung, an Stelle der aus Einphaseneinheiten gebildeten Gruppen und der unter Strom und Spannung bedienbaren Regelungseinrichtungen. Auch die Fernsteuerung ganzer Unterwerke wird in zunehmendem Maße vorgesehen. Mit Quecksilbergleichrichtern ausgerüstete Unterwerke sind in Chicago für Zwecke der Bahnelektrisierung mit gutem Erfolg in Betrieb genommen worden. Die Betriebspannung der Verteilungsnetze erfährt auch eine Erhöhung; 13 200 V scheint sich als Regelspannung für solche Zwecke einzuführen.

Auf dem Gebiet der industriellen Verwendung der Elektrizität sind in erster Reihe die bei den elektrometallurgischen und elektrolytischen Verfahren erzielten Fortschritte zu erwähnen. Auch die Schwereisenindustrie verwendet die Elektrizität in ausgedehntestem Maße, was durch eine wesentliche Verbesserung der Motoren durch Einführung der Kugel- und Rollenlager noch gefördert wird. Die elektrische Schweißung entwickelt sich rasch und wird auch bei großen Stücken und schwierigen Arbeiten mit gutem Erfolg verwendet. Elektrische Heiz- und Kochgeräte, Kühlanlagen usw. erfreuen sich ebenfalls zunehmender Beliebtheit. (El. World Bd. 90, S. 1131.) *Bp.*

Neue Normblätter des DNA. — Bauwesen: DIN 1251 Blatt 1 u. 2, Schiene 65/7, Laschen. — 1252 Blatt 1 u. 2, Schiene 70/10, Laschen. — 1253 Blatt 1 u. 2, Schiene 80/14, Laschen. — 1254 Blatt 1 u. 2, Schiene 93/18, Laschen. — 1255 Blatt 1 u. 2, Schiene 100/20, Laschen. — 1256 Blatt 1 u. 2, Schiene 115/24, Laschen. — 1257 Blatt 1 u. 2, Schiene 134/33, Laschen.

Bergbau: DIN BERG 500 Spurweiten, Schienenprofile im Bergbau, Übersicht.

Kraftfahrbau: DIN KrG 406 Schlüsselweiten, Zuordnung für Schrauben und Muttern. — KrG 501 Kegelige Wellenstümpfe mit kurzem (≈ 1 d) Kegel 1 : 10 und Paßfeder, Konstruktionsblatt. — KrG 502 Kegelige Wellenstümpfe mit halblangem (≈ 1,4 d) Kegel 1 : 10 und Paßfeder, Konstruktionsblatt. — KrG 503 Kegelige Wellenstümpfe mit langem (≈ 1,7 bis 1,8 d) Kegel 1 : 10 und Paßfeder, Konstruktionsblatt. — KrG 505 Kegelige Wellenstümpfe mit kurzem (≈ 1 d) Kegel 1 : 10 und Scheibenfeder, Konstruktionsblatt. — KrK 653 Zischventile, Anschlußmaße. — KrK 802 Spannschloßmuttern, offene Form. — Vornorm KrL 215 Felgenprofillehren für Tiefbettfelgen für Personenkraftwagen nach DIN Vornorm KrW 115. — Vornorm KrM 120 Kolbendurchmesser-Kolbenbolzenzuordnung. — KrM 801 Kühlerteilblöcke, Anschlußmaße. — Vornorm KrW 115 Tiefbettfelgen für Stahlseil- (SS-) Niederdruckreifen für Personenkraftwagen. — Vornorm KrW 118 Hochelastische Reifen für Lastkraftwagen. — Vornorm KrW 120 Hochelastische Reifen für Lastkraftwagen-Anhänger. — Vornorm KrW 220 Scheibenräder für Personenkraftwagen, Zusammenstellung. — Vornorm KrW 319 Licht- und Anlasserbatterien in Holzkästen. — Vornorm KrW 320 Blatt 1, Licht- und Anlasserbatterien in Blockkästen mit Deckel für Spannbandbefestigung. — Vornorm KrW 320 Blatt 2, Licht- und Anlasserbatterien in Blockkästen mit Deckel für Spannbandbefestigung. — KrW 366 Türgelenke, offene Form. — KrW 371 Schlagleisten. — KrW 372 Abdeckleisten. — KrW 374 Trittbrettleisten. — KrW 375 Leisten mit Einlage.

Lokomotivbau: DIN LON 272 Einschraubstutzen. — LON 515 Gedrehte Niete. — LON 5421 Treib- und Kuppelstangen, Schmiergefäße, Zusammenstellung. — LON 5422 Treib- und Kuppelstangen, Schmiergefäße, Schmiergefäßdeckel. — LON 5423 Treib- und Kuppelstangen, Schmiergefäße, Schmierkegel, Schraubenfeder.

Geänderte Normblätter. Kraftfahrbau: DIN KrK 251 Nutmuttern (2. Ausgabe, geändert). — Vornorm KrL 205 Felgenbandmaße für Geradseitfelgen (2. Ausgabe, geändert). — Vornorm KrV 501 Felgen- und Reifenbezeichnung, Richtlinien (2. Ausgabe, geändert). — KrW 117 Flachbettfelgen für Stahlseil- (SS-) Niederdruckreifen für Personenkraftwagen (2. Ausgabe, geändert). — Vornorm KrW 123 Wulstfelgen für Krafträder (2. Ausgabe, geändert). — Vornorm KrW 125 Tiefbettfelgen für Krafträder (2. Ausgabe, geändert). — Vornorm KrW 221 Scheibenräder für Personenkraftwagen (2. Ausgabe, geändert). — Vornorm KrW 222 Bundschrauben für Scheibenräder nach DIN Vornorm KrW 220 (2. Ausgabe, geändert). — Vornorm KrW 223 Senkbundhutmutter für Scheibenräder nach DIN Vornorm KrW 220 (2. Ausgabe, geändert). — Lokomotivbau: DIN LON 2141 Große Waschluke, Untersatz mit abgesetztem Nietrand (2. Ausgabe, geändert). — LON 3244 Wasserstandmarke, groß (2. Ausgabe, geändert).

Energiewirtschaft.

Eine schweizerische Statistik der Elektrizitätserzeugung. — Der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke bearbeitet seit zwei Jahren eine fortlaufende Statistik der Energieerzeugung der Schweiz, welche sich auf die Elektrizitätswerke mit mehr als 1000 kW in eigenen Kraftwerken verfügbarer Leistung erstreckt. Nicht berücksichtigt werden in diesen Zusammenstellungen außer den kleinen Unternehmungen auch die Kraftwerke der Schweizerischen Bundesbahnen und die der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen. Trotzdem umfaßt diese Statistik etwa 97 % der Erzeugung für den Allgemeinbedarf. Ihre Resultate werden jeden Monat an Hand von Diagrammen über den Verlauf der Erzeugung unter Beigabe der errechneten Zahlenwerte im „Bulletin", dem offiziellen Organ des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins veröffentlicht.

Diese Zusammenstellungen und Schaubilder dürften auch den Elektrizitätswirtschaftler außerhalb der Schweiz interessieren. Deshalb wurden hier einige Gesamtzahlen für das Wirtschaftsjahr vom 1. IV. 1927 bis 31. III. 1928 zusammengestellt. Da bis auf einen verschwindend kleinen Rest die gesamte elektrische Arbeit der Schweiz aus Wasserkraftwerken stammt, ist es zweckmäßig, das Wirtschaftsjahr für solche Zusammenstellungen mit dem 1. IV beginnen zu lassen, weil das Sommerhalbjahr den großen Speicherwerken die im folgenden Winterhalbjahr auszunützenden Wassermengen zur Verfügung stellen und das Diagramm über den Jahresverlauf der Belastungen, in diesem Fall die Wechselwirkungen der Jahreszeiten, besonders ausgeprägt zur Schau bringen muß.

Die Resultate dieses Wirtschaftsjahres ergeben sich in Zahlen wie folgt:

In den Flußkraftwerken verfügbar gewesene Energie (wovon 2741 Mill. kWh ausgenutzt wurden)	3310 Mill. kWh
Energieerzeugung der Jahresspeicherwerke	487 „ „
Energieeinfuhr	14 „ „
Energieerzeugung in kalorischen Anlagen	2 „ „
Gesamte verfügbar gewesene Energie	3813 Mill. kWh
Hiervon wurden in der Schweiz verbraucht:	
a) für den eigentlichen Allgemeinbedarf	1940 „ „
b) als Überschußenergie für Wärmezwecke	246 „ „
Ins Ausland wurden ausgeführt	1057 „ „
Unausgenutzt blieben etwa	570 „ „

Da die Speicherbecken der großen Akkumulierwerke einerseits im Jahresmittel etwa 290 Mill. kWh aufzuspeichern vermochten und anderseits in den zugehörigen Kraftwerken 487 Mill. kWh erzeugt wurden, ergibt sich, daß rd. 60 % der zufließenden Jahreswassermenge zur frei gewählten Verwendung in der wasserarmen Zeit zurückgehalten werden konnten. Es mag hier auch der günstige Einfluß hervorgehoben werden, der durch den bessern Ausgleich der abfließenden Wassermenge auf die Erzeugung der an den gleichen Wasserläufen gelegenen Flußkraftwerke ausgeübt wird.

Der Ausnutzungsfaktor der verfügbar gewesenen Energie beträgt $\frac{3243}{3813} = 85\,\%$. Es ist dies ein sehr befriedigendes Resultat, insbesondere unter Berücksichtigung der verminderten Absatzmöglichkeit für Energie an den Sonntagen. Der Jahresverlauf der verfügbar gewesenen und ausgenutzten Leistungen geht aus den bezüglichen Kurven der Abb. 6 hervor.

In Abb. 7 sind sodann noch vier Tagesdiagramme des Belastungsverlaufs an je einem Mittwoch in den Monaten Juni, September und Dezember 1927 sowie im März 1928 zusammengestellt. Die Auswertung dieser Schaubilder er-

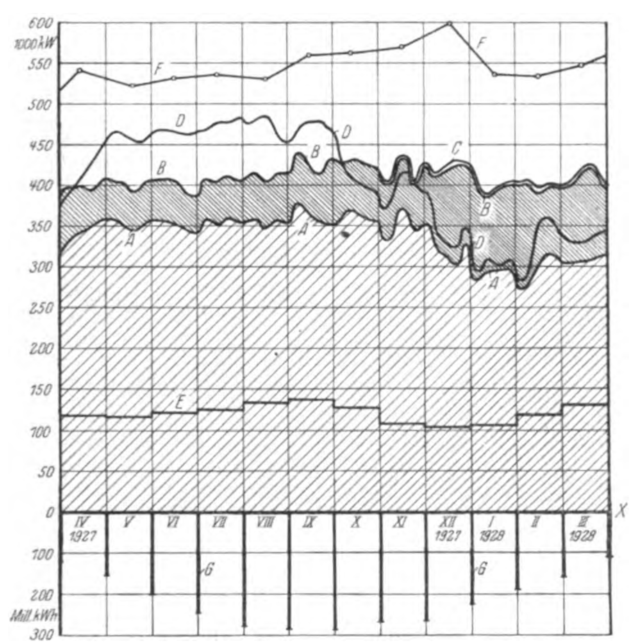


Abb. 6. Jahresverlauf der verfügbaren und der beanspruchten Gesamtleistungen. Die Kurven *A*, *B*, *C* und *D* stellen Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

OX ... A In Flußkraftwerken ausgenützte Leistung
A ... B in Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung
B ... C kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken
OX ... D in den Flußkraftwerken verfügbare Leistung
OX ... E durch den Export absorbierte Leistung
OX ... F an den Mittwochen in der Mitte jeden Monats aufgetretene Höchstleistungen
OX ... G am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherwerken vorrätige Kilowattstunden.

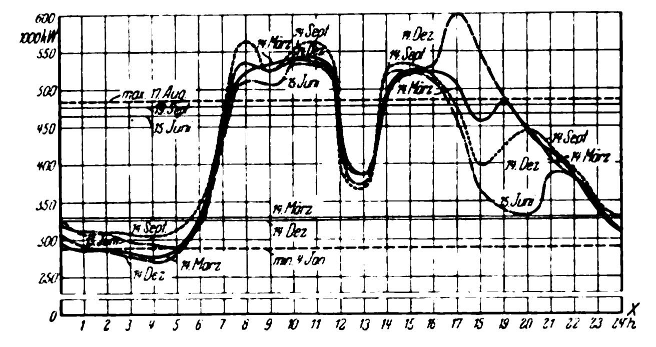


Abb. 7. Tagesverlauf der wirklichen Gesamtbelastungen und verfügbare Leistungen der Flußkraftwerke an den betreffenden Tagen. Die Kurven stellen den Verlauf der an den angegebenen Tagen wirklich aufgetretenen Gesamtbelastungen, die ausgezogenen horizontalen Linien die an den gleichen Tagen in den Flußkraftwerken verfügbaren Leistungen dar. Die punktierten horizontalen Linien zeigen den Höchst- und Mindestwert der im Berichtsjahr in den Flußkraftwerken verfügbaren Leistungen.

gibt folgende interessanten Verhältniszahlen für die kleinsten und höchsten Belastungen, bezogen auf die mittleren Belastungen:

	kleinster	mittlerer	höchster
	Wert der Belastung		
im Juni	0,71	1	1,32
„ September . .	0,71	1	1,32
„ Dezember . .	0,65	1	1,42
„ März	0,67	1	1,31

Bei diesen Zahlen ist besonders die hohe Ausnutzung der verfügbaren Energie während der Nacht hervorzuheben. Werden die eingezeichneten wagerechten Linien der verfügbaren Leistungen in Betracht gezogen, so ersieht man, daß die Speicherwerke nicht nur im Winterhalbjahr, sondern auch im Sommerhalbjahr zur Deckung der Tagesspitzen beigezogen werden müssen. *Sb.*

Zwei weitere Projekte des englischen Zentralamtes[1]. — Unter dem englischen Elektrizitätsgesetz sind in diesem Jahr zwei weitere Projekte für den Zusammenschluß elektrischer Unternehmungen veröffentlicht worden. Eines hiervon betrifft Z e n t r a l e n g l a n d, das andere N o r d w e s t e n g l a n d und N o r d w a l e s. Diese Gebiete schließen die reichen Industriegegenden von Staffordshire und Lancashire in sich ein mit den wichtigen Stadtkomplexen, die sich um Birmingham und Manchester lagern. Weite, dünn bevölkerte Gegenden mit recht kargem Energieabsatz und ländlichem Charakter sind aber auch einbegriffen. Die Hauptverbindungsleitungen sollen, wie in anderen Projekten, mit 132 kV Normalspannung betrieben werden, Leitungen niedrigerer Spannung werden vornehmlich für 33 kV gebaut.

Folgende Übersicht enthält einzelne wesentliche Angaben über beide Projekte:

	Zentral-england	Nordwest-england u Nordwales
Bodenfläche in km²	19 000	23 000
Einwohnerzahl	5 220 000	6 980 000
Anzahl der Unternehmungen	49	122
Jahresabsatz 1927 in Mill. kWh	900	1 400
Maximalbedarf 1927 in kW	450 000	600 000
Jahresabsatz für 1935 geschätzt auf Mill. kWh .	1 800	3 000
Maximalbedarf für 1935 geschätzt auf kW . .	850 000	1 200 000
Anzahl der jetzt arbeitenden Kraftwerke	46	70
Anzahl der Kraftwerke, die im Betrieb gehalten werden sollen	17	27
Neu zu erbauende Kraftwerke	2	2
Anzahl der 132 kV-Transformatorenstationen . .	19	24
Gesamtleistung dieser in kVA	1 235 000	1 320 000
Anzahl der Transformatorenstationen für niedrigere Spannung	6	29
Gesamtleistung dieser in kVA	38 000	359 000
Gesamtlänge der 132 kV-Leitungen in km		
einfach	500	470
doppelt	90	70
Gesamtlänge der vom Zentralamt zu erbauenden Leitungen niedrigerer Spannung in km		
einfach	—	160
doppelt	95	220
Durchschnittspreis der vom Zentralamt an Unternehmungen verkauften Energie in Pf/kWh		
1930/31	4,10	3,50
1934/35	3,55	3,15
Kapitalaufwand für die Oberleitungen und Transformatorenstationen einschl. Kapitalisierung der Zinsen in den ersten 5 Jahren in 1000 £ . . .	3 640	4 835
Aufschlag des Zentralamtes für die Kosten der Oberleitungen und Transformatorenstationen einschl. Kapitaldienst und Verwaltung in Pf/kWh	0,36	0,27

Die zwei neuen Kraftwerke in Zentralengland sind Hams Hall für die Stadt Birmingham und Ironbridge im westlichen Gebiet. In Nordwestengland wird eine neue Zentrale von der Stadt Liverpool mitten in deren Hafen gebaut werden, ist daher in bezug auf Kohlentransport und Kondensationswasser ideal gelegen und kann die gesamte erzeugte Energie wenigstens zur Zeit der Spitzenlast in der unmittelbaren Umgebung abgeben. Sie soll schließlich bis auf 350 000 kVA ausgebaut werden. Die andere neue Zentrale wird der Stadt Manchester gehören und das Kondensationswasser dem Manchester Ship Canal entnehmen.

Die Ersparnisse, die von den beiden Projekten erwartet werden, sind zum größten Teil auf die Verminderung der Reserveleistung zurückzuführen, zum kleineren Teil aber auch auf eine vorteilhaftere Stromwirtschaft. Diese Ersparnis wächst Jahr für Jahr und wird für Zentralengland auf 212 000 £ für das Jahr 1930/31 und auf 331 000 £ für 1934/35 geschätzt. Die entsprechenden Zahlen für Nordwestengland sind 264 000 und 712 000 £.

Das wichtige Industriegebiet Birminghams wird z. Z. mit 25 Hz-Strom versorgt. Die Umstellung auf 50 Hz dürfte schätzungsweise 2 Mill. £ kosten, es ist aber möglich, daß ein innerer Kern des Gebietes weiter mit 25 Hz beliefert wird.

Die Führung der 132 kV-Oberleitung ist so vorgesehen, daß die wichtigsten Gebiete durch Ringleitungen versorgt werden — zwei für Zentralengland und drei für Nordwestengland —, die sich in Schaltstationen berühren, wo zwei Ringe jeweils durch einen einzigen, auf hohen Ausschaltstrom eingestellten Momentschalter gekuppelt werden. Durch diese sogen. lose Kuppelung der Leitungsteile wird eine Begrenzung etwaiger Störungen erzielt. Man nimmt an, daß der größte Teil beider Projekte etwa bis zum Jahre 1932 betriebsbereit sein wird.

Reginald O. K a p p.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1558; 1928, S. 513.



VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Voranzeige.

Veranstaltung eines „Geselligen Abends" am Freitag, dem 4. Januar 1929.

Der Elektrotechnische Verein veranstaltet am Freitag, dem 4. Januar 1929, im Marmorsaal (mit Bankettsaal, Wintergarten und Roter Veranda) des Zoologischen Gartens wieder einen „Geselligen Abend", zu dem die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins mit ihren Angehörigen und eingeführten Gästen bereits jetzt freundlichst eingeladen werden. Genauere Mitteilungen folgen in einer der nächsten Nummern der ETZ.

Preisausschreiben!

Unter Bezugnahme auf die Bekanntmachung „Preisausschreiben" in H. 19 der ETZ (S. 733) vom 10. V. 1928 wird folgendes mitgeteilt:

Das Kuratorium der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung, Berlin, dem auch ein Vertreter des Elektrotechnischen Vereins angehört, hatte eine Preisaufgabe „Zur Bekämpfung des Straßenlärms" gestellt. Der Preis, der für diese Aufgabe ausgesetzt worden ist, hat durch Beiträge des Vereines deutscher Ingenieure sowie der Zeitschrift „Die Polizei" und ferner aus Mitteln der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung eine Erhöhung erfahren, so daß jetzt zusammen 2500 M zur Verfügung stehen.

Auf Grund eingegangener Zuschriften hat sich herausgestellt, daß die Einreichungsfrist bis zum 1. XII. 1928 angesichts der Schwierigkeit des Stoffes zu kurz ist. Daher hat das Preisgericht im Einvernehmen mit dem Kuratorium der Stiftung beschlossen, die Einreichungsfrist bis zum 1. IV. 1929 zu verlängern.

Weiter lassen die bisher eingegangenen Bewerbungen erkennen, daß die Absicht des Preisausschreibens nicht allseitig verstanden zu sein scheint. Deshalb werden nachstehend die genauen Anforderungen, die an die Bewerbungsarbeiten zu stellen sind, mitgeteilt.

Die Bewerbungen sollen sich als umfassende Darstellungen des Problems der Straßenlärmbekämpfung kennzeichnen und vor allem kritisch zu den bisher in Deutschland und, wenn möglich, auch zu den im Ausland zur Lösung des Problems getroffenen Maßnahmen Stellung nehmen. Anschließend an diese Kritik sollen dann die neuen Vorschläge der einzelnen Bewerber behandelt werden. Neben der kritischen Bewertung der einzelnen Maßnahmen, die auf gesetzlichem, verwaltungstechnischem und rein technischem Gebiete liegen können, sind auch die rein wissenschaftlichen Beiträge zur Frage in Betracht zu ziehen und für die Preisaufgabe auszuwerten. Selbstverständlich gehört zu einer wirkungsvollen kritischen Bearbeitung auch die genaue Anführung der gesetzlichen Vorschriften, Gerichtsurteile, technisch-wissenschaftlichen Aufsätze usw. nach Verfasser, Titel, Ort, Jahreszahl.

Sollten sich Bewerber finden, die die Frage auch von der medizinischen Seite (z. B. Gehörschädigung durch den Verkehrslärm) behandeln, so wird auch eine solche Bearbeitung als mit zur Lösung gehörig betrachtet werden.

Einfache Mitteilungen einzelner Erfindungen, die nur Teillösungen betreffen und ein allgemeines Eingehen auf die Sache vermissen lassen, können bei der Preisbewertung nicht berücksichtigt werden.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Zuschriften mit dem Bemerk „Betrifft AEF" sind zu richten an die Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin W 35, Potsdamer Straße 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst 9697.

Wandtafeln.

Der AEF hat von den bis jetzt festgestellten Formel- und Einheitszeichen Wandtafeln herstellen lassen, und zwar:

3 Tafeln Formelzeichen } im DIN-Format A 1
2 „ Einheitszeichen } (59,4 × 84,1 cm²).

Sie sind zum Preise von 35 Pf je Tafel von der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins in Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II (Voreinsendung auf Postscheckkonto Berlin 133 02; Bestellung auf dem Abschnitt) zu beziehen. Verpackung und Porto für 1 bis 5 Tafeln 55 Pf.

Strecker.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. a) 15. XI. 1928, abds. 7½ h, Hörsaal 199 d. Staatl. Gewerbeakademie: Vortrag Dir. Graf, „Schutzmaßnahmen gegen gefährl. Berührungsspannungen (Erden, Nullen, Schutzschalten)". b) 17. XI. 1928, nachm. 3 h und 4 h: Besichtigung des Selbstanschlußamtes „Nord". Treffpunkt vor dem Postamt 4, Schillerstraße.

Thür. Elektrotechn. Verein, Erfurt. a) 9. XI. 1928, abds. 8¼ h, Bürgerbräu, Anger: Vortrag Dr. Haag, „Die Elektrizitätswirtschaft in Deutschland". b) 15. XII. 1928: Winterfest im Hause Kossenhaschen zu Erfurt.

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 13. XI. 1928, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H.: Vortrag Oberstleutn. Pleger, „Techn. Nachrichtenwesen in der Reichswehr" (m. Lichtbildern).

Elektrotechn. Verein Leipzig. 8. XI. 1928, 24. I. und 14. III. 1929: Vorträge über „Wirtschaftliche Energieversorgung". Auskunft erteilt Ing. Max Völcker, Leipzig S 3, Brandstr. 11 III.

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 9. XI. 1928, abds. 8 h, Vortragsaal der SSW, Frauentorgraben 35: Vortrag Dr. Bolz, „Drehzahlregelung asynchroner Drehstrommotoren mit Frequenzwandler".

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 14. XI. 1928, abds. 8 h, Elektrot. Inst. Militärstr. 3: Vortrag Dr. Fein, „Elektrowerkzeuge, allgem. Übersicht über Anforderungen u. Ausführungsarbeiten" (m. Lichtbildern).

Physikal. Gesellschaft zu Berlin. 9. XI. 1928, nachm. 5½ h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. der Univers., Reichstagsufer 7/8: a) Vortrag E. Lau, „Über Verbess. der Interferenzspektroskope". b) Vortrag W. Bothe, „Über die durch α-Strahlen erregten Röntgenstrahlen" (nach gemeins. Versuchen mit H. Fränz).

Verband Deutscher Patentanwälte, Berlin. 12. XI. 1928, abds. 7 h, Meistersaal, Berlin, Köthener Str. 38: 5 Vorträge von Dr. jur. Damme, Dr.-Ing. Bloch, Landger.-Dir. Eylau, Dr. Gerdes, Prof. H. Isay über „Die Reform des Patentgesetzes und die Patentanwaltschaft".

Deutsche Gesellschaft für Metallkunde, Berlin. 15. XI. 1928, Aula der T. H. Berlin, Fachtagung „Die Metalle im Kraftwagen- u. Flugzeugbau" mit folg. Vorträgen:

a) vorm. 9½ h, Die Metalle im Kraftwagenbau. — Dr. A. Heller, „Konstruktionsfragen bei Kraftwagen unter dem Gesichtspunkt der Werkstoffwahl". Dr.-Ing. Borgmann, „Motorkolben". Dipl.-Ing. R. Güttner, „Die Karosserie". Obering. R. Wegener, „Die Kühlerfrage". Aussprache.

b) nachm. 3 h, Die Metalle im Flugzeugbau. — Obering. H. Steudel, „Die Metalle im Aufbau des Flugzeuges". Dr. Seewald, „Die Luftschraubenfrage". Dr. Gosslau, „Die Flugzeugmotoren". Dr. Rackwitz, „Metallische Baustoffe der Luftfahrt unter Witterungsangriffen u. im Seewasser". Aussprache.

Eintrittskarten für Mitgl. 3 RM, für Gäste 5 RM. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27, Ingenieurhaus.

Schiffbautechnische Gesellschaft, Berlin. 22., 23. u. 24. XI. 1928, Aula der T. H. Berlin, 29. ord. Hauptversammlung mit folg. Vorträgen:

a) 22. XI. 1928, vorm. 10 h, Dr.-Ing. Ph. Heineken, „Gedächtnisfeier für den verstorbenen Vorsitzenden Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Carl Busley". 2 h, Prof. W. Laas,



„Die Schwimmfähigkeit der Fahrgastschiffe nach Havarien u. ihre internat. Regelung". Dipl.-Ing. Biedermann, „Die Verwendung außergewöhnlich großer Rettungsboote in Verbindung mit dem Welin-MacLachlan-Davit auf großen Passagierschiffen".

b) 23. XI. 1928, vorm. 9½ h, Dr.-Ing. E. H. Schulz, „Fortschritte in der Metallurgie des Stahles für Schiffskörper u. Kessel". Dr.-Ing. Siemann, „Aufgaben u. Fortschritte der Dehnungsmessung am fahrenden Schiff". Dr.-Ing. G. Schnadel, „Über die Knickung von Platten". Dr. phil. R. Wagner, „Rückblick u. Ausblick auf die Entwicklung des Contrapropellers". Dr.-Ing. C. v. d. Steinen, „Das Schiffslaboratorium der Staatslehranstalten in Hamburg".

c) 24. XI. 1928, vorm. 9½ h: Besichtigung des Großkraftwerks Klingenberg. Abfahrt von Berlin Kaiserhofstraße (neben dem Hotel Kaiserhof).

Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin W 8, Kanonierstraße 1.

PERSÖNLICHES.

M. Schwab †. Am 30. X. d. J. starb in Düsseldorf am Herzschlage Herr Max Schwab, Generaldirektor der Rheinischen Bahngesellschaft A. G. Der Verstorbene leitete diese Gesellschaft 22 Jahre lang und hat das Düsseldorfer Verkehrswesen entscheidend beeinflußt und vorbildlich ausgestaltet. Außerhalb seines eigentlichen Arbeitsgebietes hat er auch die Entwicklung der deutschen Luftfahrt hervorragend gefördert.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck einzehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Symmetriebedingungen für Gleichstromankerwicklungen.

Ing. Dr. techn. Heinrich SEQUENZ hat in der ETZ 1928, S. 1217 die Symmetriebedingungen für Gleichstromankerwicklungen einer kritischen Betrachtung unterworfen und ist zu dem Resultat gekommen, daß für eine symmetrische Ankerwicklung K, N und $2p$ durch die Ankerzweigzahl $2a$ ganzzahlig teilbar sein müssen.

Es ist für das gute Funktionieren einer Gleichstrommaschine aber nicht nötig, daß alle $2a$ Ankerzweige in bezug auf Spannung und Widerstand genau einander gleichwertig sind. Es reicht aus, wenn die a Ankerzweigpaare in bezug auf Spannung und Widerstand einander genau gleichwertig sind, so daß diese a Ankerzweigpaare durch Ausgleichverbindungen miteinander parallelgeschaltet werden können, ohne daß bei symmetrischer Feldverteilung innere Ströme zwischen den parallelen Ankerzweigen fließen. Damit die a Ankerzweigpaare gleichwertig sein sollen, reicht es aus, daß K, N und $2p$ durch die Ankerzweigpaarzahl a teilbar sind, wie ich auch in meinem Buche „Die Gleichstrommaschine" angegeben habe.

Daß dies wirklich der Fall ist, übersieht man am leichtesten bei einer zweipoligen Maschine. Selbst wenn $\frac{N}{2}$ und $\frac{K}{2}$ keine ganzen Zahlen sind, so läßt sich die Wicklung schließen, ohne daß bei abgehobenen Bürsten ein innerer Strom darin entsteht. Das Potentialdiagramm der Wicklung läßt sich somit durch ein geschlossenes Polygon darstellen. Wie unsymmetrisch man dann auch die Bürsten relativ zueinander einstellt, so wird die Spannung in den beiden Ankerzweigen stets gleich ausfallen. Dies ist dagegen nicht der Fall mit den Widerständen der beiden Ankerzweige, wenn die Bürsten entweder mehr oder weniger als eine Polteilung voneinander eingestellt werden. Eine kleine Ungleichheit im Ohmschen Widerstand der beiden Ankerzweige hat aber keinen Einfluß auf das gute Funktionieren der Maschine. Was für eine zweipolige Maschine gilt, ist auch gültig für eine mehrpolige Maschine, wenn K, N und $2p$ durch a teilbar sind.

Hälsingborg, 6. IX. 1928.

J. L. la Cour, Dr.-Ing. E. h.

Erwiderung.

Herr Dr.-Ing. E. h. J. L. LA COUR nimmt als einzige Bedingung für die vollkommene Symmetrie von Gleichstromankerwicklungen in bezug auf die Spannung an, daß das Spannungsvieleck der Wicklung geschlossen sei und daß die a Umläufe dieses Vielecks sich decken, so daß Ausgleichsverbindungen angeordnet werden könnten.

Die Abb. 5 meiner Arbeit zeigt aber doch sehr deutlich, daß bei einem ungeradzahligen $\frac{K}{a}$ die Ankerstromzweige nicht in allen Lagen des Ankers zu den Bürsten in bezug auf die Spannung einander gleichwertig sind. Haben doch a Ankerstromzweige bei der Bürstenstellung AB die Spannung $6'2'$ und die anderen a Ankerstromzweige die Spannung $6'3'$.

In seinem Buche „Die Gleichstrommaschine" (3. Aufl., 1919) zeigt Herr Dr. LA COUR auf S. 220 in Abb. 180 das Spannungsvieleck einer Wicklung, für die $\frac{K}{a}$ oder $\frac{N}{a}$ gleich 7, also ungeradzahlig ist. Bei den Bürstenstellungen B_1B_2 und $B_1''B_2''$ haben alle Ankerstromzweige dieselbe Spannung, nämlich B_1B_2 und $B_1''B_2''$. Bei der Bürstenstellung $B_1'B_2'$ aber weisen a Ankerstromzweige die Spannung B_1B_2'' auf. Die anderen a Ankerstromzweige hingegen haben eine Spannung, die durch jene Sehne des Vielecks dargestellt ist, welche die zwei Eckpunkte unterhalb der Bürsten B_1'' und B_2 verbindet. Diese Spannungen sind aber ungleich.

Bei der Bürstenstellung $B_1'B_2'$ werden nämlich jene Spulen kurzgeschlossen, zu denen die Spannungstrahlen gehören, auf denen die Bürsten B_1', B_1'' und B_2', B_2 gezeichnet sind. Zu einer Ankerzweigspannung kann nur eine ganze Zahl von Spulenspannungen beitragen, nicht aber auch ein Teil einer Spulenspannung. Das letztere müßte aber der Fall sein, wenn bei der Bürstenstellung $B_1'B_2'$ die Spannung aller Ankerstromzweige gleich $B_1'B_2'$ wäre.

Bei der Bürstenstellung B_1B_2 haben a Ankerstromzweige eine Spannung, die gleich der Projektion der Sehne B_1B_2'' auf die Bürstenverbindungslinie B_1B_2 ist. Die Spannung der a anderen Ankerstromzweige ist die gleiche, nämlich die Projektion der zur Sehne B_1B_2'' in bezug auf die Bürstenverbindungslinie symmetrisch gelegenen Sehne auf die Bürstenverbindungslinie. Die Spule mit dem Spannungstrahl, auf dem die Bürsten B_2 und B_2' gezeichnet sind, ist kurzgeschlossen.

Für die Bürstenstellung $B_1''B_2''$ gilt das gleiche wie für die Bürstenstellung B_1B_2.

Um zu erkennen, welche Spulen bei einer bestimmten Stellung des Ankers zu den Bürsten kurzgeschlossen sind, d. h., um zu erkennen, welche Spannungstrahlen in einem Spannungsvieleck an der Bildung einer Ankerzweigspannung nicht teilnehmen, habe ich eben in meiner Arbeit empfohlen, das Spannungsvieleck nicht allein zu betrachten, sondern in Verbindung mit dem „reduzierten Schema".

Auf der angeführten Seite seines Buches und der nächstfolgenden leitet Herr Dr. LA COUR aus der Abb. 180 Formeln für die Schwankung der Gleichspannung ab, die, da sie sich auf die irrigen Spannungen beziehen, nicht gelten können. Ich behalte mir vor, mit Hilfe meiner Wicklungsdarstellung (Spannungsvieleck und „reduziertes Schema") neue Formeln aufzustellen, da gerade jetzt, z. B. für den Bau von Anodenstromgeneratoren, die genaue Kenntnis der Spannungschwankungen von Wert ist.

Wien, 15. IX. 1928.

Ing. Dr. techn. Heinrich Sequenz.

Da Herr la Cour nach Kenntnisnahme dieser Erwiderung an seiner Auffassung festhält, schließen wir hiermit diese Erörterung. D. S.

LITERATUR.

Besprechungen.

Berechnung von Drehstrom-Kraftübertragungen. Von O. Burger. Mit 36 Textabb., V u. 115 S. in 8⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 7,50 RM.

Das Büchlein soll vor allem für den projektierenden Ingenieur und den Betriebsleiter nützlich sein; es ist hervorgegangen aus den langjährigen praktischen Erfahrungen des Verfassers auf dem genannten Gebiet und gibt in einer für die unmittelbare praktische Verwertung geeigneten Form die Methoden und Unterlagen entsprechend dem neuesten Stand der Technik.

Aus dem Inhalt seien folgende Hauptabschnitte genannt: Die Konstanten für Freileitungen (einschließlich der Hohlseile), Kabel und Transformatoren; Bestimmung der wirtschaftlichen Übertragung in bezug auf Spannung, Querschnitt und Leistungsverlust; Grenzen der Ausführbarkeit; zulässiger Spannungsverlust; Berechnung der Spannungs- und Leistungsverluste einer Übertragung; Kompensierung der Blindleistungen der Leitungen.

Die Anwendung der Methoden wird in einer Reihe von Beispielen aus der Praxis gezeigt, ebenso wie auch für die wichtigsten Fälle Betriebsdiagramme gegeben sind, von denen eine ganze Anzahl vom Verfasser entwickelt wurden. Das Büchlein wird daher sehr gut seinen Zweck, die praktische Berechnung und anschauliche Darstellung der Betriebsverhältnisse zu vermitteln, erfüllen und wird gern benutzt werden.

Bei einer Neuauflage würde sich empfehlen, die wichtigeren Formeln im Druck hervorzuheben; das Buch würde auch weiterhin an Übersicht gewinnen, wenn die große Zahl der Hauptabschnitte, die zum Teil recht ungleich im Umfang sind, verringert würde. Binder.

The propagation of radio waves along the surface of the earth and in the atmosphere. Von P. O. Pedersen. Danmarks Naturvidenskabelige Samfund, Nr. 15a u. 15b. Mit zahlr. Textabb. u. 244 S. in 8°. Verlag von G. E. C. Gad, Copenhagen, Vimmelskaftet 32. Preis 15 Kr.

Das Buch umfaßt 11 Kapitel. Im ersten werden im Anschluß an den von Hertz behandelten Fall der ungestörten Wellenausbreitung die Schwierigkeiten besprochen, die es bereitet, den Einfluß der Erde und der Atmosphäre zu berechnen. Das zweite, nur zwei Seiten lange Kapitel über die Wellenausbreitung an einer Kugelfläche enthält einen Hinweis auf das wertvolle Buch von Bouthillon. Im nächsten Kapitel wird im Anschluß an Sommerfeld und Zenneck die Fortpflanzung elektrischer Wellen an ebenen Flächen behandelt. Kapitel 4 bringt die Zusammensetzung der Atmosphäre, die freien Weglängen und die Geschwindigkeiten der Elektronen und Ionen in verschiedenen Höhen, Kapitel 5 die Ionisation der Atmosphäre und ihre Ursachen. Das folgende Kapitel ist dem Einfluß der Ionisation auf das dielektrische Verhalten der Atmosphäre und auf ihre Leitfähigkeit gewidmet, das nächstfolgende dem Einfluß des erdmagnetischen Feldes auf die Wellenausbreitung in der ionisierten Atmosphäre. In Kapitel 8 wird die Reflektion an Diskontinuitätsflächen behandelt; Kapitel 9 bringt in besonders sorgfältig zusammengestellten Kurventafeln die zahlenmäßige Abhängigkeit der Eigenschaften der Atmosphäre von der Höhe und der Wellenfrequenz. Im 10. Kapitel werden die in der Atmosphäre möglichen Brechungen elektrischer Wellen beschrieben.

Diese Abschnitte sind der Natur der behandelten Gegenstände entsprechend teils theoretischer, teils hypothetischer Art. Der Verfasser berücksichtigt die Literatur, wenn auch bei ihrem unermeßlichen Umfang eine vollständige Berücksichtigung von vornherein nicht zu erwarten ist; von der mathematischen Formelsprache wird Gebrauch gemacht, daneben werden aber reichlich Kurven und Tabellen zur Veranschaulichung verwendet.

Im letzten Kapitel wird ein Vergleich zwischen Theorie und Erfahrung versucht. Bekanntlich sind die Erfahrungen auf diesem Gebiet vielfach umstritten, eine Folge der Unzuverlässigkeit unserer Beobachtungsmethoden, die nur äußerst selten reproduzierbare Ergebnisse liefern. Darum werden auch nur diejenigen Leser den Ausführungen des Verfassers beitreten, die alle Sätze als erwiesen hinzunehmen vermögen, die der Verfasser als Erfahrungstatsachen hinstellt, z. B. den Satz, daß alle Wellen von mehr als 8,5 m Länge bei Tage und alle Wellen von mehr als 18,9 m Länge bei Nacht aus höheren Schichten der Atmosphäre auf die Erdoberfläche zurückkehren. Die Erscheinung, daß selbst lange Wellen Intensitätschwankungen während der Dämmerung erfahren, wird angeführt, ohne daß die zahlenmäßigen Feststellungen benutzt werden, die Bäumler hierzu gemacht hat, noch die einfachen Folgerungen, die sich aus ihnen ergeben.

Das Buch enthält eine reichhaltige Zusammenstellung der Ionisationsvorgänge in der Atmosphäre und ihrer Einflüsse auf die Wellenausbreitung; insofern stellt es eine theoretische Rüstkammer für die Untersuchung der Wellenfortpflanzung in der drahtlosen Telegraphie dar. F. Kiebitz.

Schaltanlagen in elektrischen Betrieben. Von Prof. Dr. F. Niethammer. I: Allgemeines, Schaltpläne, einfache Schalttafeln. 2. Aufl. Mit 46 Abb. u. 67 S. in 16°. II. Schaltanlagen für hohe Spannungen u. gr. Leistungen. Schaltkästen. Schutzvorrichtungen. Mit 53 Textabb. u. 96 S. in 8°. (Sammlg. Göschen.) Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1927. Preis eines Bandes geb. 1,50 RM.

Im ersten Bändchen sind die wichtigsten Schaltpläne für Gleichstrom-, Wechselstrom- und Umformeranlagen entwickelt. Im zweiten Bändchen sind die Schaltanlagen für Nieder- und Hochspannungsanlagen beschrieben. Dank der klaren Darstellung und Entwicklung erhält der Leser einen guten Einblick in das Wesentliche der Schaltungen und Schaltanlagen. Vielleicht könnte bei einer Neuauflage den Schutzeinrichtungen (Selektivschutz) noch etwas mehr Raum gewährt werden. Schwaiger.

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Von Prof. Dr. F. Auerbach und Prof. Dr. W. Hort. Bd. 2, Lief. 1. Mit 187 Abb., VIII u. 404 S. in 8°. Preis geh. 37,50 RM. Bd. 5, Lief 1. Mit 231 Abb., IX u. 472 S. in 8°. Preis geh. 36 RM. Lief. 2. Mit 101 Abb. i. Text, 1 Tafel, VI u. 245 S. in 8°. Preis geh. 19,20 RM. Bd. 6. Lief. 1. Mit 411 Abb., VIII u. 460 S. in 8°. Preis geh. 45 RM. Bd. 7, Lief. 1. Mit 125 Abb., IV u. 238 S. in 8°. Preis geh. 22 RM. Verlag von Joh. Ambros. Barth, Leipzig 1927 u. 1928.

Von dem aus Winkelmanns „Handbuch der Physik" hervorgegangenen Werk sind einige weitere Bände erschienen.

In Band 2, Lief. 1 behandelt zunächst M. Winkelmann die allgemeine Kinetik auf vektorieller Grundlage, und zwar Massenpunkte, Systeme von Massenpunkten, den starren Körper und Systeme mit einer endlichen Anzahl von Freiheitsgraden. Anschließend daran geht Ph. Frank auf die Relativitätsmechanik in Newtonscher und Einsteinscher Auffassung sowie auf die Zentralbewegung und Himmelsmechanik ein. Zur Ergänzung dieser gut durchgeführten theoretischen Betrachtungen beschreibt F. Auerbach unter Verwendung vieler Abbildungen die Theorie und die Ausführung der Planetarien. Nachdem O. Hecker und O. Meißer die irdische Schwere unter besonderer Berücksichtigung der Messung der Schwerkraft, der Dichte und der Gravitationskonstanten auseinandergesetzt haben, gibt O. v. Eberhard eine umfassende Darstellung vom freien Fall, Wurf und Schuß, dem sich eine Erweiterung auf die innere Ballistik von E. Bollé anschließt. Abgeschlossen wird diese Lieferung durch eine Darstellung der physiologischen Mechanik von C. Göcke, der über die Mechanik der Knochen, des Bindegewebes, der Muskeln, Gelenke und der Fortbewegung berichtet.

In Bd. 5, Lief. 1 gibt zuerst F. Auerbach eine Abhandlung über die allgemeinen Eigenschaften der Flüssigkeiten. In der Hydrostatik erläutert er dann die Fragen der Druckverhältnisse in Flüssigkeiten, das Schwimmen der Körper und die Gleichgewichtsfiguren der Flüssigkeiten. Des weiteren hat Auerbach die Hydrodynamik, und zwar zunächst die klassischen Grundgleichungen bearbeitet, sodann die Potential- und Wirbelbewegung, die Relativitäts-Hydrodynamik und neben speziellen Bewegungsvorgängen noch Reibung und Zähigkeit. Anschließend folgt eine Darlegung der Wirbelbewegung in theoretischer und experimenteller Beleuchtung. Nachdem noch H. Lorenz (Danzig) über Strömung und Turbulenz berichtet hat, folgt eine Abhandlung über Meeresströmungen von W. Ekman, wobei nach Behandlung der grundlegenden Voraussetzungen auf die verschiedenen Arten der Strömungen in der mannigfachsten Auffassungsweise eingegangen wird. In den nun folgenden Abschnitten werden von Auerbach Ausfluß und Strahlbildung (Theorie, Ausflußmenge usw.), Bewegung fester Körper in Flüssigkeiten sowie die Wellenbewegungen der Flüssigkeiten dargelegt. Bei letzteren werden insbesondere die Theorie der verschiedenartigen Wellen und experimentelle Beobachtungen mitgeteilt. In einem Kapitel Ebbe und Flut geht B. Gutenberg auf die Gezeiten des Meeres und der festen Erde ein, und schließlich folgt noch ein Abschnitt von L. Graetz und K. Stöckl über Reibung in Flüssigkeiten unter besonderer Hervorhebung der Meßmethoden zur Bestimmung der Koeffizienten nebst den erzielten Ergebnissen. Hierdurch werden alle Fragen der Flüssigkeiten wirkungsvoll ergänzt.

In der zweiten Lieferung dieses Bandes werden die eben behandelten Fragen fortgesetzt, indem zunächst J. Schmekel auf die thermischen Eigenschaften und Verhältnisse in und an bewegten Flüssigkeiten und Gasen eingeht. In einer Einleitung werden die Theorie und die Meßmethoden erörtert, sodann die Abkühlung im Flüssigkeitsstrom unter eingehender Heranziehung von Meßergebnissen untersucht. In einem Schlußkapital werden einige Anwendungen in der Physik und Technik erwähnt. Den weiteren Teil dieser Lieferung füllt die Theorie des Schiffes in der Behandlung von F. Horn, der Statik und Dynamik des schwimmenden Schiffes unter besonderer Erwähnung der Schiffschwingungen und ihrer Bekämpfung, ferner werden die Fortbewegung des Schiffes, sein Widerstand, der Vortrieb und das Steuern in eingehender Behandlung klargelegt.

Bd. 6, Lief. 1 enthält im wesentlichen die Fragen der Eigenschaften von Gasen. Zur Einführung dienen die Ausführungen von Auerbach über die Eigenschaften der Gase im allgemeinen, woran sich vom selben Verfasser die Aerostatik anschließt, unter meßtechnischer Behandlung der Barometer und Manometer und anderer Apparate. In einem weiteren Abschnitt wird über Luftpumpen und Vakuumtechnik von W. Gaede bezüglich der verschiedenen Arten von Pumpen sowie der speziellen Messungen berichtet. Hierauf folgt die Aerodynamik von Auerbach, der wieder neben die theoretische Betrachtung der verschiedenen Erscheinungen, wie Ausfluß, Strahlbildung, Wirbel, fortschreitende und stehende Wellen, in gut ergänzender Weise Messung und Sichtbarmachung der einzelnen Verhältnisse stellt. Nachdem M. Exner auf die atmosphärischen Bewegungen eingegangen ist, erläutert W. Block die Meßmethoden an und mit Gasen bezüglich Druck, Volumen, Geschwindigkeit, Dichte und Zusammensetzung. Hierzu bilden eine Ergänzung die Darlegungen über innere Reibung von Graetz und Stöckl, wobei die speziellen Messungen und ihre Ergebnisse ihre Berücksichtigung finden. Im weiteren Verfolg dieser Erörterungen wird von E. Bollé eine Darstellung von Explosion und Explosionswellen gegeben, auch hierbei die Explosion fester Substanzen, die Luftstoßwellen und die technische Verwendung der explosiven Vorgänge erwähnt. Abgeschlossen wird diese Lieferung durch W. Deutsch, der in einem Kapitel: „Feste und flüssige Körper in Gasen" über die Energetik des dispersen Zustandes, die Dynamik der festen und flüssigen Körper in Gasen sowie über die Anwendung auf die Phasentrennung der Suspensionen berichtet.

Der Band 7, Lief. 1 bringt zunächst eine Darstellung der Kapillarität von Auerbach, insbesondere die Oberflächengesetzmäßigkeiten, die kapillare Dynamik und Kinetik, die Meßmethoden und Meßergebnisse. Zugleich werden auch die verschiedenen Theorien über alle diese Fälle des näheren mitgeteilt. Vom Standpunkte des Chemikers beleuchtet H. Freundlich diese Dinge in einem Abschnitt Kapillarchemie. Schließlich folgt noch eine Darstellung disperser Systeme und die Behandlung der Brownschen Bewegung.

Was schon bei einer früheren Besprechung gesagt werden konnte, daß es sich bei dem ganzen Werk um eine tiefgründige und weitumfassende Behandlung aller physikalisch und technisch interessierenden Fragen handelt, kann nach Erscheinen dieser weiteren Bände nur unterstrichen werden. Alle Abhandlungen machen den Eindruck einer guten wissenschaftlichen Durchdringung des Stoffes und lassen das Bestreben erkennen, das theoretisch Erkannte und Durchdachte einer experimentellen Prüfung zu unterziehen, um es für den Suchenden brauchbar zu machen. In diesem Zusammenhang verdienen die verschiedenen ergänzenden Meßergebnisse besondere Beachtung, da sie dem forschenden Physiker und Ingenieur für seine Arbeiten sehr willkommen sein werden. Zum guten Verständnis der einzelnen Erörterungen trägt sehr die anschauliche Darstellung durch Bild und Zeichnung bei, so daß der Leser einen abgerundeten und klaren Einblick in die Probleme erhält. Ausführliche Literaturangaben treten überall ergänzend hinzu, wodurch auch der Anschluß an die Originalwerke gewahrt bleibt. Auch diese weiteren Bände können jedem wissenschaftlich irgendwie Interessierten, nicht zuletzt auch wegen ihrer guten Ausstattung, empfohlen werden. V. Blaeß.

Elektrotechnische Lehrhefte. Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland. Bd. 1: Gleichstromtechnik. Mit 105 Textabb. u. 96 S. in 8°. Preis kart. 1,95 RM. Bd. 3: Gleichstrommaschinen. Mit 113 Textabb., IV u. 124 S. in 8°. Verlag von Dr. Max Jänecke, Leipzig 1926 u. 1927. Preis kart. 1,95 RM.

Die Hefte[1] sind aus dem Unterricht des Verfassers in der Höheren Maschinenbauschule in Breslau hervorgegangen, und es sind demgemäß mathematische Vorkenntnisse nur in geringem Maße vorausgesetzt, dagegen wird Wert auf klare Begriffsbestimmungen und deren Übertragung auf wirtschaftliche Aufgaben gelegt. Die „Gleichstromtechnik" umfaßt auf 95 Seiten mit zahlreichen Abbildungen nach einem Abschnitt über grundlegende Beziehungen, in welchem besonders die Ableitungen über den häufig vernachlässigten, aber entscheidenden Begriff der Endtemperatur lobend hervorzuheben sind, das Gebiet der Beleuchtung in neuzeitlicher Darstellung, Wesentliches aus der Heiztechnik, kurze Angaben über Elemente und Sammler samt Zubehör, und einen Abschnitt über Bau, Verlegung und Berechnung von Leitungen, bei denen auch den mechanischen Gesichtspunkten und der Wirtschaftlichkeit ein gebührender Raum gewährt wird.

Der Bedeutung des Elektromaschinenbaus entsprechend, werden im Bd. 3 mit 120 Seiten der Bau, die Werkstoffe (unter besonderer Berücksichtigung der Isolierstoffe), die Wickeltechnik und die eigentliche Berechnung liebevoll bei aller Knappheit behandelt und an praktischen Beispielen mit guten Originalzeichnungen erläutert. Überall zeigt das Werkchen die Merkmale selbständiger Arbeit, die nicht einfach überkommene Anschauungen weitergibt, wie z. B. der alte Zopf der 1,6ten Potenz der Verlustfunktion der Hysteresis zugunsten der zweiten Potenz abgeschnitten wurde. Nach gründlicher rechnerischer und baulicher Vorbereitung werden dann die Betriebseigenschaften von Gleichstrommaschinen und -motoren, Drehzahlregelung, Widerstands- und Anlasserberechnung und schließlich Schaltpläne von Gleichstromanlagen entwickelt, wobei die Gegenüberstellung eines ausführlichen Schemas mit einem einpoligen als besonders gelungen begrüßt werden kann.

Die Hefte sind im Rahmen der auferlegten Beschränkungen besonders geeignet, den Unterricht auf Fachschulen erfolgreich zu begleiten, geben aber auch dem praktischen Ingenieur genügend Anhaltspunkte für selbständige Betätigung. Max Breslauer.

Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung. Von Prof. R. Courant. Bd. 1: Funktionen einer Veränderlichen. Mit 127 Textfig., XIV u. 410 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 18,60 RM.

Diese Vorlesungen bedeuten gegenüber den herkömmlichen Universitätsvorlesungen in dreierlei Weise eine erhebliche Abweichung: erstens werden Differential- und Integralrechnung nicht systematisch getrennt, im zweiten Kapitel erscheinen die Grundbegriffe beider nebeneinander, ja das Integral hat sogar den Vortritt. Zweitens hat der Verfasser „es vermieden, den Zugang zu den konkreten Tatsachen der Differential- und Integralrechnung durch Grundlagenbetrachtungen zu verbarrikadieren, deren Notwendigkeit man doch erst hinterher ganz begreifen kann: statt dessen sind diese Dinge in Anhängen zu den einzelnen Kapiteln zusammengefaßt, und der Anfänger, dem es in erster Linie um die rasche Durchdringung des Stoffes oder um die Anwendungen zu tun ist, mag ruhig die Lektüre dieser Dinge hinausschieben, bis das Bedürfnis dazu erwacht ist". Vielleicht darf der Referent hier einschalten, daß dieses System sich an der T. H. Charlottenburg schon gut bewährt hat, sowohl die Vereinigung beider Teile der Infinitesimalrechnung, als auch die Abtrennung abstrakter grundlegender Untersuchungen von dem Hauptlehrgang in besondere Ergänzungen, die gleichzeitig oder auch später gehört werden können, während die Hauptvorlesung auf anschaulich begründeten, aber scharf formulierten Tatsachen streng aufgebaut wird. Man kann also erwarten, daß sich dieses System auch an den Universitäten bewähren wird, da jetzt niemand zu kurz kommt. Auch die dritte Abweichung von dem Üblichen bedeutet eine Annäherung an die Vorlesungsart der Technischen Hochschule: die starke Betonung der Anwendungen auf Aufgaben der Mechanik und der Physik. Wir können es nur begrüßen, wenn sich die Universitätsvorlesungen von einer zu starken Betonung der an sich notwendigen Arithmetisierung gleich zu Anfang abwenden und konkreter werden. Ich kann das Buch Courants den Lesern dieser Zeitschrift ebenso empfehlen wie meinen Zuhörern.

Im einzelnen sieht die Stoffordnung so aus: 10 Kapitel umfaßt das Buch. Erstes Kapitel: Vorbereitungen, Funktionsbegriff und Grenzwert, im Anhang: Häufungsstellenprinzip und strenge Begründung der Sätze über stetige Funktionen. Zweites Kapitel: Grundbegriffe der Differential- und Integralrechnung, im Anhang die Existenz des bestimmten Integrals einer stetigen Funktion. Drittes Kapitel: Elementare Funktionen. Im Anhang einige interessante pathologische Fälle. Viertes Kapitel: Weiterer Ausbau der Integralrechnung. Formale Integration, uneigentliche Integrale. Fünftes Kapitel: Anwendungen auf Geometrie und Mechanik. Sechstes Kapitel: Die Taylorsche Formel und die Annäherung von Funktionen durch rationale, im Anhang u. a. Interpolation. Siebentes Kapitel: Exkurs über numerische Methoden, im Anhang die Stirlingsche Formel. Achtes Kapitel: Unendliche Reihen und andere Grenzprozesse, im Anhang etwas von unendlichen Produkten. Neuntes Kapitel: Fouriersche Reihen mit sehr vielen Beispielen vor der strengen Theorie, im Anhang trigonometrische Interpolation. Zehntes Kapitel: Die Differentialgleichungen der einfachsten Schwingungsvorgänge. Resonanzkurve, Bemerkungen über den Bau von Registrierinstrumenten.

[1] Bd. 2 wurde in der ETZ 1928, S. 707, besprochen.

Referent erklärt also im allgemeinen seine wärmste Zustimmung, auch mit der Darstellung im einzelnen. Nur bei den geometrischen Anwendungen möchte er einen bestimmten Verbesserungsvorschlag machen. Sowie Bogenlänge und Krümmung auftreten, kommt auch die bekannte Wurzel mit ihrem Vorzeichen, und hier ist nicht alles in Ordnung. Statt der Kurve einen Durchlaufungssinn zu geben und also die Tangente als Speer aufzufassen, setzt der Verfasser die Wurzel positiv. Das zwingt ihn zu der unangenehmen Feststellung, daß das Vorzeichen der Krümmung keine Bewegungsinvariante ist. Das zwänge ihn auch zu der Feststellung, daß es nicht einmal eine Darstellungsinvariante ist (was aber nicht gesagt wird), und so kommt es, daß der Verfasser die Krümmung des Kreises aus der Parameterdarstellung gleich dem reziproken Radius berechnet, während nach seiner eigenen Ausführung ein paar Zeilen vorher (S. 222) die Krümmung der oberen Kreishälfte ein anderes Vorzeichen haben müßte als die der unteren Hälfte. Also den Speer herbei in der wohl bald erscheinenden neuen Auflage! Hamel.

Die Bauteile der Dampfturbinen. Von Dr.-Ing. G. Karraß. (10. Heft der Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau. Herausg. v. Dipl.-Ing. C. Volk.) Mit 143 Textabb., VI u. 99 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis kart. 10 RM.

Das Heft gibt einen guten, wenn auch nicht lückenlosen Überblick über den heutigen Stand der Dampfturbinentechnik. Die führenden Firmen des Turbinenbaues haben einiges Material beigesteuert und es so dem Verfasser ermöglicht, eine Reihe von neueren Konstruktionen zu zeigen. Die einzelnen Bauteile, Gehäuse, Leitvorrichtungen, Laufschaufeln, Läufer, Wellen, Abdichtungen und Lager werden kurz beschrieben, ihre Berechnung vorgetragen und durch Beispiele veranschaulicht. Der Verfasser betont im Vorwort selbst, daß er natürlich nicht alle vorhandenen Konstruktionen behandeln konnte. Einige Abschnitte, wie Gehäuse, Lager und Düsen sind aber doch wohl etwas zu kurz ausgefallen, während der Berechnung für die rotierenden Teile sehr ausführliche Abschnitte gewidmet sind. Der Konstrukteur wird sich mit Vorliebe an die gut gewählten Beispiele halten, die ihm den Gang der Rechnung kurz und klar vorzeichnen. Er wird hierdurch von der Notwendigkeit befreit, umfangreiche und teure Handbücher zu benutzen. Insofern trägt das Buch einem wirklichen Bedürfnis der Praxis Rechnung.

Es wäre erwünscht, wenn die Industrie dem Verfasser auch Versuchsergebnisse über Festigkeits-Prüfungen, Schwingungen u. a. zur Verfügung stellen würde, damit man in die Lage versetzt wird, die Zuverlässigkeit der verschiedenen Berechnungsverfahren besser zu beurteilen. Auch eingehendere Mitteilungen über Erfahrungen mit verschiedenen Baustoffen wären erwünscht. Dr. Zinzen.

Der Vorrichtungsbau. Von F. Grünhagen. 1. Einteilung, Einzelheiten und konstruktive Grundsätze. (Werkstattb. H. 33, herausg. von E. Simon.) Mit 230 Fig. im Text u. 64 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geh. 2 RM.

Der Verfasser hat die Aufgabe übernommen, auf verhältnismäßig kleinem Raum über den Vorrichtungsbau, insbesondere über Einteilung, Einzelheiten und konstruktive Grundsätze zu unterrichten. Dieses ist ihm im vollsten Maße gelungen, soweit es bei der Kürze des zur Verfügung stehenden Raumes und der Größe des zu behandelnden Gebietes möglich ist. Dabei hat sich der Verfasser nicht etwa darauf beschränkt, lediglich bauliche Einzelheiten von Vorrichtungen zu bringen, sondern er geht zunächst auf Bedeutung, Zweck und Ziele des Vorrichtungsbaues ein unter Beifügung einer sehr ausführlichen, in Unterabteilungen gegliederten Einteilung der Vorrichtungen. Es wird also der Leser systematisch in das Gebiet eingeführt und darüber belehrt, was alles unter den Begriff „Vorrichtungsbau" fällt. Erst dann werden die Elemente der Vorrichtungen, z. B. Spannen, Zentrieren, Druckverteilen, Auswerfen, Teilen, Verbindung von Vorrichtung und Maschine usw., behandelt, und schließlich in drei kleineren Abschnitten Beispiele für das Wesen und die konstruktiven Grundsätze der reinen Spannvorrichtungen, Bohrspannvorrichtungen und Arbeitsvorrichtungen gegeben. Das Verständnis wird unterstützt durch 230, das Wesentliche klar und deutlich zum Ausdruck bringende Abbildungen. Das kleine Heft bringt so viel, daß seine Anschaffung jedem, der auf diesem Gebiete arbeitet, nur empfohlen werden kann. Witt.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus der englischen Elektroindustrie[1]. — Nach der Frankf. Zg. sind nunmehr die Verhandlungen über ein Zusammengehen der Metropolitan-Vickers Electrical Co. mit der British Thomson-Houston Co., der Edison Swan Electric Co. und Ferguson, Pailin, Ltd., derart zum Abschluß gekommen, daß die einzelnen Gesellschaften zwar als Betriebseinheiten bestehen bleiben, die Metropolitan-Vickers Electrical Co. aber, deren Fabrikation ganz in die Hand der Metro-Vick Supplies, Ltd., übergeht, zur kontrollierenden Holdinggesellschaft wird. Das Aktienkapital letzterer beträgt rd. 2,6 Mill. £ bei etwas über 1 Mill. £ Obligationen. Die British Thomson-Houston Co. arbeitet z. Z. mit rd. 4 Mill. £ Aktienkapital und 1,5 Mill. £ Obligationen, die Edison Swan Co. mit rd. 0,3 Mill. £ bei einer ungefähr gleich hohen Obligationsschuld und die Ferguson, Pailin, Ltd. mit rd. 0,2 Mill. £ Aktienkapital.

Die neue Sofina. — Da die nächste Generalversammlung der Société Financière de Transports et d'Entreprises industrielles erst nach Mitte November stattfindet, ist man hinsichtlich einer Ergänzung des bisher über den neuen Trust Mitgeteilten[2] auf vorläufige Verlautbarungen angewiesen, die u. a. besagen, daß die Trufina alle Aktiva und Passiva der Sofina und auch deren Firmenbezeichnung übernehmen werde. Beabsichtigt sei ferner, die Arbeitsgebiete so zu verteilen, daß im Rahmen der Gruppe die Trufina Westeuropa, die Gesellschaft für elektrische Unternehmungen Osteuropa und die Compañía Hispano Americana de Electricidad (Chade) Amerika bearbeiten.

Vorgänge im Ausland. — Wie die Tagespresse berichtet, hat die russische Amtorg Trading Co. mit der International General Electric Co. einen Vertrag über den Ankauf elektrischer Ausrüstungen für russische Unternehmungen im Wert von etwa 26 Mill. $ abgeschlossen. Der Betrag der Ankäufe soll während der ersten beiden Jahre mindestens 5 und höchstens 10 Mill. $ ausmachen. Bei befriedigender Abwicklung dieses Geschäfts würde sich der Vertrag um weitere 4 Jahre verlängern, wobei der Wert der russischen Ankäufe in jedem Jahr nicht weniger als 4 Mill. $ betragen dürfe. Die UdSSR erhält zur Durchführung des Abkommens einen Kredit von 75 % des Gesamtbetrags auf die Dauer von 5 Jahren, muß aber 25 % gleich bei Verschiffung der Gegenstände entrichten. Für die russischen Zahlungen leistet die Sowjet-Staatsbank Garantie, während, wie es heißt, die General Electric Co. mit I. P. Morgan ein Abkommen über die Finanzierung der russischen Geschäfte getroffen hat. Außerdem sollen Verhandlungen über ein Zusatzabkommen schweben, das die Mitwirkung der General Electric Co. beim Bau von Elektrizitätswerken in der Mongolei und in Turkestan sowie die technische Mitarbeit amerikanischer Ingenieure in russischen Staatsunternehmungen vorsieht.

Aus der Geschäftswelt. — Die Fabrik elektrischer Maschinen u. Apparate Dr. Max Levy und die A.B.Z. G. m. b. H., Anlasser, Beleuchtung, Zündung für Kraftfahrzeuge sind unter der Firma Dr. Max Levy G. m. b. H., Berlin, mit einem Stammkapital von 1,4 Mill. RM vereinigt worden. — Die Gas- und Elektrizitätswerke Dramburg A. G. haben ihren Sitz von Bremen nach Dramburg verlegt.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[3]. — Der deutsche Außenhandel mit den von Tarifunterabschnitt 18 B erfaßten elektrotechnischen Erzeugnissen zeigt, wie aus der Zahlentafel hervorgeht, im September 1928 bei der Einfuhr gegen den Vormonat (9557 dz bzw. 3,306 Mill. RM) mengenmäßig eine Verringerung um 534 dz oder nahezu 6 %, dem Wert nach indessen eine Zunahme um 0,231 Mill. RM, d. h. 7 %. Die Ausfuhr (134 505 dz bzw. 43,789 Mill. RM i. Vm.) ist um 17 706 dz oder 13 % bzw. um 6,256 Mill. RM oder 14 % gewachsen; an Reparationssachlieferungen enthält sie 12 664 dz im Wert von 3,855 Mill. RM. Der Vergleich der abgelaufenen neun Monate mit derselben Periode von 1927 ergibt bei der Einfuhr eine Erhöhung um 16 998 dz, d. h. 27 % und wertlich um 10,139 Mill. RM oder 46 %. Der Import betrug in diesem Zeitabschnitt 16 041 Lichtmaschinen (9 694 i. V.), 94 316 Dynamos, Elektromotoren usw. (62 345 i. V.), 802 Bogen- usw. Lampen (919 i. V.), 3,402 Mill. Metalldrahtlampen (3,862 i. V.) und 88 100 Kohlefaden- usw. Lampen (71 600 i. V.). Die Reparationssachlieferungen stellten sich für Januar/September auf 44 944 dz bzw. 14,988 Mill. RM. Einschließlich dieser ist die Ausfuhr in den drei Vierteljahren gegenüber denen von 1927 um 225 670 dz, d. s. wieder 26 %, und wertlich um 85,011 Mill. RM oder 31 % gestiegen. Sie umfaßte mit den Reparationssach-

[1] Vgl. auch ETZ 1928, S. 1067.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 1632.
[3] Vgl. ETZ 1927, S. 1679; 1928, S. 1527.

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz			Ausfuhr in dz		
		September	Januar/September		September	Januar/September	
		1928	1928	1927	1928	1928	1927
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	58	1 441	1 226	811*	5 511*	3 744*
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	5 204	37 633	26 154	34 763*	236 616*	185 608*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	203	1 359	1 030	2 512*	21 275*	11 972*
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	650	5 438	2 853	5 296*	40 395*	38 354*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	614	12 601	15 885	49 252*	351 056*	295 522*
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	5	91	237	534	3 505	2 433*
911 a	Metallfadenlampen	270	1 648	2 026	1 110*	9 235*	6 719*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	4	44	41	79	585*	625
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	—	39	110	17	163	99
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon.	50	421	424	1 525*	11 524*	8 440*
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	280	2 544	1 394	4 284	28 756*	20 723*
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	181	1 518	979	2 848*	22 706*	21 246*
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	—	14	40	718	4 868	4 201
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	128	1 210	620	1 450*	9 412*	5 974*
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	1	10	3	15	98*	74
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	272	2 177	2 644	1 824*	13 801*	9 277*
912 F 1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	7	135	149	1 002*	8 822*	6 949*
912 F 2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	879	8 952	4 597	31 397*	235 997*	170 127*
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	136	758	511	1 552*	12 514*	9 395*
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	65	499	589	8 515*	43 220*	39 394*
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a).	6	206	270	[6]	[6]	[6]
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	10	104	62	58	407*	465*
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	2 649*	18 991*	12 468*
—	Elektrotechnische Erzeugnisse, unvollständig angemeld.	—	—	—	—	22	—
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz	9 023	78 842	61 844	152 211*	1 079 479*	853 809*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*3 537*	*31 974*	*21 835*	*50 045**	*359 618**	*274 607**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	30	329	285	1 888	10 484	6 647
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	8	47	74	63	603	461
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	6	159	10	452	5 413	5 180
648 d	Elektroden	869	9 073	4 519	23 840	201 086	164 119*
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	39	186	23	5 379	46 960*	53 153*
740 a	Glühlampenkolben	79	294	88	867	8 160	6 553
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	102	2 295	713	[8]	[8]	[8]
799 c	dsgl. aus schmiedbarem Eisen	4	623	422			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	248	1 666	2 545	9 439	85 864*	70 789*

lieferungen 65 127 Lichtmaschinen (46 312 i. V.), 446 105 Dynamos, Elektromotoren usw. (357 107 i. V.), 19 944 Bogen- usw. Lampen (13 612 i. V.), 48,321 Mill. Metalldrahtlampen (35,434 i. V.) und 1,698 Mill. Kohlefaden- usw. Lampen (2,01 i. V.). Als Überschuß des Exports ergeben sich für die neun Monate 1 000 637 dz bzw. 327,644 Mill. RM (791 965 dz bzw. 252,772 Mill. RM i. V.).

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr. 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan. — [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 265: Wer ist der Hersteller des Überspannung-Schutzstöpsels Type „Gardew"?

Frage 266: Wer ist der Hersteller von Magnetisierapparaten zum Neumagnetisieren von Magneten für Telephoninduktoren?

Abschluß des Heftes: 3. November 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 300 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 15. NOVEMBER 1928
(…65–1700)


Außer Kartell
Bleikabel
für
Hoch- u. Niederspannung
Fernsprechkabel
Gruben- und
Schachtkabel
Marinekabel
Kabelzubehör
C H C°

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24
49. Jahrgang · Berlin, 15. November 1928 · Heft 46

Die Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz in London.

Von Dr.-Ing. F. **Marguerre**, Mannheim.

Die diesjährige Tagung der Weltkraftkonferenz war eine Teilkonferenz und, gewissermaßen als ein Gegenstück zur Baseler Wasserkraftkonferenz, auf das Sondergebiet Brennstoffe beschränkt. Der Rahmen war aber hierbei nicht eng gezogen, und manche Gebiete, die vielmehr allgemeine Probleme der Krafterzeugung als der Brennstoffkunde und -wirtschaft sind, kamen mit zur Behandlung. Weite Gebiete der Tagung sind für die Leser dieser Zeitschrift nur von mittelbarem Interesse, und da es auch unmöglich wäre, über den Inhalt von 167 Vorträgen zu berichten, werden diese Mitteilungen auf das für unsere heimische Elektrowirtschaft besonders Wichtige beschränkt; das ganze, weite, zukunftswichtige und z. T. sehr eingehend behandelte Gebiet der flüssigen Brennstoffe soll nur gestreift werden.

Zunächst einige Worte über den äußeren Rahmen der Tagung. Die Sitzungen fanden in zwei Hallen des Imperial Institute statt, die in bezug auf Akustik und auch sonst leider manches zu wünschen übrig ließen. Um so glänzender waren die Festveranstaltungen, das große Bankett unter dem Vorsitz des Marquess of Reading (Sir Rufus Isaacs), früherer Vizekönig von Indien, der Empfang in Lancaster House durch den Staatssekretär des Board of Trade und im Hotel Cecil im Namen von Sir Alfred Mond (Lord Melchett). Die offiziellen Reden wurden von bekannten Männern des öffentlichen Lebens gehalten; durch alle Ansprachen zog sich die meist in sehr warmen Worten ausgesprochene Überzeugung der Wichtigkeit internationaler Zusammenarbeit ohne nationale Empfindlichkeit und Eifersucht und ebenso die Hoffnung, daß solche Zusammenarbeit auch sonst die Völker einander näher bringen möge. Sicherlich haben solche Konferenzen einen nicht zu unterschätzenden Wert auch über den Austausch von Berichten und Diskussionen und über die Weiterbearbeitung der aufgeworfenen Fragen in den gebildeten Dauerausschüssen hinaus.

Die Beiträge — 167 an der Zahl —, über welche die nachfolgende Übersicht Aufschluß gibt, lagen als gedruckte Berichte vor und wurden, in ihrem Inhalt nach Gruppen zusammengefaßt, von einem Generalberichterstatter kurz skizziert; darauf wurde sofort die Diskussion, für welche zur Vermeidung der Uferlosigkeit nur gewisse Punkte zugelassen waren, eröffnet. Ihr Niveau war natürlich verschieden; stellenweise gelang es auch bei dieser großen Veranstaltung nicht ganz, zu verhüten, daß geschäftliche Interessen manche Berichte und vor allem Diskussionsbeiträge stärker beeinflußten, als es erwünscht gewesen wäre.

	Abteilung	Beiträge im ganzen	Deutsche Beiträge
A.	Kohlenwirtschaft — Allgemeines	16	—
B.	Probenahme und Untersuchung fester Brennstoffe	6	1
C.	Kohlenaufbereitung: Wäsche, Trocknung, Brikettierung	7	—
D.	Lagerung und Nahbeförderung fester Brennstoffe beim Verbraucher	4	—
E.	Ölwirtschaft — Allgemeines	3	—
F.	Zusammensetzung, Klassifizierung, Aufbereitung, Lagerung und Nahbeförderung flüssiger Brennstoffe	13	1
G.	Verkokung und Entgasung — Allgemeines	11	2
H.	Zusammensetzung, Klassifizierung, Aufbereitung, Lagerung und Nahbeförderung von gasförmigen Brennstoffen und Nebenprodukten	16	2
I.	Brennstoffverwendung zu Dampf- und Stromerzeugung	15	1
K.	Brennstoff- und Elektrizitätsverwendung in industriellen Öfen	19	1
L.	Desgl. zu hauswirtschaftlichen Zwecken	9	1
M.	Brennstaub	8	1
N.	Verbrennungskraftmaschinen	10	2
O.	Energieferntransport, technisch, wirtschaftlich und rechtlich	4	1
P.	Abwärmeverwertung	3	—
Q.	Verschwelung	2	1
R.	Torf	7	1
S.	Kraftspiritus	2	—
T.	Ausbildung von Brennstoff-Technikern	3	—
V.	Körperschaftliche Förderung der industriellen Energiewirtschaft	4	1
W.	Wirtschaftliche Möglichkeiten durch Kupplungen in der Energieerzeugung	4	1
X.	Technische Angaben über Brennstoffe	1	—
		167	17

Es drängte sich ferner der Wunsch auf, daß dem Ausschuß der Konferenz Möglichkeiten gegeben wären und ausgenutzt würden, um Berichte, die nur lokales Interesse bieten oder Geschäftsbelange vertreten, und deren Erfahrungen kaum für die große Allgemeinheit Interesse haben, zurückweisen zu können. Besonders auffällig waren in dieser Beziehung die polnischen Beiträge (drei) über die Verwendungsfähigkeit polnischer Kohle und auch einzelne andere. Und noch ein Wort der Kritik sei hier gestattet, nicht um die englischen Organisatoren, die eine Riesenarbeit zu leisten hatten und deren persönliche Zuvorkommenheit nicht genug gelobt werden kann, zu tadeln, sondern um für weitere Konferenzen Winke zu geben. Die Vorträge lagen erst so spät gedruckt vor, daß den ausländischen Mitgliedern, die sie durch ihre nationalen Komitees noch später als die englischen erhielten, die Vorbereitung einer Diskussion unmöglich war; darauf war auch wohl die unverhältnismäßig geringe Beteiligung der Deutschen an der Diskussion, die oft zu sehr auf rein englische Verhältnisse beschränkt blieb, zurückzuführen. Das deutsche Komitee hätte vielleicht zu den einzelnen Gegenständen bestimmte Teilnehmer auffordern sollen, als Diskussionsredner aufzutreten. Mangelhaft war auch z. T. die Gruppierung der Berichte, wodurch Zusammenhängendes getrennt und Fremdes zusammengekuppelt wurde; die Diskussion lief daher öfters auseinander. Trotzdem werden wohl alle Teilnehmer die Überzeugung von einem großen Nutzen der Konferenz und das Gefühl warmer Anerkennung für die vom englischen Komitee geleistete Arbeit mit nach Hause genommen haben. Ich komme nun zur Besprechung der hier interessierenden Konferenzfragen, wobei ich mich im allgemeinen an die Konferenzeinteilung halten werde.

Die wichtige und schwierige Frage der Klassifikation der Kohle und der Probenahme und Analyse wurde eingehend behandelt. Wesentlich Neues oder Abschließendes kam hierbei nicht zutage; ein österreichischer Bericht gab einen guten Überblick über die Methoden, die heute gebräuchlich sind. Der Gegensatz zwischen Kohleverbrauchern und Erzeugern trat bei einem

Antrag Schwedens auf Klassifikation und Normung beim Kohlenhandel zutage: die Konferenz wird aber in Anbetracht der Gegensätze nichts anderes tun, als zunächst sammeln, was in den einzelnen Ländern geschieht. Während bei uns die Syndikate jeder Qualitätsgarantie ablehnend gegenüber stehen und dafür auch manche gute Gründe, die in der Eigenschaft der Kohle als Naturprodukt liegen, angeben können, hat Amerika, trotzdem dort auch ähnliche Schwierigkeiten bestehen müssen, die Aufgabe angepackt und behandelt sie in einem Ausschuß seines Verbandes zur Materialprüfung; der Ausschuß hat für Einzelfragen 13 Unterausschüsse eingesetzt. Man wird dieser Arbeit mit großem Interesse folgen müssen: denn der erwünschte Endzustand kann doch nur der sein, daß jeder Verbraucher eine für ihn geeignete Kohle zu einem ihren Eigenschaften und der Marktlage entsprechenden Preis erhält.

Hierzu gehören noch weitere technische Fortschritte in der Aufbereitung; die Besprechung dieser Frage befaßte sich hauptsächlich mit der trockenen Reinigung, die neuerdings in England und Amerika — wo bisher die meiste Kohle ungereinigt verfeuert wurde — in verschiedenen Varianten eine zunehmende Rolle spielt: binnen kurzem wird die Menge der trocken gereinigten Kohle in der Welt 12 Mill. t im Jahr betragen. Die Reinigung kann im allgemeinen nicht so weit getrieben werden wie beim Waschprozeß, aber für sehr viele Zwecke dürfte es besser sein, z. B. 2 bis 3 % mehr Asche gegen 5 bis 6 % weniger Wasser einzutauschen; man denke nur an Kohlenstaubfeuerungen. In Deutschland, das im weitestgehenden Maße auf die Kohlenwäsche eingestellt ist, dürfte — trotz der Errichtung einzelner Anlagen — zunächst keine wesentliche Auswirkung dieser Bestrebungen zu erwarten sein.

Über die Möglichkeiten der Behandlung der Kohle beim Abnehmer, also Entladen, Stapeln und Befördern, gab Stockwell einen sehr guten Überblick; es muß auf den Bericht selbst verwiesen werden.

Eine der internationalen Regelung harrende Frage ist die der Benutzung des oberen (Verbrennungswärme) und des unteren Heizwertes bei Brennstoffen. Theoretisch ist der untere Heizwert eine etwas unbestimmte Größe; es wurde aber durch den Beitrag von Nissen (Deutschland) überzeugend dargetan, welche Nachteile der von anderen Ländern bevorzugte obere Heizwert hat. Genau gleichwertige Kesselanlagen haben um mehrere Prozent verschiedene Wirkungsgrade, je nachdem man einen wasserstoffreichen oder -armen, feuchten oder trockenen Brennstoff zugrunde legt. Ein deutscher Antrag auf Einsetzung einer Kommission zur Weiterbehandlung kam zur Annahme.

Erwähnt sei eine zusamenfassende theoretische Darlegung der heutigen Kenntnisse über den Verbrennungsvorgang von Prof. Bone, bekannt durch seine Anregungen auf dem Gebiet der katalytischen bzw. Oberflächenverbrennung.

Zwei englische Beiträge geben einen Überblick über den gegenwärtigen technischen und wirtschaftlichen Stand der Gasfernversorgungsfrage in England oder, wie man sie dort nennt, Koksofen gegen Gasanstalt. Die Ansichten stehen sich, je nach den vertretenen Interessen, genau wie bei uns gegenüber: Die Ernennung einer gemeinsamen Kommission aus beiden Lagern scheint aber eine nachahmenswerte Maßnahme. Der deutsche Beitrag wurde in Abteilung Energieübertragung behandelt und ist rein technisch gehalten.

Besonderes Interesse beanspruchte die Abteilung: „Verwendung der Brennstoffe zur Dampferzeugung", doch war hier die unglückliche Zusammenstellung der Gruppen besonders störend. Erwähnt seien der Bericht von Harprecht über Brennstoffwirtschaft bei der Reichsbahn (90 % Lokomotivkohle) und ein schwedischer Bericht über luftgekühlte Kondensation für Lokomotiven (78 bis 62 % Vakuum erreicht). Ein tschechischer Bericht über die Eigenschaften des Hochdruckdampfes, der beispielsweise bei 100 at bis 475° sehr geringe Abweichungen (unter 1 %) gegen die gebräuchliche, bekanntlich extrapolierte, Tafel von Mollier gibt, fand großes Interesse; doch wurde von englischer Seite auf die Vereinbarung zwischen den verschiedenen schon länger auf diesem Gebiet arbeitenden Stellen — deutschen, englischen, amerikanischen — hingewiesen, wonach die auf sehr verschiedenen Wegen gewonnenen Ergebnisse vor ihrer Veröffentlichung ausgetauscht werden sollen. Bei dieser Gelegenheit teilte G. A. Orrok mit, daß die amerikanischen Stellen ihre Arbeiten in diesem Jahr beendigen werden, so daß der empfindliche Mangel genauer Unterlagen in absehbarer Zeit behoben sein dürfte. — Einen breiten Raum in der Diskussion nahm der Vortrag von Sloan ein, der neben allgemeinen Angaben über den Kohlenverbrauch der englischen Werke — er beträgt im Durchschnitt aller 1,1 kg (z. T. schlechter) Kohle je erzeugte Kilowattstunde — sich besonders mit der Verschwelungsanlage in Newcastle befaßte. Diese arbeitet nach vielen Versuchen seit etwa einem Jahre befriedigend und ist trotz ihrer Komplikation auch leicht zu bedienen. Es wird hervorgehoben, daß aus Kohle, die 12 RM kostet, 10,5 RM an Nebenprodukten (darin ist kein Stickstoffprodukt enthalten) und 9,1 RM an Koks (76 % des Heizwertes der Kohle) gewonnen werden, also 63 % potentielle Wertsteigerung entstehen (bei teurer Kohle weniger). In der Anlage, welche 100 t täglich verarbeitet, betragen die Lohn- und Betriebskosten einschl. Unterhaltung 4,7 RM/t. Bedenkt man, daß hierzu die nicht genannten Kapitalkosten kommen, so wird man der Feststellung, daß keine wesentlichen Ersparnisse gemacht worden sind, gern Glauben schenken. Daß bei größeren Anlagen manche Kosten stark zurückgehen werden, ist allerdings zu erwarten, und daraus und aus dem stark betonten Willen, Öl und dergl. innerhalb Englands zu gewinnen, ist die Entschlossenheit zu erklären, auf dem eingeschlagenen Wege fortzuschreiten.

Es mögen gleich hier noch der allgemeine Bericht über die Verschwelung in England, also über den Fall, wo nicht Kraft sondern ein rauchloser, in der Qualität verbesserter Brennstoff zu Verkaufszwecken hergestellt wird, der entsprechende deutsche Bericht und der Bericht von Dr. Rosin über Kuppelung von Elektrizität und Verschwelung behandelt werden. Es wird über 16 Steinkohlenanlagen in England, z. T. eingehend, berichtet, der wirtschaftliche Erfolg aber mit Zurückhaltung behandelt; interessant sind dabei tabellarische Angaben über die starken Schwankungen des Teerpreises in den letzten Jahren; das bedeutet ein fühlbares Risiko, ebenso wie mögliche Verschiebungen in den Sortenpreisen bei größerem Umfang der Verschwelung. Daß z. Z. in England manche Anlagen mit wirtschaftlichem Erfolg arbeiten, ergab sich aus den Diskussionsbeiträgen jedoch einwandfrei.

Einen guten Überblick über die große Arbeit Deutschlands auf dem Schwelgebiet gibt Dr. Heinze; die Anzahl der technisch erfolgreichen Verfahren ist besonders bei Braunkohle schon groß. Es werden bereits 1,3 Mill. t Braunkohle in Deutschland verschwelt, und die deutsche Industrie hat sich auch bei kanadischen und australischen Ligniten erfolgreich betätigt; die Teergewinnung bildet hier den Zweck der Verfahren und die Grundlage der Wirtschaftlichkeit. Anders sieht es bei der Steinkohle aus, wo es sich im wesentlichen darum handelt, nicht absatzfähige Kohlensorten in marktgängige zu verwandeln: der Teer muß hier im wesentlichen die Umwandlungskosten decken, wobei er allerdings auch eine wichtige nationale Aufgabe erfüllt. Wie die Verfahren der Verschwelung und der Hydrierung dabei nebeneinander bestehen, muß die Zukunft zeigen.

Dr. Rosin kommt dann auf die Frage, die hier hauptsächlich interessiert, und gibt auf Grund seiner früheren Arbeiten technische und wirtschaftliche Unterlagen über Kuppelung von Stromerzeugung und Verschwelung, also anders ausgedrückt, über die Möglichkeit, die Stromerzeugung durch Verschwelung zu verbilligen. Bei Braunkohle mit mehr als 7 bis 8 % Teer können sich Aussichten eröffnen, doch sind gerade die prozentual scheinbar hohen Ersparnisse bei dem billigen Brennstoff absolut sehr gering und wenig anreizend; immerhin dürften Sonderverhältnisse die Errichtung solcher Werke rechtfertigen. Bei Steinkohle genügt der Teererlös nicht, und die wirtschaftliche Basis der Verschwelung wäre daher der Verkauf des Halbkokses zu einem Preis, den die Kraftwerke, die noch billigeren Brennstoff finden, nicht zahlen können. Auch eine amerikanische, während der Diskussion gemachte Angabe, daß dort die Preise der Nebenprodukte nicht ausreichen, um der Verschwelung näher zu treten, bestätigt dies. Wenn also vorläufig für die Elektrizitätsversorgung nicht viel zu erwarten ist, so wird man die Frage doch nicht aus den Augen verlieren dürfen, denn die Geschichte der Technik ist reich an Beispielen plötzlicher Wendungen in lange behandelten Problemen.

Ein besonders umfangreiches Gebiet behandelte die Sektion K, „Verwendung von Brennstoffen einschließlich Strom für industrielle Öfen": nicht weniger als 19 z. T. sehr wertvolle Beiträge standen gleichzeitig zur Diskussion. Wegen ihres Wertes seien hier besonders erwähnt der deutsche Bei-

trag über die Gaswirtschaft auf Hüttenwerken und der reich illustrierte amerikanische Beitrag über Zunahme und Tendenzen des industriellen Gasverbrauches in den V. S. Amerika. Dieser bezieht sich auf natürliches und fabriziertes Gas — wobei ersteres überwiegt — und weist eine Zunahme von 93 % in acht Jahren auf. Für unsere Gasfachmänner dürfte der Bericht manche Anregung bringen. Die Verwendung der Elektrizität, die einen sehr breiten Raum in der Diskussion einnahm, wurde von einem österreichischen, englischen und amerikanischen Bericht in ähnlichem Sinne behandelt. Aus dem österreichischen Bericht seien einige Zahlen erwähnt: in Österreich beträgt der Anschlußwert von Elektrokesseln 1700, von Schmelzöfen (darunter Elektrostahl) 27 300, von Glühöfen 3100 kW, gewiß für das klein gewordene Land beachtliche Zahlen. Der amerikanische Bericht gibt eine übersichtliche Unterteilung der heute industriereifen Verwendungen:

1. Metallschmelzen (Stahl, Eisen, Kupfer, Nickellegierungen),
2. Öfen, die über 500 ° arbeiten (Wärmebehandlung von Metallen wie Anlassen, Vergüten, Nachglühen, Kohlen, Härten, Tempern usw., ferner Emaillieren),
3. Öfen bis zu 500 ° (Formtrocknung, Glasanlassen, Glasurbrennen, Sherardisierung u. a.),
4. Kochen und Backen,
5. kleingewerbliche Apparate,
6. elektrisches Schweißen und Nietwärmen,
7. Elektrokessel.

Aus dem Lande der großen Zahlen wundert man sich nicht, zu hören, daß 2 Mill. kW für industrielle Wärmezwecke Verwendung finden, was aber nur etwa 10 % der derzeitigen Motorbelastung der Kraftwerke ausmacht. Die potentionelle Heizbelastung, wenn alle heute übersehbaren Verfahren, bei denen die Elektrizität Vorteile bietet, einschl. Kochen und Backen, angewandt würden, soll 47 Mill. kW betragen. Solche Schätzungen von kompetenter Seite bieten immerhin ein gewisses Interesse, obwohl natürlich eine recht unwahrscheinliche Annahme bezüglich des Rückganges der Gasindustrie darin implizite enthalten ist. Im übrigen wurden sowohl in den Berichten als in der Diskussion die bekannten Vorteile der elektrischen Öfen, die seine häufig höheren Wärmekosten ausgleichen, hervorgehoben: Verbesserung des Produktes, Verminderung der Materialverluste, Ersparnis an Bedienung und dergl. mehr. Erwähnt sei noch ein kanadischer Beitrag, der sich dafür einsetzt, billige Wasserkräfte bzw. die Belastungstäler durch Wasserelektrolyse nutzbar zu machen, und folgende Zahlen angibt: 1 kW/Jahr gibt 2280 m³ H_2 und 1140 m³ O; bei 100 RM/kW/Jahr kostet 1 m³ Gas rd. 3 Pf an Kraft; die übrigen Kosten sollen 0,75 Pf/m³ nicht übersteigen. Zur Zeit sollen in der Welt 2800 Mill. m³ Wasserstoff verbraucht werden, und der Verbrauch steigt stark. Eine Menge Anwendungen werden erwähnt. Auch Sauerstoff wird in zunehmendem Maße gebraucht; es sei an die, ich glaube in Frankreich, gemachten Versuche mit Sauerstoffzusatz zur Kohlenfeuerung und an Hochöfen erinnert, ferner an die deutschen Bestrebungen zur Druckelektrolyse des Wassers (Lawaczek, Noegerath) womit die Transportfrage für das gewonnene Gas gelöst würde.

Die Brennstoffverwendung, einschl. Strom, für häusliche Zwecke war in neun Beiträgen behandelt. Hervorgehoben sei der dreiteilige amerikanische Bericht über Kohlen, Öl, Gas und Strom für Hausheizung; besonders die Arbeit über Gasheizung ist sehr gründlich und zeigt, daß eine Verschlechterung der Gaswerkausnutzung neben Verstärkung der Netze die Folge der Hausheizung mit Gas sein würde (Speicherheizung ist dabei nicht betrachtet). Trotzdem sieht man aber in der Hausheizung das Hauptgeschäft für die kommenden Jahre und hält billige Sonderpreise für berechtigt, weil der Konsum von 800 m³ je Abnehmer und Jahr auf 8000 erhöhbar sei. Die Übertragung auf unsere Verhältnisse ist mit größter Vorsicht vorzunehmen, weil a) drüben sehr viel billiges Naturgas von 7000 bis 8000 WE/m³ verwendet wird, b) der Amerikaner reicher ist und mehr für Bequemlichkeit (mit Kohle verglichen) zahlt. Immerhin sollten unsere Gaswerke dieses ungeheure Gebiet pflegen: dort und im Industriegas werden die Verluste aufgeholt werden können, die das elektrische Kochen bringen wird, falls unsere Elektrizitätswerksleiter endlich allgemein die nötigen billigen — und für sie meist einträglichen — Tarife für Kochzwecke einführen (gleichzeitig mit Finanzierung der Installation; in England z. B. ist Vermietung der Herde stark üblich). Die Diskussion brachte Beiträge aus allen Ländern; besonders interessant war einer aus Neuseeland, wo bei 500 000 versorgten Einwohnern wöchentlich 50 neue Herde (auf Miete) angeschlossen werden bei etwa 9 Pf Strompreis (Geldwert geringer als bei uns; Kohlenstrom). Dabei handelt es sich nicht um Speicherherde. In dieser Frage, Speicher oder direkte Herde, scheint eine Klärung dahin einzutreten, daß der Speicherherd mit zusätzlichen Kochplatten das richtige ist, wobei auf den sehr starken Verschiedenheitsfaktor der direkten Kocheinrichtungen (etwa 0,2) zur Beruhigung der Elektrizitätswerke hingewiesen wird. Schwedische Versuche haben gezeigt, daß der Wirkungsgrad der Kochplatten durch Massenverminderung von 50 % auf 63 % gebracht werden kann; besonders wurde die bekannte überragende Bedeutung ebener Böden bei dem Geschirr hervorgehoben. Warmwasserbereitung und sonstige Anwendungen wurden gleichfalls behandelt, ohne wesentlich Neues zu bringen.

Kohlenstaub war das Thema einer anderen Gruppe mit zahlreichen Beiträgen, auf die einzugehen hier zu weit führen würde; festgestellt sei nur die offensichtliche Tendenz zur Einzelmühle und Abkehr von der Zentralmahlanlage mit Trocknern einerseits und andererseits zur Auskleidung des Feuerraumes mit Rohren oder Bayley Blocs.

Ein etwas unerwartetes Ergebnis zeigte ein amerikanischer Bericht über die Anlagekosten ganzer Zentralen mit Kohlenstaubfeuerung und anderen Feuerungsarten. Bekanntlich ist die Meinung verbreitet, daß Kohlenstaubanlagen sich fühlbar teurer als andere stellen. Nun gibt der amerikanische Bericht eine Übersicht über 18 große Werke von Leistungen zwischen 30 000 und 335 000 kW mit Stoker, Wanderrosten und Kohlenstaub. Obwohl hierbei die Kohlenstaubanlagen im Durschschnitt die kleineren sind, ergibt sich, daß ihre durchschnittlichen Gestehungskosten etwa 106 $/kW, die der Kettenrostanlagen 112 $ und die der Stoker 122 $ sind. Eine besondere Analyse ist dann noch für die eigentliche Kesselanlage gemacht, aus der sich ergibt, daß die Gesamtkosten der Kesselanlage für Stoker und Kohlenstaub bei den betrachteten Beispielen genau gleich, dagegen für Kettenroste etwas höher sind. Selbstverständlich sind solche Zahlen, auch wenn sie sich auf 18 Werke beziehen, noch außerordentlich stark von den örtlichen Zufälligkeiten abhängig, wie schon der Unterschied zwischen Stoker und Kettenrost zeigt. Doch dürfte sich mindestens daraus ergeben, daß die landläufige Ansicht von dem erheblichen Mehrpreis von Kohlenstaubanlagen, wie wir sie in Deutschland finden, mit großer Vorsicht aufzunehmen ist. Wie die Zukunftsentwicklung der Feuerungen wird, ist um so weniger zu übersehen, als die Roste unter dem Druck des Wettbewerbes sehr große Fortschritte gemacht haben und noch machen; beide Feuerungsarten werden auf absehbare Zeit nebeneinander bestehen bleiben.

In der Abteilung Energieübertragung war nur ein Bericht von gewissem Interesse für die Elektrizitätsindustrie, u. zw. ein theoretischer Vergleich der Energieübertragung durch die Bahn, die Gasleitung und die Kraftleitung. Für englische Verhältnisse, wo die Bahnfrachten höher als bei uns sind, ergibt sich, daß, wenn der gesamte Haushaltbedarf an Wärme einmal mit der Bahn als Kohle, das andere Mal als Gas durch Rohre und Koks durch die Bahn, dann elektrisch übertragen würde, Jahrestransportkosten entstehen von beziehungsweise 17 Mill. £, 10 ... 12 Mill. £ und 16 ... 19 Mill. £. Dabei würde der Kohlenverbrauch selbst im Fall 2 stark herabgehen, bei Elektrizität ungefähr dem Fall 1 entsprechen, was daran liegt, daß für häusliche Feuerungen in England ein sehr niedriger Wirkungsgrad einzusetzen ist. Interessant bleibt ein solches Ergebnis wenigstens als Tendenz, trotzdem viele Faktoren dabei unberücksichtigt sind; insbesondere wäre also die Übertragung von Gas durch Gasleitung und Koks durch die Bahn viel wirtschaftlicher als die gewöhnliche Kohlenverbrennung mit vorhergehendem Kohlentransport.

Erwähnung finde schließlich noch unter den zahlreichen Beiträgen zur Ölfrage ein Bericht von Büchi über sein Aufladeverfahren für Dieselmotoren. Eine Abgasturbine wird in den Auspuff des Motors eingebaut und die Verbrennungsluft durch einen gekuppelten Kompressor auf 0,3 ... 0,5 at Überdruck gebracht. Daraus ergibt sich eine bedeutende Leistungserhöhung der Maschinen, also Gewichtsersparnis und Verbilligung je Kilowatt; außerdem steigt noch der Wirkungsgrad. Bekanntlich handelt es sich hier um völlig ausprobierte Verfahren. Hält man dieses mit den erfolgreichen Bestrebungen zur Erhöhung der Tourenzahl zusammen, also weitere

Verbilligung der Anlagekosten, so steht man vor einer Entwicklung, deren Folgen für die öffentliche Elektrizitätsversorgung besonders dann außerordentlich weittragend werden können, wenn einmal alle Verfahren zur Herstellung künstlicher Öle ihre volle Auswirkung gefunden haben werden.

Als vorbereitende Arbeit wurden den Ausschüssen folgende vier Gebiete zugewiesen: Klassifizierung der Kohlensorten, Verwendung des oberen oder unteren Heizwertes, Definition und Feststellung der Eigenschaften der Treiböle, Kohlenstaubuntersuchungsmethoden. Die Berichte werden der Berliner Konferenz 1930 vorgelegt werden; diese wird sich, wie Dipl.-Ing. zur Nedden bei der Schlußsitzung hervorhob, mehr mit der Frage der Energieverteilung befassen.

Die Londoner Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz hat bestätigt, daß dieses der englischen Initiative entsprungene Institut des internationalen Erfahrungsaustausches sich gut bewährt und weitere Förderung verdient. Ich möchte diesen Bericht mit dem Wunsche schließen, daß es dem deutschen Komitee auf Grund der bisher gemachten Erfahrungen gelingen möge, die erste in Deutschland stattfindende Tagung der Konferenz (1930) zu einem vollen Erfolg auf dem Gebiet des wissenschaftlich-technischen Fortschrittes und der internationalen Zusammenarbeit zu führen.

Bemerkungen zu den Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung (K.P.I./1928).

Von **A. Molly**, Oberingenieur beim VDE, Berlin.

Die verschiedenen vor 15 Jahren vom VDE herausgegebenen Bestimmungen für Installationsmaterial wurden erstmalig im Jahre 1914 zu einer Arbeit „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial" zusammengefaßt. Diese Vorschriften sollten am 1. Juli 1915 in Kraft treten. Eine Durchführung dieses von der Jahresversammlung 1914 gefaßten Beschlusses wurde aber durch den Krieg verhindert.

Die Lage des Rohstoffmarktes brachte es mit sich, daß eine Vorschrift nach der anderen aufgehoben werden mußte. An die Stelle der guten Isolierstoffe und der in der Elektrotechnik allgemein üblichen Metalle, wie Kupfer und Messing, traten die Ersatzstoffe. Auch die ersten Jahre der Übergangszeit brachten noch keine Besserung der trostlosen Lage auf dem Gebiete des Installationsmaterials. Allmählich nur konnten die Kriegs-, Ausnahme- und Übergangsbestimmungen aufgehoben werden. Dazu kam, daß die Wünsche nach möglichst weitgehender Normung und Typisierung berücksichtigt werden mußten. Alle diese Umstände führten dazu, daß noch vor wenigen Jahren eine allgemeine Verwirrung herrschte. Ein Beispiel hierfür ist die Tatsache, daß von mehreren Firmen sogenanntes „Einheitsmaterial" auf den Markt gebracht wurde, das von den verschiedenen Herstellern nach den verschiedensten Gesichtspunkten hergestellt war.

Um die Grundlagen für eine spätere allgemeine Besserung auf dem Gebiete des Installationsmaterials zu schaffen, wurden von der Jahresversammlung des VDE 1924 verschiedene neue Bestimmungen angenommen, die jedoch erst am 1. Juli 1928 in Kraft treten sollten.

Durch die von der Jahresversammlung 1928 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker angenommenen neuen „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I./1928" sind zunächst alle bisherigen Vorschriften, die der VDE über Installationsmaterial inzwischen herausgegeben hat, aufgehoben worden, denn die neue Fassung der K.P.I./1928 umfaßt alle bisherigen Bestimmungen der einzelnen aufgehobenen Arbeiten. Gleichzeitig bringen aber die neuen Vorschriften für Installationsmaterial noch eine Reihe völlig neuer wichtiger Forderungen, die für den Hersteller und den Installateur von sehr großer Bedeutung sind.

Die außer Kraft gesetzten Arbeiten sind folgende:

- Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial (ETZ 1925 S. 712, 1169 und 1526, Sonderdruck VDE 336),
- Vorschriften, Regeln und Normen für plombierbare Hauptleitungsabzweigkästen 500 V (ETZ 1924 S. 783 u. 1068, Sonderdruck VDE 313),
- Vorschriften, Regeln und Normen für einpolige Drehschalter 6 A 250 V (ETZ 1924 S. 782 u. 1068, Sonderdruck VDE 310),
- Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 6 A 250 V (ETZ 1924 S. 782 u. 1068, Sonderdruck VDE 312),
- Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 10 A 250 V (ETZ 1924 S. 783 u. 1068, Sonderdruck VDE 311),
- Vorläufige Leitsätze für die Prüfung des Berührungschutzes bei nackten Fassungen, Armaturen und Handleuchtern (ETZ 1926 S. 539, 862 u. 1000, Sonderdruck VDE 336 b),
- Vorschriften für Isolierrohre (ETZ 1926 S. 686 u. 705, Sonderdruck VDE 361).

Gültigkeitstermin.

Die neuen Vorschriften für Installationsmaterial sind von der Jahresversammlung des VDE 1928 angenommen worden und sind am 1. Juli 1928 in Kraft getreten. Es ist jedoch festgelegt, daß Erzeugnisse, die nach den bisherigen (am 1. Juli 1928 außer Kraft gesetzten) Vorschriften hergestellt sind, noch bis zum 31. Dezember 1930 für die Verwendung zulässig sind (Auslaufstermin).

Für einzelne Bestimmungen ist als Auslaufstermin für die Verwendung von Erzeugnissen, die nach den alten Vorschriften hergestellt sind, der 1. Juli 1932 vorgesehen. Lediglich für die Ausführung der Zugentlastung an Steckvorrichtungen ist als Auslaufstermin für die bisherigen Erzeugnisse der 1. Juli 1929 festgesetzt.

Der Termin bezüglich der Verwendung (Auslaufstermin) soll auch dann als eingehalten gelten, wenn der Beginn der Installation innerhalb der angegebenen Frist liegt, die Abnahme aber später erfolgt.

Prüfzeichen-Genehmigungen.

Prüfzeichen-Genehmigungen auf Grund der bisherigen Bestimmungen werden noch bis zum 31. Dezember 1928 erteilt. Diese Prüfzeichen-Genehmigungen behalten für die Herstellung Gültigkeit bis zum 31. Dezember 1929.

Die Fabrikate mit diesem Prüfzeichen sind für die Verwendung bis 31. Dezember 1930 zulässig. Eine Ausnahmebestimmung macht die Vorschrift über die Zugentlastung bei Steckern, für die der Auslaufstermin der 1. Juli 1929 ist.

Soweit bei einzelnen Paragraphen der K.P.I. als Auslaufstermin für die Verwendung der 1. Juli 1932 festgelegt ist, erlöschen die bisher erteilten Prüfzeichengenehmigungen für die Herstellung am 30. Juni 1931. Die Prüfstelle hat die Hersteller spätestens am 31. Dezember 1930 davon in Kenntnis zu setzen.

Eine Übersicht über die Bestimmungen, deren Auslaufstermin der 1. Juli 1932 ist, gibt nachstehende Aufstellung:

§ 7	Kriech- und Luftstrecken.
§ 14 b	6 A als kleinste Type für Umschalter.
§ 34 b	Verbot von Muttern und Bunden auf Steckerstiften für Stecker über 10 A.
§ 36 b	Mehrteiligkeit der Stecker.
§ 48	Unterbrechungsmelder für Schmelzeinsätze.
§ 55 b	Kennzeichnung der Schaltfassungen E 27 mit der Stromstärke 2 A.
§ 56 c	Kupfer oder 80prozentige Kupferlegierung für Metallgewindehülsen u. dgl. an Fassungen.
§ 57 c	Verbindung des Fassungsbodens mit der Fassungsnippelmutter.
§ 57 d	Unzulässigkeit der Befestigung von Fassungen mittels seitlicher Druckschrauben (Maden).
§ 59 a	Wandstärke des Gewindekorbes, des Mantels und des Fassungsbodens mit Edison-Gewinde E 27 von 0,3 mm Dicke.



Neue Maße für den Hohlraum zwischen Stein und Fassungsboden sowie für die Nippelmutter.

§ 76b Länge des Nippels an Armaturen, Kaschierungen und Fassungsnippel.

Kriech- und Luftstrecken.

Während bisher nur bei Fassungen eine Mindestkriechstrecke, u. zw. von 3 mm, festgelegt war, sind jetzt mit Gültigkeit vom 1. Juli 1932 allgemein für das gesamte Gebiet des Installationsmaterials Mindestkriechstrecken sowie auch Mindestluftstrecken vorgeschrieben.

Die Kriechstrecke ist der kürzeste Weg, auf dem ein Stromübergang längs der Oberfläche eines Isolierkörpers zwischen spannungsführenden Teilen untereinander oder zwischen spannungsführenden Teilen und Erde (geerdeten Teilen) eintreten kann.

Die Luftstrecke ist, gemessen in der Luftlinie, der kürzeste Weg zwischen spannungsführenden Teilen untereinander oder zwischen spannungsführenden Teilen und solchen Metallteilen, die mit Erde in Berührung kommen können.

Folgende Mindestkriechstrecken dürfen nicht unterschritten werden:

Bei 250 und 380 V-Apparaten	3 mm
„ 500 und 550 V- „	5 mm
„ 750 V-Apparaten	8 mm.

Als kürzeste zulässige Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität oder Metallteilen, die eine Verbindung mit Erde herbeiführen können, sind entsprechend den obigen Spannungsstufen 2, 3 und 5 mm festgesetzt. Als kürzeste Luftstrecke zwischen spannungsführenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand (ausgenommen bei Fassungen mit Metallgehäuse) werden 6, 10 und 12 mm gefordert.

Bei Fassungen mit Metallgehäusen für 250 V darf die kürzeste Luftstrecke zwischen spannungsführenden Teilen und den nichtisolierten Gehäuseteilen 2 mm nicht unterschreiten.

Bei Verwendung von Vergußmassen muß ab 1. Juli 1932 der Mindestabstand spannungsführender Teile von der Wand bei 250 V- und 380 V-Apparaten 3 mm, bei 500- und 550 V-Apparaten 5 mm und bei 750 V-Apparaten 7 mm sein, wobei die Schichtdicke der Vergußmasse mindestens 2 mm sein muß.

Wärmesicherheit und Feuersicherheit.

Die Anforderungen in bezug auf die Wärmesicherheit, die für die einzelnen Isolierteile der Installationsmaterialien gelten, sind in nachstehender Tafel zusammengestellt:

Wärmesicherheit der Isolierteile von Installationsmaterialien.

Dosenschalter	100°
Steckvorrichtungen (Steckdosen und Stecker)	100°
Fassungen:	
Fassungen E 14	150°
„ E 27 Isolierteile, die das Glas der Lampe berühren	180°
Betätigungsteile	100°
sonstige Isolierteile	150°
„ E 40	300°
Isolierzwischenstück an Fassungen mit metallenen Zugketten	100°
Handleuchter:	
Isolierteile, die mit spannungsführenden Teilen in Berührung kommen	180°
Griffe	150°
sonstige Isolierteile	150°
Abzweigdosen aus imprägnierter Papiermasse mit verbleitem Eisenmantel	100°
Abzweigdosen aus keramischem oder anderem Isolierstoff	100°
Plombierbare Hauptleitungsabzweigkästen	100°

Für die Wärmesicherheit der Vergußmassen selbst wird allgemein 70° gefordert. Diese Temperatur gilt jedoch nur für solche Teile, bei denen betriebsmäßig keine inneren Erwärmungen auftreten; z. B. muß für Sicherungsockel die Fließgrenze bei 130° liegen.

Angaben über die Feuersicherheit von Isolierteilen sind in den K.P.I./1928 noch nicht enthalten.

Normalspannungen.

Die normalen Nennspannungen für Installationsmaterial sind: 250, 380, 500 und 750 V.

Mit Rücksicht auf die in Bahnanlagen vorkommende Spannung von 550 V ist auch für Schalter, Steckvorrichtungen, Fassungen und Handleuchter die Spannungstufe 550 V eingeführt.

Die Spannung 380 V kommt für Fassungen, Handleuchter und Sicherungen nicht in Anwendung.

Für Sicherungen sind die normalen Spannungstufen nur 500 und 750 V. Eine Ausnahme machen die für Wohnungsteckdosen bestimmten Sicherungspatronen nach DIN VDE 9398, deren normale Nennspannung 250 V ist.

Für plombierbare Hauptleitungs-Abzweigkästen ist nur eine Spannungstufe, u. zw. 500 V, vorgesehen.

Prüfspannungen.

In bezug auf die Feuchtigkeitsicherheit der Installationsmaterialien bringt der neue Wortlaut der K.P.I./1928 gegenüber den bisherigen Bestimmungen eine Klärung, da der Begriff der Feuchtigkeit durch Prüfbestimmungen festgelegt ist.

Für die Durchschlags- bzw. Überschlagsprüfung der Installationsmaterialien, die vor der Prüfung feuchter Luft ausgesetzt werden, sind folgende Spannungen vorgeschrieben:

für	250	380	500/550	750 V	
	1500	2000	2000	2500 V	Wechselspannung.

Da es sich gezeigt hat, daß verschiedene Materialien zwar den vorstehenden Spannungswerten widerstanden, daß aber durch die Isolierteile bzw. auf deren Oberfläche ein Stromübergang stattfinden kann, wird neuerdings gefordert, daß der Isolationswiderstand mindestens 2 *MΩ* sein muß. Aus der Praxis kommen nicht nur Klagen über schlechten Isolationszustand der Anlagen und schleichende Körperschlüsse, sondern sie betreffen auch Überschläge von Pol zu Pol. Die Erfahrungen zeigen aber, daß die weitaus meisten Erzeugnisse den geforderten Isolationswiderstand sehr wohl aufweisen, u. zw. auch nach 16stündigem Liegen in feuchter Luft. Bekanntlich muß man aber auch damit rechnen, daß die Isolation sich im Laufe der Zeit verschlechtert und daß durch Erwärmungen infolge schlechter Isolation allein auch Überschläge stattfinden können. Solche Fälle sind allgemein bekannt. Bei guten Isolierstoffen und vornehmlich bei solchen mit glatter Oberfläche bereitet es keine Schwierigkeiten, den Widerstandswert von 2 *MΩ* zu erhalten. Die Prüfung soll mit 500 V Gleichspannung vorgenommen werden.

Anschlüsse.

Alle Leitungsdrähte dürfen künftig nur durch Verschraubung an den Apparaten befestigt werden. Irgendwelche anderen, sogenannten gleichwertigen Mittel, wie z. B. Federdruck-Klemmen u. dgl., sind unzulässig. Die Anschlüsse von Erdungsleitungen müssen für den gleichen Querschnitt wie die Anschlußvorrichtungen für die Zuleitungen bemessen sein. Außen liegende Anschlußvorrichtungen für Erdung müssen für Leitungen von mindestens 4 mm² ausreichen. Erdungschrauben selbst müssen aus Messing bestehen, die Anschlußstellen müssen metallisch blank sein. Erwünscht ist es, und für einpolige Schalter 6 A 250 V sowie für zwei- und dreipolige Steckdosen 10 A 250 V ist es vorgeschrieben, daß für die Anschlüsse nur solche Schraubklemmen verwendet werden, bei denen die Leitungsenden ohne besondere Zurichtung eingeführt werden können, wobei sie ihre Lage beim Anziehen der Schrauben nicht verändern. Zweckmäßig ist es ferner, daß die Sockel so ausgebildet sind, daß die Anschlüsse der Leitungen erst ausgeführt werden, nachdem der Sockel auf der Wandfläche befestigt ist. Es ist damit zu rechnen, daß nach einigen Jahren dieser vorderseitige Anschluß zu einer Vorschrift erhoben wird. Erreicht wird hierdurch, daß die Montage einfacher und zweckmäßiger vorgenommen werden kann; auch ist die Kontrolle der Anschlußstellen im Gegensatz zu denjenigen Ausführungsarten von Installationsmaterialien leichter durchzuführen, bei denen die Leitungsenden erst durch den Sockel durchgeführt werden müssen, dann angeschlossen werden, wonach schließlich der Sockel auf der Wandfläche befestigt wird.

Isolierstoffe.

Alle nicht keramischen Isolierstoffpreßteile müssen ein Überwachungszeichen tragen, das gleichzeitig Herkunft und Klassenzugehörigkeit bzw. Type erkennen läßt. Für ganz kleine Teile wird dies nicht gefordert. Eine Zusammenstellung der der regelmäßigen Überwachung durch das Staatliche Materialprüfungsamt unterliegenden Isolierpreßmassen der Mitglieder der Technischen Vereinigung von Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe E. V. ist in der ETZ 1928, S. 1096, veröffentlicht. Dies Überwachungszeichen wurde bisher nur für nicht keramische gummifreie Isolierstoffe gefordert. Ferner müssen alle Isolierteile, die ein Gewinde für Lampensockel haben — also die Gewindehülsen der Fassungen — ein Ursprungzeichen tragen, das den Hersteller der Isolier-Gewindehülse zwecks jederzeitiger Nachprüfung durch den Hersteller der Fassungen erkennen läßt.

In bezug auf die einzelnen Apparategattungen sei auf folgende wichtigen Bestimmungen, die teilweise gegenüber

den bisher bestehenden Vorschriften eine Neuerung sind, hingewiesen.

Dosenschalter.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Dosenschalter, zu denen auch Druckknopf- und ähnliche Schalter zu rechnen sind, gibt nachstehende Tafel:

	250/380 V	500 (550) V	750 V
Ausschalter	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60
Umschalter	—	1	1
	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60

Die Mindeststromstärke für Ausschalter ist bei 250 und 380 V ab 1. Juli 1930 (Auslauftermin) 6 A. Bis dahin sind noch Ausschalter für 4 A auf Grund der bisherigen Vorschriften zulässig. Für Umschalter für 250 und 380 V sind bis zum 1. Juli 1932 als Auslauftermin noch 2 und 4 A zulässig, dann nur noch 6 A.

Angaben über Spannung und Strom sind auf den Schalterkappen unzulässig, da durch abnehmbare Kappen Verwechslungen zwischen Schaltern verschiedener Typen sowie verschiedener Stromstärken möglich sind. Diese Bezeichnungen müssen aber auf dem Hauptteil des Schalters so angebracht sein, daß sie am montierten Schalter nach Entfernen der Abdeckung leicht und deutlich zu erkennen sind. Zulässig und mit Rücksicht auf die Lagerhaltung erwünscht ist es, diese Angaben auch auf der Rückseite des Schaltersockels anzubringen.

Für die Anschlüsse wird bei einpoligen 6 A 250 V-Schaltern verlangt, daß Schraubklemmen verwendet werden müssen, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtung eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser Schalter so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 1,5 mm^2 angeschlossen werden können.

Die Bedienungsteile aller Schalter, wie Griffe, Knebel und Drücker, müssen aus Isolierstoff bestehen. Nur Steckschlüssel können aus Metall hergestellt sein, wenn ihre Handhabe mit einer haltbaren Isolierschicht umkleidet ist. Diese Ausnahme gegenüber der allgemeinen Forderung, daß die Bedienungsteile aus Isolierstoff bestehen müssen, mußte gemacht werden, da ein Isolierstoff für Steckschlüssel, der den mechanischen Beanspruchungen gewachsen ist, schwer zu finden ist.

Gefordert wird ferner, daß zwischen Übertragungsorganen (wie bei Stangenschaltern und Schnüren bei Zugschaltern) und dem Schalter ein mit dem Schalter fest verbundenes isolierendes Zwischenstück vorhanden sein muß.

Bei mehrpoligen Ausschaltern und bei allen Ausschaltern für Spannungen über 250 V muß die Schaltstellung erkennbar sein.

Da vielfach Schalter leider zum Aufhängen von Gegenständen, wie Mäntel usw., verwendet werden, so sollen die Schalter so gestaltet sein, daß ein Anhängen derartiger Gegenstände an den Griff erschwert ist.

Neuaufgenommen in die Vorschriften für Dosenschalter sind Prüfbestimmungen für die mechanische Festigkeit der Kappen. Bei der Montage, oft schon auch auf dem Transport, zerbrechen Kappen und werden vielfach, auch wenn sie nur einen Sprung aufweisen, trotzdem montiert. Anderseits müssen fertig montierte Schalter einen Schlag oder Stoß aushalten, ohne daß die Kappe zerspringt und spannungsführende Teile freigelegt werden.

Steckvorrichtungen.

Für die Steckvorrichtungen — Steckdose und Stecker — enthalten die neuen Vorschriften für Installationsmaterial verschiedene sehr wichtige Neuerungen gegenüber den bisher bestehenden Vorschriften.

So müssen künftig alle Steckdosen für mindestens 10 A gebaut sein. Bis zum 1. Juli 1930 als Auslaufstermin sind noch Steckdosen für 6 A zulässig.

Für Stecker wird ebenfalls als geringste Nennstromstärke 10 A vorgeschrieben. Mit Rücksicht auf die vorhandenen Steckdosen sind jedoch auch noch Stecker für 6 A zulässig.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Steckvorrichtungen gibt nachstehende Tafel:

Steckvorrichtungen (Steckdosen und Stecker*).

	250 V	380 V	500/550 V	750 V
zweipolig	10	—	10	10
	25	—	25	25
	60	—	60	60
dreipolig	10	10	10	10
	25	25	25	25
	60	60	60	60

* Stecker zur Verwendung in bereits installierten Steckdosen sind auch für 6 A zulässig.

In den Sitzungen der Kommission für Installationsmaterial wurde vielfach die Frage behandelt, ob und wann Wohnungsteckdosen mit Sicherungen zweckmäßig sind und ob die Polunverwechselbarkeit dieser Dosen berechtigt ist.

Sicherungen in Steckdosen werden durch die Verbandsvorschriften nicht vorgeschrieben, auch nicht in den sogenannten Wohnungsteckdosen, das sind solche in nackter, also nicht gekapselter Ausführung, wie sie vornehmlich in Wohnungen und leichteren Werkstätten usw. üblich sind. — Die Errichtungsvorschriften fordern nach § 14 d Sicherungen nur zum Schutze der Leitungen. — Nach § 14 e müssen Sicherungen hierbei an allen Stellen vorgesehen werden, bei denen sich die Leitung verjüngt, jedoch nicht, wenn die Sicherung für den stärkeren Querschnitt schwach genug bemessen ist, um den abgehenden schwächeren Querschnitt genügend zu schützen.

Dieser Fall trifft in der Regel auf die an Steckdosen angeschlossenen Leitungschnüre zu. Selbst die bisher allgemein verwendeten Schnüre von 0,5 mm^2 werden nach Ansicht der Kommission durch die 6 A-Stromkreissicherung genügend geschützt. — Diese Sicherung läßt nur Überlastungen zu, mit denen die 0,5 mm^2-Leitungschnur auf etwa 40 ° Übertemperatur während der Dauer von rund 30 min, also bis zum Abschmelzen der Sicherung und bei Belastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden, auf höchstens 26 ° dauernd erhitzt werden kann[1]. Bei Verwendung einer 10 A-Sicherung ergibt sich für dieselbe Leitung eine Erwärmung von 117 ° Übertemperatur bis zum Abschmelzen der Sicherung nach etwa 30 min und höchstens 72 ° bei Dauerbelastung. — Die möglichen Erwärmungen sind demnach auch bei Verwendung einer Stromkreissicherung von 10 A noch nicht bedenklich, wenn man auch solche Erwärmungen für fest verlegte Leitungen nicht zulassen kann. Man nimmt allgemein an, daß dauernd hohe Belastungen bei Schnüren nicht zu erwarten sind, und Schnurüberlastungen durch Erdschluß jedenfalls bei Tisch- und Handleuchtern nicht in Frage kommen.

Der jetzt als kleinster Querschnitt für ortsveränderliche Leitungen zugelassene Querschnitt von 0,75 mm^2 ergibt natürlich geringere Erwärmungen, so daß für die zukünftig in den Handel kommenden Apparate und Geräte Bedenken überhaupt nicht auftreten können.

Die möglichen Erwärmungen der Leitungschnüre von 0,5 ... 1,5 mm^2 bei Verwendung von Sicherungen der Nennstromstärken 6 ... 15 A ergibt die folgende Tafel.

Querschnitt	Sicherung	Übertemperatur in °C bis zum Abschmelzen der Sicherung	Übertemperatur in °C bei Höchstbelastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden
0,5	6	40	26
	10	117	72
0,75	6	25	15
	10	69	44
1,0	6	23	10
	10	36	23
1,5	6	11	8
	10	28	18

Die vorerwähnten Ergebnisse erübrigen demnach im allgemeinen eine besondere Sicherung in der Steckdose. Man wird aber gut tun, die Stromkreissicherung nur so stark als nötig zu bemessen.

Unter Umständen kann eine Sicherung in der Dose aber doch erwünscht sein, u. zw. vornehmlich in Räumen mit vielen Steckdosen für viele Tischleuchter. Hier kann es störend wirken, wenn durch das Abschmelzen der Stromkreissicherung sämtliche Lampen erlöschen; insbesondere bei Fehlen der Allgemeinbeleuchtung, beispielsweise im Orchester. Dagegen hält man in Wohnungen die Sicherung in der Steckdose in der Regel für überflüssig und unpraktisch. Bei Kurzschluß und Überlastung bereitet hier zweifellos das Abschmelzen der Stromkreis-

[1] Siehe Mitt. V. El. W. Bd. 25, S. 431.

sicherung keine längere Störung, da diese Sicherung schneller und bequemer zu ersetzen ist als die Sicherung in der Steckdose.

Die K. P. I. fordern übrigens für Steckdosen erhöhten Berührungsschutz beim Auswechseln der Schmelzeinsätze. — Von außen bedienbare Sicherungschraubstöpsel erfüllen diese Forderung, dgl. auch unter Umständen auf der Rückseite des Deckels angeordnete Schmelzeinsätze, die erst nach Aufsetzen des Deckels mit den Leitungsanschlußklemmen in Kontakt treten. — Bei solchen Steckdosen müssen jedoch die Stromschlußorgane und Anschlußklemmen so verdeckt angeordnet sein, daß sie nach Abnahme des Deckels nicht zufällig von Hand berührt werden können. — Berührungschutz ist dagegen bei den alten Steckdosen mit Lamellen unmittelbar auf dem Sockel nicht vorhanden, aber auch die Verwendung von Glaspatronen bietet hier allein noch nicht den geforderten Berührungschutz.

Die Schmelzeinsätze müssen gemäß den K. P. I. auch für Wohnungsteckdosen kurzschlußsicher sein, jedoch gilt hierfür die Prüfspannung 275 V als genügend. — Die Forderung auf Kurzschlußsicherheit ist u. a. auch deswegen berechtigt, weil nicht kurzschlußsichere Schmelzeinsätze bei Kurzschluß die Stromkreissicherung in Mitleidenschaft ziehen können. (500 V wird für Sicherungen in Wohnungsteckdosen nicht verlangt, dagegen nach wie vor für alle anderen Steckdosen.)

Das gleichzeitige Durchschmelzen der Stromkreissicherung kann übrigens auch eintreten, wenn weitere, mit derselben Sicherung geschützte andere Stromkreise stark belastet sind. Das Mitabschmelzen der Stromkreissicherung steht natürlich in vollkommenem Gegensatz zu der mit der Steckdosensicherung verfolgten Absicht, nämlich die Stromkreissicherung zu schonen.

Um mit Sicherheit das Abschmelzen der Stromkreissicherung zu verhüten, sollte man im übrigen stets als Steckdosensicherung diejenige der nächst kleineren Nennstromstärke verwenden, also z. B. hinter einer 6 A-Stromkreissicherung eine 4 A-Steckdosensicherung.

In zweipoligen Steckdosen lassen die K. P. I. übrigens einpoliges Sichern zu, da diese Einschränkung nach allen Überlegungen ausreichende Sicherheit bietet, u. zw. auch in solchen Anlagen, die bis zu den Verteilungsleitungen zweipoliges Sichern vorsehen.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungsteckdosen wird von den Verbandsvorschriften nicht gefordert. — Die K. P. I. haben deswegen auch die früher hierfür bestehenden Normen gänzlich aufgehoben. Für Fälle, in denen Polunverwechselbarkeit unbedingt notwendig ist, sind besondere Ausführungsformen von Steckvorrichtungen zu verwenden.

Die Normen für die neuen 10 A-Wohnungsteckdosen laufen, was besonders betont wird, den noch immer in vielen Orten bestehenden Vorschriften in bezug auf Polunverwechselbarkeit geradezu entgegen, da ihre Kontakthülsen so weit federnd sind, daß sie sowohl den Steckerstift mit 4 mm als auch denjenigen mit 5 mm Durchmesser einzuführen gestatten.

Die Forderung nach Polunverwechselbarkeit der Wohnungsteckdosen und Stecker gilt verbandsmäßig als überholt, da sie allein für Hand- und Tischleuchter berechtigt war, für die bisher die Forderung galt, die Phasenleitung an den weniger zugänglichen Mittelkontakt der Glühlampenschraubfassung zu legen. Eine Forderung, die durch Einführung der Glühlampenschraubfassung mit Berührungschutz aufgehoben werden konnte. — Nullung mit Hilfe der zweipoligen Wohnungsteckdose ist gänzlich unzulässig, da gefährlich.

Diejenigen Elektrizitätswerke, die bisher polunverwechselbare Steckvorrichtungen vorgeschrieben hatten, diese Vorschrift aber nunmehr aufgeben möchten, werden ihren Abnehmern, deren Tisch- und Handleuchter und in notwendiger Folge auch alle Hausgeräte noch mit polunverwechselbaren Steckern versehen sind, einen sehr großen Dienst erweisen, wenn sie in Zukunft nur noch die neuen 10 A-Steckdosen vorschreiben, die übrigens nach Maßgabe der K. P. I. ab 1930 allgemein gefordert werden, da als kleinste Nennstromstärke für Steckdosen von diesem Zeitpunkt an 10 A vorgeschrieben, also 6 A verboten wird.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungsteckdosen wird auch bei einpolig sichernden Dosen nicht verlangt, da man annehmen kann, daß Kurzschluß in den weitaus meisten Fällen nur zwischen den beiden Leitungen stattfinden wird, dagegen sehr selten Erdschluß mit einer Phase.

Allgemein vertritt übrigens die Kommission für Installationsmaterial die Ansicht, daß mit zunehmender Anwendung von Hausgeräten die solide Ausführung der Wohnungsteckvorrichtungen an Bedeutung gewinnt und daß man bei Installationen auf genügende Zahl der Steckvorrichtungen viel mehr als bisher bedacht sein müßte, und daß es recht zweckmäßig ist, die Steckdosen womöglich an einen besonderen Stromkreis zu legen.

Mit Rücksicht auf den Berührungschutz beim Einstecken des Steckers in die Dose ist es nötig, daß gewisse Maße der Dosen eingehalten werden müssen. Zahlenangaben für diese Maße sehen die neuen Vorschriften nicht vor, dagegen muß die Forderung erfüllt sein, daß einpoliges Einführen von Steckern in die Steckdose unmöglich ist.

Wird nämlich diese Forderung erfüllt, so ist den berechtigten Wünschen in bezug auf den Berührungschutz Genüge getan. Es ist dabei ganz gleichgültig, wie groß der Außendurchmesser der Steckdose wird. Die Verhinderung einpoligen Steckens gilt sowohl für die zweipolige wie für die dreipolige Steckvorrichtung.

Die Kappe der Dose selbst muß vollständig aus Isolierstoff hergestellt sein, es sei denn, daß sie für Erdung eingerichtet oder in anderer Weise (Nullung, Schutzschaltung) gegen die Annahme gefährlicher Spannungen geschützt ist. Deshalb sind also nur mit Isolierstoff ausgekleidete Metallkappen ohne derartige weitere Einrichtungen unzulässig.

Sind in der Steckvorrichtung irgendwelche Erdungsorgane vorhanden, so muß die Erdverbindung der Stecker hergestellt sein, bevor sich die Polkontakte berühren. Auf Grund verschiedener Unfälle, die sich in letzter Zeit mit derartigen Konstruktionen zugetragen haben, wird neuerdings gefordert, daß diese Erdverbindungen über Schleifkontakte hergestellt werden müssen.

Für den Anschluß der Leitungen an Steckdosen ist, wie allgemein gefordert, die Verwendung von Schraubklemmen vorgeschrieben, u. zw. bei Steckdosen für 10 A 250 V solche, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtungen eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser zwei- und dreipoligen 10 A-Dosen so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 2,5 mm² angeschlossen werden können.

Eine wesentliche Änderung gegenüber den bisher vorhandenen Steckvorrichtungen bilden die 10 A-Dosen in bezug auf die Kontaktbildung. Die Stifte der 10 A-Stecker sind starr (5 mm) und ungeschlitzt, dagegen müssen die Hülsen in der Dose federnd ausgebildet sein und von 3,5 mm auf 5,5 mm federn. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß einmal die normalen 10 A-Stecker einen sicheren Kontakt in der Steckdose haben; anderseits werden auch die alten, bisher allgemein gebräuchlichen 6 A-Stecker mit federnden 4 mm-Stiften ebenfalls in den 10 A-Dosen Kontakt geben. Hervorzuheben ist, daß die bisherigen Maßangaben für die zweipolige 6 A-Steckdose außer Kraft gesetzt sind.

Neu ist es, daß für Stromstärken bis 10 A ungesicherte Muttern auf den Steckerstiften zur Befestigung der Abdeckungen der Steckerkörper, wie sie bisher bei vielen Konstruktionen vorhanden waren, mit dem Auslauftermin 31. Dezember 1930 unzulässig sind. Über 10 A wird diese Forderung für alle Stecker ab 1. Juli 1932 gestellt. Bunde und Muttern, die durch die Konstruktion bedingt sind, müssen so angeordnet sein, daß die Vorschriften über Kriechstrecken und kürzeste Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität sowie kürzeste Luftstrecke zwischen spannungführenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand eingehalten werden, u. zw. auch bei eingesetztem Stecker.

Die gefährlichste und am meisten zu Störungen Anlaß gebende Stelle des Steckers ist die Eintrittsöffnung der Zuleitung in den Steckerkörper und die Zugentlastungsvorrichtung. Dieser Zugentlastungsvorrichtung wurde bisher von den Herstellern vielfach wenig Beachtung geschenkt. Anderseits wurde aber die Zugentlastung bei der Montage mit den etwa am Stecker vorhandenen Vorrichtungen vielfach nicht ausgeführt, so daß die Adern der Zuleitung am fertig montierten Stecker nicht von Zug entlastet werden. Um in dieser Frage möglichst bald eine Besserung herbeizuführen, wird bereits mit Auslauftermin 1. Juli 1929 allgemein verlangt, daß die Ausführungsart der Zugentlastung leicht verständlich sein muß. Verboten ist das Verknoten der Leitungen unter sich und das Festbinden der Leitungen mit Bindfäden und Schnüren. Die Anbringung von Wülsten in der Leitung ist gestattet. Es soll ferner angestrebt werden, daß die Zugentlastung möglichst ohne verlierbare Teile ausgeführt werden kann, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß vom Fabrikanten vorgesehene Ringe,

den bisher bestehenden Vorschriften eine Neuerung sind, hingewiesen.

Dosenschalter.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Dosenschalter, zu denen auch Druckknopf- und ähnliche Schalter zu rechnen sind, gibt nachstehende Tafel:

	250/380 V	500 (550) V	750 V
Ausschalter	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60
Umschalter	—	1	1
	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60

Die Mindeststromstärke für Ausschalter ist bei 250 und 380 V ab 1. Juli 1930 (Auslauftermin) 6 A. Bis dahin sind noch Ausschalter für 4 A auf Grund der bisherigen Vorschriften zulässig. Für Umschalter für 250 und 380 V sind bis zum 1. Juli 1932 als Auslauftermin noch 2 und 4 A zulässig, dann nur noch 6 A.

Angaben über Spannung und Strom sind auf den Schalterkappen unzulässig, da durch abnehmbare Kappen Verwechslungen zwischen Schaltern verschiedener Typen sowie verschiedener Stromstärken möglich sind. Diese Bezeichnungen müssen aber auf dem Hauptteil des Schalters so angebracht sein, daß sie am montierten Schalter nach Entfernen der Abdeckung leicht und deutlich zu erkennen sind. Zulässig und mit Rücksicht auf die Lagerhaltung erwünscht ist es, diese Angaben auch auf der Rückseite des Schaltersockels anzubringen.

Für die Anschlüsse wird bei einpoligen 6 A 250 V-Schaltern verlangt, daß Schraubklemmen verwendet werden müssen, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtung eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser Schalter so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 1,5 mm² angeschlossen werden können.

Die Bedienungsteile aller Schalter, wie Griffe, Knebel und Drücker, müssen aus Isolierstoff bestehen. Nur Steckschlüssel können aus Metall hergestellt sein, wenn ihre Handhabe mit einer haltbaren Isolierschicht umkleidet ist. Diese Ausnahme gegenüber der allgemeinen Forderung, daß die Bedienungsteile aus Isolierstoff bestehen müssen, mußte gemacht werden, da ein Isolierstoff für Steckschlüssel, der den mechanischen Beanspruchungen gewachsen ist, schwer zu finden ist.

Gefordert wird ferner, daß zwischen Übertragungsorganen (wie bei Stangenschaltern und Schnüren bei Zugschaltern) und dem Schalter ein mit dem Schalter fest verbundenes isolierendes Zwischenstück vorhanden sein muß.

Bei mehrpoligen Ausschaltern und bei allen Ausschaltern für Spannungen über 250 V muß die Schaltstellung erkennbar sein.

Da vielfach Schalter leider zum Aufhängen von Gegenständen, wie Mäntel usw., verwendet werden, so sollen die Schalter so gestaltet sein, daß ein Anhängen derartiger Gegenstände an den Griff erschwert ist.

Neuaufgenommen in die Vorschriften für Dosenschalter sind Prüfbestimmungen für die mechanische Festigkeit der Kappen. Bei der Montage, oft schon auch auf dem Transport, zerbrechen Kappen und werden vielfach, auch wenn sie nur einen Sprung aufweisen, trotzdem montiert. Anderseits müssen fertig montierte Schalter einen Schlag oder Stoß aushalten, ohne daß die Kappe zerspringt und spannungsführende Teile freigelegt werden.

Steckvorrichtungen.

Für die Steckvorrichtungen — Steckdose und Stecker — enthalten die neuen Vorschriften für Installationsmaterial verschiedene sehr wichtige Neuerungen gegenüber den bisher bestehenden Vorschriften.

So müssen künftig alle Steckdosen für mindestens 10 A gebaut sein. Bis zum 1. Juli 1930 als Auslaufstermin sind noch Steckdosen für 6 A zulässig.

Für Stecker wird ebenfalls als geringste Nennstromstärke 10 A vorgeschrieben. Mit Rücksicht auf die vorhandenen Steckdosen sind jedoch auch noch Stecker für 6 A zulässig.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Steckvorrichtungen gibt nachstehende Tafel:

Steckvorrichtungen (Steckdosen und Stecker*).

	250 V	380 V	500/550 V	750 V
zweipolig . . .	10	—	10	10
	25	—	25	25
	60	—	60	60
dreipolig . . .	10	10	10	10
	25	25	25	25
	60	60	60	60

* Stecker zur Verwendung in bereits installierten Steckdosen sind auch für 6 A zulässig.

In den Sitzungen der Kommission für Installationsmaterial wurde vielfach die Frage behandelt, ob und wann Wohnungsteckdosen mit Sicherungen zweckmäßig sind und ob die Polunverwechselbarkeit dieser Dosen berechtigt ist.

Sicherungen in Steckdosen werden durch die Verbandsvorschriften nicht vorgeschrieben, auch nicht in den sogenannten Wohnungsteckdosen, das sind solche in nackter, also nicht gekapselter Ausführung, wie sie vornehmlich in Wohnungen und leichteren Werkstätten usw. üblich sind. — Die Errichtungsvorschriften fordern nach § 14 d Sicherungen nur zum Schutze der Leitungen. — Nach § 14 e müssen Sicherungen hierbei an allen Stellen vorgesehen werden, bei denen sich die Leitung verjüngt, jedoch nicht, wenn die Sicherung für den stärkeren Querschnitt schwach genug bemessen ist, um den abgehenden schwächeren Querschnitt genügend zu schützen.

Dieser Fall trifft in der Regel auf die an Steckdosen angeschlossenen Leitungschnüre zu. Selbst die bisher allgemein verwendeten Schnüre von 0,5 mm² werden nach Ansicht der Kommission durch die 6 A-Stromkreissicherung genügend geschützt. — Diese Sicherung läßt nur Überlastungen zu, mit denen die 0,5 mm²-Leitungschnur auf etwa 40° Übertemperatur während der Dauer von rund 30 min, also bis zum Abschmelzen der Sicherung und bei Belastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden, auf höchstens 26° dauernd erhitzt werden kann[1]. Bei Verwendung einer 10 A-Sicherung ergibt sich für dieselbe Leitung eine Erwärmung von 117° Übertemperatur bis zum Abschmelzen der Sicherung nach etwa 30 min und höchstens 72° bei Dauerbelastung. — Die möglichen Erwärmungen sind demnach auch bei Verwendung einer Stromkreissicherung von 10 A noch nicht bedenklich, wenn man auch solche Erwärmungen für fest verlegte Leitungen nicht zulassen kann. Man nimmt allgemein an, daß dauernd hohe Belastungen bei Schnüren nicht zu erwarten sind, und Schnurüberlastungen durch Erdschluß jedenfalls bei Tisch- und Handleuchtern nicht in Frage kommen.

Der jetzt als kleinster Querschnitt für ortsveränderliche Leitungen zugelassene Querschnitt von 0,75 mm² ergibt natürlich geringere Erwärmungen, so daß für die zukünftig in den Handel kommenden Apparate und Geräte Bedenken überhaupt nicht auftreten können.

Die möglichen Erwärmungen der Leitungschnüre von 0,5 ... 1,5 mm² bei Verwendung von Sicherungen der Nennstromstärken 6 ... 15 A ergibt die folgende Tafel.

Querschnitt	Sicherung	Übertemperatur in °C bis zum Abschmelzen der Sicherung	Übertemperatur in °C bei Höchstbelastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden
0,5	6	40	26
	10	117	72
0,75	6	25	15
	10	69	44
1,0	6	23	10
	10	36	23
1,5	6	11	8
	10	28	18

Die vorerwähnten Ergebnisse erübrigen demnach im allgemeinen eine besondere Sicherung in der Steckdose. Man wird aber gut tun, die Stromkreissicherung nur so stark als nötig zu bemessen.

Unter Umständen kann eine Sicherung in der Dose aber doch erwünscht sein, u. zw. vornehmlich in Räumen mit vielen Steckdosen für viele Tischleuchter. Hier kann es störend wirken, wenn durch das Abschmelzen der Stromkreissicherung sämtliche Lampen erlöschen; insbesondere bei Fehlen der Allgemeinbeleuchtung, beispielsweise im Orchester. Dagegen hält man in Wohnungen die Sicherung in der Steckdose in der Regel für überflüssig und unpraktisch. Bei Kurzschluß und Überlastung bereitet hier zweifellos das Abschmelzen der Stromkreis-

[1] Siehe Mitt. V. El. W. Bd. 25, S. 431.



sicherung keine längere Störung, da diese Sicherung schneller und bequemer zu ersetzen ist als die Sicherung in der Steckdose.

Die K. P. I. fordern übrigens für Steckdosen erhöhten Berührungsschutz beim Auswechseln der Schmelzeinsätze. — Von außen bedienbare Sicherungsschraubstöpsel erfüllen diese Forderung, dgl. auch unter Umständen auf der Rückseite des Deckels angeordnete Schmelzeinsätze, die erst nach Aufsetzen des Deckels mit den Leitungsanschlußklemmen in Kontakt treten. — Bei solchen Steckdosen müssen jedoch die Stromschlußorgane und Anschlußklemmen so verdeckt angeordnet sein, daß sie nach Abnahme des Deckels nicht zufällig von Hand berührt werden können. — Berührungsschutz ist dagegen bei den alten Steckdosen mit Lamellen unmittelbar auf dem Sokkel nicht vorhanden, aber auch die Verwendung von Glaspatronen bietet hier allein noch nicht den geforderten Berührungsschutz.

Die Schmelzeinsätze müssen gemäß den K. P. I. auch für Wohnungsteckdosen kurzschlußsicher sein, jedoch gilt hierfür die Prüfspannung 275 V als genügend. — Die Forderung auf Kurzschlußsicherheit ist u. a. auch deswegen berechtigt, weil nicht kurzschlußsichere Schmelzeinsätze bei Kurzschluß die Stromkreissicherung in Mitleidenschaft ziehen können. (500 V wird für Sicherungen in Wohnungsteckdosen nicht verlangt, dagegen nach wie vor für alle anderen Steckdosen.)

Das gleichzeitige Durchschmelzen der Stromkreissicherung kann übrigens auch eintreten, wenn weitere, mit derselben Sicherung geschützte andere Stromkreise stark belastet sind. Das Mitabschmelzen der Stromkreissicherung steht natürlich in vollkommenem Gegensatz zu der mit der Steckdosensicherung verfolgten Absicht, nämlich die Stromkreissicherung zu schonen.

Um mit Sicherheit das Abschmelzen der Stromkreissicherung zu verhüten, sollte man im übrigen stets als Steckdosensicherung diejenige der nächst kleineren Nennstromstärke verwenden, also z. B. hinter einer 6 A-Stromkreissicherung eine 4 A-Steckdosensicherung.

In zweipoligen Steckdosen lassen die K. P. I. übrigens einpoliges Sichern zu, da diese Einschränkung nach allen Überlegungen ausreichende Sicherheit bietet, u. zw. auch in solchen Anlagen, die bis zu den Verteilungsleitungen zweipoliges Sichern vorsehen.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungsteckdosen wird von den Verbandsvorschriften nicht gefordert. — Die K. P. I. haben deswegen auch die früher hierfür bestehenden Normen gänzlich aufgehoben. Für Fälle, in denen Polunverwechselbarkeit unbedingt notwendig ist, sind besondere Ausführungsformen von Steckvorrichtungen zu verwenden.

Die Normen für die neuen 10 A-Wohnungsteckdosen laufen, was besonders betont wird, den noch immer in vielen Orten bestehenden Vorschriften in bezug auf Polunverwechselbarkeit geradezu entgegen, da ihre Kontakthülsen so weit federnd sind, daß sie sowohl den Steckerstift mit 4 mm als auch denjenigen mit 5 mm Durchmesser einzuführen gestatten.

Die Forderung nach Polunverwechselbarkeit der Wohnungsteckdosen und Stecker gilt verbandsmäßig als überholt, da sie allein für Hand- und Tischleuchter berechtigt war, für die bisher die Forderung galt, die Phasenleitung an den weniger zugänglichen Mittelkontakt der Glühlampenschraubfassung zu legen. Eine Forderung, die durch Einführung der Glühlampenschraubfassung mit Berührungschutz aufgehoben werden konnte. — Nullung mit Hilfe der zweipoligen Wohnungsteckdose ist gänzlich unzulässig, da gefährlich.

Diejenigen Elektrizitätswerke, die bisher polunverwechselbare Steckvorrichtungen vorgeschrieben hatten, diese Vorschrift aber nunmehr aufgeben möchten, werden ihren Abnehmern, deren Tisch- und Handleuchter und in notwendiger Folge auch alle Hausgeräte noch mit polunverwechselbaren Steckern versehen sind, einen sehr großen Dienst erweisen, wenn sie in Zukunft nur noch die neuen 10 A-Steckdosen vorschreiben, die übrigens nach Maßgabe der K. P. I. ab 1930 allgemein gefordert werden, da als kleinste Nennstromstärke für Steckdosen von diesem Zeitpunkt an 10 A vorgeschrieben, also 6 A verboten wird.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungsteckdosen wird auch bei einpolig sichernden Dosen nicht verlangt, da man annehmen kann, daß Kurzschluß in den weitaus meisten Fällen nur zwischen den beiden Leitungen stattfinden wird, dagegen sehr selten Erdschluß mit einer Phase.

Allgemein vertritt übrigens die Kommission für Installationsmaterial die Ansicht, daß mit zunehmender Anwendung von Hausgeräten die solide Ausführung der Wohnungsteckvorrichtungen an Bedeutung gewinnt und daß man bei Installationen auf genügende Zahl der Steckvorrichtungen viel mehr als bisher bedacht sein müßte, und daß es recht zweckmäßig ist, die Steckdosen womöglich an einen besonderen Stromkreis zu legen.

Mit Rücksicht auf den Berührungschutz beim Einstecken des Steckers in die Dose ist es nötig, daß gewisse Maße der Dosen eingehalten werden müssen. Zahlenangaben für diese Maße sehen die neuen Vorschriften nicht vor, dagegen muß die Forderung erfüllt sein, daß einpoliges Einführen von Steckern in die Steckdose unmöglich ist.

Wird nämlich diese Forderung erfüllt, so ist den berechtigten Wünschen in bezug auf den Berührungschutz Genüge getan. Es ist dabei ganz gleichgültig, wie groß der Außendurchmesser der Steckdose wird. Die Verhinderung einpoligen Steckens gilt sowohl für die zweipolige wie für die dreipolige Steckvorrichtung.

Die Kappe der Dose selbst muß vollständig aus Isolierstoff hergestellt sein, es sei denn, daß sie für Erdung eingerichtet oder in anderer Weise (Nullung, Schutzschaltung) gegen die Annahme gefährlicher Spannungen geschützt ist. Deshalb sind also nur mit Isolierstoff ausgekleidete Metallkappen ohne derartige weitere Einrichtungen unzulässig.

Sind in der Steckvorrichtung irgendwelche Erdungsorgane vorhanden, so muß die Erdverbindung der Stecker hergestellt sein, bevor sich die Polkontakte berühren. Auf Grund verschiedener Unfälle, die sich in letzter Zeit mit derartigen Konstruktionen zugetragen haben, wird neuerdings gefordert, daß diese Erdverbindungen über Schleifkontakte hergestellt werden müssen.

Für den Anschluß der Leitungen an Steckdosen ist, wie allgemein gefordert, die Verwendung von Schraubklemmen vorgeschrieben, u. zw. bei Steckdosen für 10 A 250 V solche, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtungen eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser zwei- und dreipoligen 10 A-Dosen so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 2,5 mm² angeschlossen werden können.

Eine wesentliche Änderung gegenüber den bisher vorhandenen Steckvorrichtungen bilden die 10 A-Dosen in bezug auf die Kontaktbildung. Die Stifte der 10 A-Stecker sind starr (5 mm) und ungeschlitzt, dagegen müssen die Hülsen in der Dose federnd ausgebildet sein und von 3,5 mm auf 5,5 mm federn. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß einmal die normalen 10 A-Stecker einen sicheren Kontakt in der Steckdose haben; anderseits werden auch die alten, bisher allgemein gebräuchlichen 6 A-Stecker mit federnden 4 mm-Stiften ebenfalls in den 10 A-Dosen Kontakt geben. Hervorzuheben ist, daß die bisherigen Maßangaben für die zweipolige 6 A-Steckdose außer Kraft gesetzt sind.

Neu ist es, daß für Stromstärken bis 10 A ungesicherte Muttern auf den Steckerstiften zur Befestigung der Abdeckungen der Steckerkörper, wie sie bisher bei vielen Konstruktionen vorhanden waren, mit dem Auslauftermin 31. Dezember 1930 unzulässig sind. Über 10 A wird diese Forderung für alle Stecker ab 1. Juli 1932 gestellt. Bunde und Muttern, die durch die Konstruktion bedingt sind, müssen so angeordnet sein, daß die Vorschriften über Kriechstrecken und kürzeste Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität sowie kürzeste Luftstrecke zwischen spannungführenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand eingehalten werden, u. zw. auch bei eingesetztem Stecker.

Die gefährlichste und am meisten zu Störungen Anlaß gebende Stelle des Steckers ist die Eintrittsöffnung der Zuleitung in den Steckerkörper und die Zugentlastungsvorrichtung. Dieser Zugentlastungsvorrichtung wurde bisher von den Herstellern vielfach wenig Beachtung geschenkt. Anderseits wurde aber die Zugentlastung bei der Montage mit den etwa am Stecker vorhandenen Vorrichtungen vielfach nicht ausgeführt, so daß die Adern der Zuleitung am fertig montierten Stecker nicht von Zug entlastet werden. Um in dieser Frage möglichst bald eine Besserung herbeizuführen, wird bereits mit Auslauftermin 1. Juli 1929 allgemein verlangt, daß die Ausführungsart der Zugentlastung leicht verständlich sein muß. Verboten ist das Verknoten der Leitungen unter sich und das Festbinden der Leitungen mit Bindfäden und Schnüren. Die Anbringung von Wülsten in der Leitung ist gestattet. Es soll ferner angestrebt werden, daß die Zugentlastung möglichst ohne verlierbare Teile ausgeführt werden kann, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß vom Fabrikanten vorgesehene Ringe,



den bisher bestehenden Vorschriften eine Neuerung sind, hingewiesen.

Dosenschalter.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Dosenschalter, zu denen auch Druckknopf- und ähnliche Schalter zu rechnen sind, gibt nachstehende Tafel:

	250/380 V	500 (550) V	750 V
Ausschalter	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60
Umschalter	—	1	1
	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60

Die Mindeststromstärke für Ausschalter ist bei 250 und 380 V ab 1. Juli 1930 (Auslauftermin) 6 A. Bis dahin sind noch Ausschalter für 4 A auf Grund der bisherigen Vorschriften zulässig. Für Umschalter für 250 und 380 V sind bis zum 1. Juli 1932 als Auslauftermin noch 2 und 4 A zulässig, dann nur noch 6 A.

Angaben über Spannung und Strom sind auf den Schalterkappen unzulässig, da durch abnehmbare Kappen Verwechslungen zwischen Schaltern verschiedener Typen sowie verschiedener Stromstärken möglich sind. Diese Bezeichnungen müssen aber auf dem Hauptteil des Schalters so angebracht sein, daß sie am montierten Schalter nach Entfernen der Abdeckung leicht und deutlich zu erkennen sind. Zulässig und mit Rücksicht auf die Lagerhaltung erwünscht ist es, diese Angaben auch auf der Rückseite des Schaltersockels anzubringen.

Für die Anschlüsse wird bei einpoligen 6 A 250 V-Schaltern verlangt, daß Schraubklemmen verwendet werden müssen, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtung eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser Schalter so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 1,5 mm² angeschlossen werden können.

Die Bedienungsteile aller Schalter, wie Griffe, Knebel und Drücker, müssen aus Isolierstoff bestehen. Nur Steckschlüssel können aus Metall hergestellt sein, wenn ihre Handhabe mit einer haltbaren Isolierschicht umkleidet ist. Diese Ausnahme gegenüber der allgemeinen Forderung, daß die Bedienungsteile aus Isolierstoff bestehen müssen, mußte gemacht werden, da ein Isolierstoff für Steckschlüssel, der den mechanischen Beanspruchungen gewachsen ist, schwer zu finden ist.

Gefordert wird ferner, daß zwischen Übertragungsorganen (wie bei Stangenschaltern und Schnüren bei Zugschaltern) und dem Schalter ein mit dem Schalter fest verbundenes isolierendes Zwischenstück vorhanden sein muß.

Bei mehrpoligen Ausschaltern und bei allen Ausschaltern für Spannungen über 250 V muß die Schaltstellung erkennbar sein.

Da vielfach Schalter leider zum Aufhängen von Gegenständen, wie Mäntel usw., verwendet werden, so sollen die Schalter so gestaltet sein, daß ein Anhängen derartiger Gegenstände an den Griff erschwert ist.

Neuaufgenommen in die Vorschriften für Dosenschalter sind Prüfbestimmungen für die mechanische Festigkeit der Kappen. Bei der Montage, oft schon auch auf dem Transport, zerbrechen Kappen und werden vielfach, auch wenn sie nur einen Sprung aufweisen, trotzdem montiert. Anderseits müssen fertig montierte Schalter einen Schlag oder Stoß aushalten, ohne daß die Kappe zerspringt und spannungsführende Teile freigelegt werden.

Steckvorrichtungen.

Für die Steckvorrichtungen — Steckdose und Stecker — enthalten die neuen Vorschriften für Installationsmaterial verschiedene sehr wichtige Neuerungen gegenüber den bisher bestehenden Vorschriften.

So müssen künftig alle Steckdosen für mindestens 10 A gebaut sein. Bis zum 1. Juli 1930 als Auslaufstermin sind noch Steckdosen für 6 A zulässig.

Für Stecker wird ebenfalls als geringste Nennstromstärke 10 A vorgeschrieben. Mit Rücksicht auf die vorhandenen Steckdosen sind jedoch auch noch Stecker für 6 A zulässig.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Steckvorrichtungen gibt nachstehende Tafel:

Steckvorrichtungen (Steckdosen und Stecker*).

	250 V	380 V	500/550 V	750 V
zweipolig	10	—	10	10
	25	—	25	25
	60	—	60	60
dreipolig	10	10	10	10
	25	25	25	25
	60	60	60	60

* Stecker zur Verwendung in bereits installierten Steckdosen sind auch für 6 A zulässig.

In den Sitzungen der Kommission für Installationsmaterial wurde vielfach die Frage behandelt, ob und wann Wohnungsteckdosen mit Sicherungen zweckmäßig sind und ob die Polunverwechselbarkeit dieser Dosen berechtigt ist.

Sicherungen in Steckdosen werden durch die Verbandsvorschriften nicht vorgeschrieben, auch nicht in den sogenannten Wohnungsteckdosen, das sind solche in nackter, also nicht gekapselter Ausführung, wie sie vornehmlich in Wohnungen und leichteren Werkstätten usw. üblich sind. — Die Errichtungsvorschriften fordern nach § 14 d Sicherungen nur zum Schutze der Leitungen. — Nach § 14 e müssen Sicherungen hierbei an allen Stellen vorgesehen werden, bei denen sich die Leitung verjüngt, jedoch nicht, wenn die Sicherung für den stärkeren Querschnitt schwach genug bemessen ist, um den abgehenden schwächeren Querschnitt genügend zu schützen.

Dieser Fall trifft in der Regel auf die an Steckdosen angeschlossenen Leitungsschnüre zu. Selbst die bisher allgemein verwendeten Schnüre von 0,5 mm² werden nach Ansicht der Kommission durch die 6 A-Stromkreissicherung genügend geschützt. — Diese Sicherung läßt nur Überlastungen zu, mit denen die 0,5 mm²-Leitungsschnur auf etwa 40 ° Übertemperatur während der Dauer von rund 30 min, also bis zum Abschmelzen der Sicherung und bei Belastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden, auf höchstens 26 ° dauernd erhitzt werden kann[1]. Bei Verwendung einer 10 A-Sicherung ergibt sich für dieselbe Leitung eine Erwärmung von 117 ° Übertemperatur bis zum Abschmelzen der Sicherung nach etwa 30 min und höchstens 72 ° bei Dauerbelastung. — Die möglichen Erwärmungen sind demnach auch bei Verwendung einer Stromkreissicherung von 10 A noch nicht bedenklich, wenn man auch solche Erwärmungen für fest verlegte Leitungen nicht zulassen kann. Man nimmt allgemein an, daß dauernd hohe Belastungen bei Schnüren nicht zu erwarten sind, und Schnurüberlastungen durch Erdschluß jedenfalls bei Tisch- und Handleuchtern nicht in Frage kommen.

Der jetzt als kleinster Querschnitt für ortsveränderliche Leitungen zugelassene Querschnitt von 0,75 mm² ergibt natürlich g e r i n g e r e Erwärmungen, so daß für die zukünftig in den Handel kommenden Apparate und Geräte Bedenken überhaupt nicht auftreten können.

Die möglichen Erwärmungen der Leitungschnüre von 0,5 ... 1,5 mm² bei Verwendung von Sicherungen der Nennstromstärken 6 ... 15 A ergibt die folgende Tafel.

Querschnitt	Sicherung	Übertemperatur in °C bis zum Abschmelzen der Sicherung	Übertemperatur in °C bei Höchstbelastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden
0,5	6	40	26
	10	117	72
0,75	6	25	15
	10	69	44
1,0	6	23	10
	10	36	24
1,5	6	11	8
	10	28	18

Die vorerwähnten Ergebnisse erübrigen demnach im allgemeinen eine besondere Sicherung in der Steckdose. Man wird aber gut tun, die Stromkreissicherung nur so stark als nötig zu bemessen.

Unter Umständen kann eine Sicherung in der Dose aber doch e r w ü n s c h t sein, u. zw. vornehmlich in Räumen mit vielen Steckdosen für viele Tischleuchter. Hier kann es störend wirken, wenn durch das Abschmelzen der Stromkreissicherung sämtliche Lampen erlöschen; insbesondere bei Fehlen der Allgemeinbeleuchtung, beispielsweise im Orchester. Dagegen hält man in Wohnungen die Sicherung in der Steckdose in der Regel für überflüssig und unpraktisch. Bei Kurzschluß und Überlastung bereitet hier zweifellos das Abschmelzen der Stromkreis-

[1] Siehe Mitt. V. El. W. Bd. 25, S. 434.



sicherung keine längere Störung, da diese Sicherung schneller und bequemer zu ersetzen ist als die Sicherung in der Steckdose.

Die K. P. I. fordern übrigens für Steckdosen erhöhten Berührungsschutz beim Auswechseln der Schmelzeinsätze. — Von außen bedienbare Sicherungsschraubstöpsel erfüllen diese Forderung, dgl. auch unter Umständen auf der Rückseite des Deckels angeordnete Schmelzeinsätze, die erst nach Aufsetzen des Deckels mit den Leitungsanschlußklemmen in Kontakt treten. — Bei solchen Steckdosen müssen jedoch die Stromschlußorgane und Anschlußklemmen so verdeckt angeordnet sein, daß sie nach Abnahme des Deckels nicht zufällig von Hand berührt werden können. — Berührungsschutz ist dagegen bei den alten Steckdosen mit Lamellen unmittelbar auf dem Sockel nicht vorhanden, aber auch die Verwendung von Glaspatronen bietet hier allein noch nicht den geforderten Berührungsschutz.

Die Schmelzeinsätze müssen gemäß den K. P. I. auch für Wohnungssteckdosen kurzschlußsicher sein, jedoch gilt hierfür die Prüfspannung 275 V als genügend. — Die Forderung auf Kurzschlußsicherheit ist u. a. auch deswegen berechtigt, weil nicht kurzschlußsichere Schmelzeinsätze bei Kurzschluß die Stromkreissicherung in Mitleidenschaft ziehen können. (500 V wird für Sicherungen in Wohnungssteckdosen nicht verlangt, dagegen nach wie vor für alle anderen Steckdosen.)

Das gleichzeitige Durchschmelzen der Stromkreissicherung kann übrigens auch eintreten, wenn weitere, mit derselben Sicherung geschützte andere Stromkreise stark belastet sind. Das Mitabschmelzen der Stromkreissicherung steht natürlich in vollkommenem Gegensatz zu der mit der Steckdosensicherung verfolgten Absicht, nämlich die Stromkreissicherung zu schonen.

Um mit Sicherheit das Abschmelzen der Stromkreissicherung zu verhüten, sollte man im übrigen stets als Steckdosensicherung diejenige der nächst kleineren Nennstromstärke verwenden, also z. B. hinter einer 6 A-Stromkreissicherung eine 4 A-Steckdosensicherung.

In zweipoligen Steckdosen lassen die K. P. I. übrigens einpoliges Sichern zu, da diese Einschränkung nach allen Überlegungen ausreichende Sicherheit bietet, u. zw. auch in solchen Anlagen, die bis zu den Verteilungsleitungen zweipoliges Sichern vorsehen.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungssteckdosen wird von den Verbandsvorschriften nicht gefordert. — Die K. P. I. haben deswegen auch die früher hierfür bestehenden Normen gänzlich aufgehoben. Für Fälle, in denen Polunverwechselbarkeit unbedingt notwendig ist, sind besondere Ausführungsformen von Steckvorrichtungen zu verwenden.

Die Normen für die neuen 10 A-Wohnungssteckdosen laufen, was besonders betont wird, den noch immer in vielen Orten bestehenden Vorschriften in bezug auf Polunverwechselbarkeit geradezu entgegen, da ihre Kontakthülsen so weit federnd sind, daß sie sowohl den Steckerstift mit 4 mm als auch denjenigen mit 5 mm Durchmesser einzuführen gestatten.

Die Forderung nach Polunverwechselbarkeit der Wohnungssteckdosen und Stecker gilt verbandsmäßig als überholt, da sie allein für Hand- und Tischleuchter berechtigt war, für die bisher die Forderung galt, die Phasenleitung an den weniger zugänglichen Mittelkontakt der Glühlampenschraubfassung zu legen. Eine Forderung, die durch Einführung der Glühlampenschraubfassung mit Berührungsschutz aufgehoben werden konnte. — Nullung mit Hilfe der zweipoligen Wohnungssteckdose ist gänzlich unzulässig, da gefährlich.

Diejenigen Elektrizitätswerke, die bisher polunverwechselbare Steckvorrichtungen vorgeschrieben hatten, diese Vorschrift aber nunmehr aufgeben möchten, werden ihren Abnehmern, deren Tisch- und Handleuchter und in notwendiger Folge auch alle Hausgeräte noch mit polunverwechselbaren Steckern versehen sind, einen sehr großen Dienst erweisen, wenn sie in Zukunft nur noch die neuen 10 A-Steckdosen vorschreiben, die übrigens nach Maßgabe der K. P. I. ab 1930 allgemein gefordert werden, da als kleinste Nennstromstärke für Steckdosen von diesem Zeitpunkt an 10 A vorgeschrieben, also 6 A verboten wird.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungssteckdosen wird auch bei einpolig sichernden Dosen nicht verlangt, da man annehmen kann, daß Kurzschluß in den weitaus meisten Fällen nur zwischen den beiden Leitungen stattfinden wird, dagegen sehr selten Erdschluß mit einer Phase.

Allgemein vertritt übrigens die Kommission für Installationsmaterial die Ansicht, daß mit zunehmender Anwendung von Hausgeräten die solide Ausführung der Wohnungssteckvorrichtungen an Bedeutung gewinnt und daß man bei Installationen auf genügende Zahl der Steckvorrichtungen viel mehr als bisher bedacht sein müßte, und daß es recht zweckmäßig ist, die Steckdosen womöglich an einen besonderen Stromkreis zu legen.

Mit Rücksicht auf den Berührungsschutz beim Einstecken des Steckers in die Dose ist es nötig, daß gewisse Maße der Dosen eingehalten werden müssen. Zahlenangaben für diese Maße sehen die neuen Vorschriften nicht vor, dagegen muß die Forderung erfüllt sein, daß einpoliges Einführen von Steckern in die Steckdose unmöglich ist.

Wird nämlich diese Forderung erfüllt, so ist den berechtigten Wünschen in bezug auf den Berührungsschutz Genüge getan. Es ist dabei ganz gleichgültig, wie groß der Außendurchmesser der Steckdose wird. Die Verhinderung einpoligen Steckens gilt sowohl für die zweipolige wie für die dreipolige Steckvorrichtung.

Die Kappe der Dose selbst muß vollständig aus Isolierstoff hergestellt sein, es sei denn, daß sie für Erdung eingerichtet oder in anderer Weise (Nullung, Schutzschaltung) gegen die Annahme gefährlicher Spannungen geschützt ist. Deshalb sind also nur mit Isolierstoff ausgekleidete Metallkappen ohne derartige weitere Einrichtungen unzulässig.

Sind in der Steckvorrichtung irgendwelche Erdungsorgane vorhanden, so muß die Erdverbindung der Stecker hergestellt sein, bevor sich die Polkontakte berühren. Auf Grund verschiedener Unfälle, die sich in letzter Zeit mit derartigen Konstruktionen zugetragen haben, wird neuerdings gefordert, daß diese Erdverbindungen über Schleifkontakte hergestellt werden müssen.

Für den Anschluß der Leitungen an Steckdosen ist, wie allgemein gefordert, die Verwendung von Schraubklemmen vorgeschrieben, u. zw. bei Steckdosen für 10 A 250 V solche, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtungen eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser zwei- und dreipoligen 10 A-Dosen so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 2,5 mm² angeschlossen werden können.

Eine wesentliche Änderung gegenüber den bisher vorhandenen Steckvorrichtungen bilden die 10 A-Dosen in bezug auf die Kontaktbildung. Die Stifte der 10 A-Stecker sind starr (5 mm) und ungeschlitzt, dagegen müssen die Hülsen in der Dose federnd ausgebildet sein und von 3,5 mm auf 5,5 mm federn. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß einmal die normalen 10 A-Stecker einen sicheren Kontakt in der Steckdose haben; anderseits werden auch die alten, bisher allgemein gebräuchlichen 6 A-Stecker mit federnden 4 mm-Stiften ebenfalls in den 10 A-Dosen Kontakt geben. Hervorzuheben ist, daß die bisherigen Maßangaben für die zweipolige 6 A-Steckdose außer Kraft gesetzt sind.

Neu ist es, daß für Stromstärken bis 10 A ungesicherte Muttern auf den Steckerstiften zur Befestigung der Abdeckungen der Steckerkörper, wie sie bisher bei vielen Konstruktionen vorhanden waren, mit dem Auslauftermin 31. Dezember 1930 unzulässig sind. Über 10 A wird diese Forderung für alle Stecker ab 1. Juli 1932 gestellt. Bunde und Muttern, die durch die Konstruktion bedingt sind, müssen so angeordnet sein, daß die Vorschriften über Kriechstrecken und kürzeste Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität sowie kürzeste Luftstrecke zwischen spannungführenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand eingehalten werden, u. zw. auch bei eingesetztem Stecker.

Die gefährlichste und am meisten zu Störungen Anlaß gebende Stelle des Steckers ist die Eintrittsöffnung der Zuleitung in den Steckerkörper und die Zugentlastungsvorrichtung. Dieser Zugentlastungsvorrichtung wurde bisher von den Herstellern vielfach wenig Beachtung geschenkt. Anderseits wurde aber die Zugentlastung bei der Montage mit den etwa am Stecker vorhandenen Vorrichtungen vielfach nicht ausgeführt, so daß die Adern der Zuleitung am fertig montierten Stecker nicht von Zug entlastet werden. Um in dieser Frage möglichst bald eine Besserung herbeizuführen, wird bereits mit Auslauftermin 1. Juli 1929 allgemein verlangt, daß die Ausführungsart der Zugentlastung leicht verständlich sein muß. Verboten ist das Verknoten der Leitungen unter sich und das Festbinden der Leitungen mit Bindfäden und Schnüren. Die Anbringung von Wülsten in der Leitung ist gestattet. Es soll ferner angestrebt werden, daß die Zugentlastung möglichst ohne verlierbare Teile ausgeführt werden kann, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß vom Fabrikanten vorgesehene Ringe,

den bisher bestehenden Vorschriften eine Neuerung sind, hingewiesen.

Dosenschalter.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Dosenschalter, zu denen auch Druckknopf- und ähnliche Schalter zu rechnen sind, gibt nachstehende Tafel:

	250/380 V	500 (550) V	750 V
Ausschalter	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60
Umschalter	—	1	1
	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60

Die Mindeststromstärke für Ausschalter ist bei 250 und 380 V ab 1. Juli 1930 (Auslauftermin) 6 A. Bis dahin sind noch Ausschalter für 4 A auf Grund der bisherigen Vorschriften zulässig. Für Umschalter für 250 und 380 V sind bis zum 1. Juli 1932 als Auslauftermin noch 2 und 4 A zulässig, dann nur noch 6 A.

Angaben über Spannung und Strom sind auf den Schalterkappen unzulässig, da durch abnehmbare Kappen Verwechslungen zwischen Schaltern verschiedener Typen sowie verschiedener Stromstärken möglich sind. Diese Bezeichnungen müssen aber auf dem Hauptteil des Schalters so angebracht sein, daß sie am montierten Schalter nach Entfernen der Abdeckung leicht und deutlich zu erkennen sind. Zulässig und mit Rücksicht auf die Lagerhaltung erwünscht ist es, diese Angaben auch auf der Rückseite des Schaltersockels anzubringen.

Für die Anschlüsse wird bei einpoligen 6 A 250 V-Schaltern verlangt, daß Schraubklemmen verwendet werden müssen, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtung eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser Schalter so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 1,5 mm² angeschlossen werden können.

Die Bedienungsteile aller Schalter, wie Griffe, Knebel und Drücker, müssen aus Isolierstoff bestehen. Nur Steckschlüssel können aus Metall hergestellt sein, wenn ihre Handhabe mit einer haltbaren Isolierschicht umkleidet ist. Diese Ausnahme gegenüber der allgemeinen Forderung, daß die Bedienungsteile aus Isolierstoff bestehen müssen, mußte gemacht werden, da ein Isolierstoff für Steckschlüssel, der den mechanischen Beanspruchungen gewachsen ist, schwer zu finden ist.

Gefordert wird ferner, daß zwischen Übertragungsorganen (wie bei Stangenschaltern und Schnüren bei Zugschaltern) und dem Schalter ein mit dem Schalter fest verbundenes isolierendes Zwischenstück vorhanden sein muß.

Bei mehrpoligen Ausschaltern und bei allen Ausschaltern für Spannungen über 250 V muß die Schaltstellung erkennbar sein.

Da vielfach Schalter leider zum Aufhängen von Gegenständen, wie Mäntel usw., verwendet werden, so sollen die Schalter so gestaltet sein, daß ein Anhängen derartiger Gegenstände an den Griff erschwert ist.

Neuaufgenommen in die Vorschriften für Dosenschalter sind Prüfbestimmungen für die mechanische Festigkeit der Kappen. Bei der Montage, oft schon auch auf dem Transport, zerbrechen Kappen und werden vielfach, auch wenn sie nur einen Sprung aufweisen, trotzdem montiert. Anderseits müssen fertig montierte Schalter einen Schlag oder Stoß aushalten, ohne daß die Kappe zerspringt und spannungsführende Teile freigelegt werden.

Steckvorrichtungen.

Für die Steckvorrichtungen — Steckdose und Stecker — enthalten die neuen Vorschriften für Installationsmaterial verschiedene sehr wichtige Neuerungen gegenüber den bisher bestehenden Vorschriften.

So müssen künftig alle Steckdosen für mindestens 10 A gebaut sein. Bis zum 1. Juli 1930 als Auslaufstermin sind noch Steckdosen für 6 A zulässig.

Für Stecker wird ebenfalls als geringste Nennstromstärke 10 A vorgeschrieben. Mit Rücksicht auf die vorhandenen Steckdosen sind jedoch auch noch Stecker für 6 A zulässig.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Steckvorrichtungen gibt nachstehende Tafel:

Steckvorrichtungen (Steckdosen und Stecker*).

	250 V	380 V	500/550 V	750 V
zweipolig	10	—	10	10
	25	—	25	25
	60	—	60	60
dreipolig	10	10	10	10
	25	25	25	25
	60	60	60	60

* Stecker zur Verwendung in bereits installierten Steckdosen sind auch für 6 A zulässig.

In den Sitzungen der Kommission für Installationsmaterial wurde vielfach die Frage behandelt, ob und wann Wohnungsteckdosen mit Sicherungen zweckmäßig sind und ob die Polunverwechselbarkeit dieser Dosen berechtigt ist.

Sicherungen in Steckdosen werden durch die Verbandsvorschriften nicht vorgeschrieben, auch nicht in den sogenannten Wohnungsteckdosen, das sind solche in nackter, also nicht gekapselter Ausführung, wie sie vornehmlich in Wohnungen und leichteren Werkstätten usw. üblich sind. — Die Errichtungsvorschriften fordern nach § 14 d Sicherungen nur zum Schutze der Leitungen. — Nach § 14 e müssen Sicherungen hierbei an allen Stellen vorgesehen werden, bei denen sich die Leitung verjüngt, jedoch nicht, wenn die Sicherung für den stärkeren Querschnitt schwach genug bemessen ist, um den abgehenden schwächeren Querschnitt genügend zu schützen.

Dieser Fall trifft in der Regel auf die an Steckdosen angeschlossenen Leitungschnüre zu. Selbst die bisher allgemein verwendeten Schnüre von 0,5 mm² werden nach Ansicht der Kommission durch die 6 A-Stromkreissicherung genügend geschützt. — Diese Sicherung läßt nur Überlastungen zu, mit denen die 0,5 mm²-Leitungschnur auf etwa 40° Übertemperatur während der Dauer von rund 30 min, also bis zum Abschmelzen der Sicherung und bei Belastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden, auf höchstens 26° dauernd erhitzt werden kann[1]. Bei Verwendung einer 10 A-Sicherung ergibt sich für dieselbe Leitung eine Erwärmung von 117° Übertemperatur bis zum Abschmelzen der Sicherung nach etwa 30 min und höchstens 72° bei Dauerbelastung. — Die möglichen Erwärmungen sind demnach auch bei Verwendung einer Stromkreissicherung von 10 A noch nicht bedenklich, wenn man auch solche Erwärmungen für fest verlegte Leitungen nicht zulassen kann. Man nimmt allgemein an, daß dauernd hohe Belastungen bei Schnüren nicht zu erwarten sind, und Schnurüberlastungen durch Erdschluß jedenfalls bei Tisch- und Handleuchtern nicht in Frage kommen.

Der jetzt als kleinster Querschnitt für ortsveränderliche Leitungen zugelassene Querschnitt von 0,75 mm² ergibt natürlich geringere Erwärmungen, so daß für die zukünftig in den Handel kommenden Apparate und Geräte Bedenken überhaupt nicht auftreten können.

Die möglichen Erwärmungen der Leitungschnüre von 0,5 ... 1,5 mm² bei Verwendung von Sicherungen der Nennstromstärken 6 ... 15 A ergibt die folgende Tafel.

Querschnitt	Sicherung	Übertemperatur in °C bis zum Abschmelzen der Sicherung	Übertemperatur in °C bei Höchstbelastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden
0,5	6	40	26
	10	117	72
0,75	6	25	15
	10	69	44
1,0	6	23	10
	10	36	23
1,5	6	11	8
	10	28	18

Die vorerwähnten Ergebnisse erübrigen demnach im allgemeinen eine besondere Sicherung in der Steckdose. Man wird aber gut tun, die Stromkreissicherung nur so stark als nötig zu bemessen.

Unter Umständen kann eine Sicherung in der Dose aber doch erwünscht sein, u. zw. vornehmlich in Räumen mit vielen Steckdosen für viele Tischleuchter. Hier kann es störend wirken, wenn durch das Abschmelzen der Stromkreissicherung sämtliche Lampen erlöschen; insbesondere bei Fehlen der Allgemeinbeleuchtung, beispielsweise im Orchester. Dagegen hält man in Wohnungen die Sicherung in der Steckdose in der Regel für überflüssig und unpraktisch. Bei Kurzschluß und Überlastung bereitet hier zweifellos das Abschmelzen der Stromkreis-

[1] Siehe Mitt. V. El. W. Bd. 25, S. 434.

sicherung keine längere Störung, da diese Sicherung schneller und bequemer zu ersetzen ist als die Sicherung in der Steckdose.

Die K. P. I. fordern übrigens für Steckdosen erhöhten Berührungsschutz beim Auswechseln der Schmelzeinsätze. — Von außen bedienbare Sicherungsschraubstöpsel erfüllen diese Forderung, dgl. auch unter Umständen auf der Rückseite des Deckels angeordnete Schmelzeinsätze, die erst nach Aufsetzen des Deckels mit den Leitungsanschlußklemmen in Kontakt treten. — Bei solchen Steckdosen müssen jedoch die Stromschlußorgane und Anschlußklemmen so verdeckt angeordnet sein, daß sie nach Abnahme des Deckels nicht zufällig von Hand berührt werden können. — Berührungsschutz ist dagegen bei den alten Steckdosen mit Lamellen unmittelbar auf dem Sockel nicht vorhanden, aber auch die Verwendung von Glaspatronen bietet hier allein noch nicht den geforderten Berührungsschutz.

Die Schmelzeinsätze müssen gemäß den K. P. I. auch für Wohnungssteckdosen kurzschlußsicher sein, jedoch gilt hierfür die Prüfspannung 275 V als genügend. — Die Forderung auf Kurzschlußsicherheit ist u. a. auch deswegen berechtigt, weil nicht kurzschlußsichere Schmelzeinsätze bei Kurzschluß die Stromkreissicherung in Mitleidenschaft ziehen können. (500 V wird für Sicherungen in Wohnungssteckdosen nicht verlangt, dagegen nach wie vor für alle anderen Steckdosen.)

Das gleichzeitige Durchschmelzen der Stromkreissicherung kann übrigens auch eintreten, wenn weitere, mit derselben Sicherung geschützte andere Stromkreise stark belastet sind. Das Mitabschmelzen der Stromkreissicherung steht natürlich in vollkommenem Gegensatz zu der mit der Steckdosensicherung verfolgten Absicht, nämlich die Stromkreissicherung zu schonen.

Um mit Sicherheit das Abschmelzen der Stromkreissicherung zu verhüten, sollte man im übrigen stets als Steckdosensicherung diejenige der nächst kleineren Nennstromstärke verwenden, also z. B. hinter einer 6 A-Stromkreissicherung eine 4 A-Steckdosensicherung.

In zweipoligen Steckdosen lassen die K. P. I. übrigens einpoliges Sichern zu, da diese Einschränkung nach allen Überlegungen ausreichende Sicherheit bietet, u. zw. auch in solchen Anlagen, die bis zu den Verteilungsleitungen zweipoliges Sichern vorsehen.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungssteckdosen wird von den Verbandsvorschriften nicht gefordert. — Die K. P. I. haben deswegen auch die früher hierfür bestehenden Normen gänzlich aufgehoben. Für Fälle, in denen Polunverwechselbarkeit unbedingt notwendig ist, sind besondere Ausführungsformen von Steckvorrichtungen zu verwenden.

Die Normen für die neuen 10 A-Wohnungssteckdosen laufen, was besonders betont wird, den noch immer in vielen Orten bestehenden Vorschriften in bezug auf Polunverwechselbarkeit geradezu entgegen, da ihre Kontakthülsen so weit federnd sind, daß sie sowohl den Steckerstift mit 4 mm als auch denjenigen mit 5 mm Durchmesser einzuführen gestatten.

Die Forderung nach Polunverwechselbarkeit der Wohnungssteckdosen und Stecker gilt verbandsmäßig als überholt, da sie allein für Hand- und Tischleuchter berechtigt war, für die bisher die Forderung galt, die Phasenleitung an den weniger zugänglichen Mittelkontakt der Glühlampenschraubfassung zu legen. Eine Forderung, die durch Einführung der Glühlampenschraubfassung mit Berührungsschutz aufgehoben werden konnte. — Nullung mit Hilfe der zweipoligen Wohnungssteckdose ist gänzlich unzulässig, da gefährlich.

Diejenigen Elektrizitätswerke, die bisher polunverwechselbare Steckvorrichtungen vorgeschrieben hatten, diese Vorschrift aber nunmehr aufgeben möchten, werden ihren Abnehmern, deren Tisch- und Handleuchter und in notwendiger Folge auch alle Hausgeräte noch mit polunverwechselbaren Steckern versehen sind, einen sehr großen Dienst erweisen, wenn sie in Zukunft nur noch die neuen 10 A-Steckdosen vorschreiben, die übrigens nach Maßgabe der K. P. I. ab 1930 allgemein gefordert werden, da als kleinste Nennstromstärke für Steckdosen von diesem Zeitpunkt an 10 A vorgeschrieben, also 6 A verboten wird.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungssteckdosen wird auch bei einpolig sichernden Dosen nicht verlangt, da man annehmen kann, daß Kurzschluß in den weitaus meisten Fällen nur zwischen den beiden Leitungen stattfinden wird, dagegen sehr selten Erdschluß mit einer Phase.

Allgemein vertritt übrigens die Kommission für Installationsmaterial die Ansicht, daß mit zunehmender Anwendung von Hausgeräten die solide Ausführung der Wohnungssteckvorrichtungen an Bedeutung gewinnt und daß man bei Installationen auf genügende Zahl der Steckvorrichtungen viel mehr als bisher bedacht sein müßte, und daß es recht zweckmäßig ist, die Steckdosen womöglich an einen besonderen Stromkreis zu legen.

Mit Rücksicht auf den Berührungsschutz beim Einstecken des Steckers in die Dose ist es nötig, daß gewisse Maße der Dosen eingehalten werden müssen. Zahlenangaben für diese Maße sehen die neuen Vorschriften nicht vor, dagegen muß die Forderung erfüllt sein, daß einpoliges Einführen von Steckern in die Steckdose unmöglich ist.

Wird nämlich diese Forderung erfüllt, so ist den berechtigten Wünschen in bezug auf den Berührungsschutz Genüge getan. Es ist dabei ganz gleichgültig, wie groß der Außendurchmesser der Steckdose wird. Die Verhinderung einpoligen Steckens gilt sowohl für die zweipolige wie für die dreipolige Steckvorrichtung.

Die Kappe der Dose selbst muß vollständig aus Isolierstoff hergestellt sein, es sei denn, daß sie für Erdung eingerichtet oder in anderer Weise (Nullung, Schutzschaltung) gegen die Annahme gefährlicher Spannungen geschützt ist. Deshalb sind also nur mit Isolierstoff ausgekleidete Metallkappen ohne derartige weitere Einrichtungen unzulässig.

Sind in der Steckvorrichtung irgendwelche Erdungsorgane vorhanden, so muß die Erdverbindung der Stecker hergestellt sein, bevor sich die Polkontakte berühren. Auf Grund verschiedener Unfälle, die sich in letzter Zeit mit derartigen Konstruktionen zugetragen haben, wird neuerdings gefordert, daß diese Erdverbindungen über Schleifkontakte hergestellt werden müssen.

Für den Anschluß der Leitungen an Steckdosen ist, wie allgemein gefordert, die Verwendung von Schraubklemmen vorgeschrieben, u. zw. bei Steckdosen für 10 A 250 V solche, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtungen eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser zwei- und dreipoligen 10 A-Dosen so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 2,5 mm² angeschlossen werden können.

Eine wesentliche Änderung gegenüber den bisher vorhandenen Steckvorrichtungen bilden die 10 A-Dosen in bezug auf die Kontaktbildung. Die Stifte der 10 A-Stecker sind starr (5 mm) und ungeschlitzt, dagegen müssen die Hülsen in der Dose federnd ausgebildet sein und von 3,5 mm auf 5,5 mm federn. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß einmal die normalen 10 A-Stecker einen sicheren Kontakt in der Steckdose haben; anderseits werden auch die alten, bisher allgemein gebräuchlichen 6 A-Stecker mit federnden 4 mm-Stiften ebenfalls in den 10 A-Dosen Kontakt geben. Hervorzuheben ist, daß die bisherigen Maßangaben für die zweipolige 6 A-Steckdose außer Kraft gesetzt sind.

Neu ist es, daß für Stromstärken bis 10 A ungesicherte Muttern auf den Steckerstiften zur Befestigung der Abdeckungen der Steckerkörper, wie sie bisher bei vielen Konstruktionen vorhanden waren, mit dem Auslauftermin 31. Dezember 1930 unzulässig sind. Über 10 A wird diese Forderung für alle Stecker ab 1. Juli 1932 gestellt. Bunde und Muttern, die durch die Konstruktion bedingt sind, müssen so angeordnet sein, daß die Vorschriften über Kriechstrecken und kürzeste Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität sowie kürzeste Luftstrecke zwischen spannungführenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand eingehalten werden, u. zw. auch bei eingesetztem Stecker.

Die gefährlichste und am meisten zu Störungen Anlaß gebende Stelle des Steckers ist die Eintrittsöffnung der Zuleitung in den Steckerkörper und die Zugentlastungsvorrichtung. Dieser Zugentlastungsvorrichtung wurde bisher von den Herstellern vielfach wenig Beachtung geschenkt. Anderseits wurde aber die Zugentlastung bei der Montage mit den etwa am Stecker vorhandenen Vorrichtungen vielfach nicht ausgeführt, so daß die Adern der Zuleitung am fertig montierten Stecker nicht von Zug entlastet werden. Um in dieser Frage möglichst bald eine Besserung herbeizuführen, wird bereits mit Auslauftermin 1. Juli 1929 allgemein verlangt, daß die Ausführungsart der Zugentlastung leicht verständlich sein muß. Verboten ist das Verknoten der Leitungen unter sich und das Festbinden der Leitungen mit Bindfäden und Schnüren. Die Anbringung von Wülsten in der Leitung ist gestattet. Es soll ferner angestrebt werden, daß die Zugentlastung möglichst ohne verlierbare Teile ausgeführt werden kann, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß vom Fabrikanten vorgesehene Ringe,

den bisher bestehenden Vorschriften eine Neuerung sind, hingewiesen.

Dosenschalter.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Dosenschalter, zu denen auch Druckknopf- und ähnliche Schalter zu rechnen sind, gibt nachstehende Tafel:

	250/380 V	500 (550) V	750 V
Ausschalter	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60
Umschalter	—	1	1
	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60

Die Mindeststromstärke für Ausschalter ist bei 250 und 380 V ab 1. Juli 1930 (Auslauftermin) 6 A. Bis dahin sind noch Ausschalter für 4 A auf Grund der bisherigen Vorschriften zulässig. Für Umschalter für 250 und 380 V sind bis zum 1. Juli 1932 als Auslauftermin noch 2 und 4 A zulässig, dann nur noch 6 A.

Angaben über Spannung und Strom sind auf den Schalterkappen unzulässig, da durch abnehmbare Kappen Verwechslungen zwischen Schaltern verschiedener Typen sowie verschiedener Stromstärken möglich sind. Diese Bezeichnungen müssen aber auf dem Hauptteil des Schalters so angebracht sein, daß sie am montierten Schalter nach Entfernen der Abdeckung leicht und deutlich zu erkennen sind. Zulässig und mit Rücksicht auf die Lagerhaltung erwünscht ist es, diese Angaben auch auf der Rückseite des Schaltersockels anzubringen.

Für die Anschlüsse wird bei einpoligen 6 A 250 V-Schaltern verlangt, daß Schraubklemmen verwendet werden müssen, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtung eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser Schalter so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 1,5 mm² angeschlossen werden können.

Die Bedienungsteile aller Schalter, wie Griffe, Knebel und Drücker, müssen aus Isolierstoff bestehen. Nur Steckschlüssel können aus Metall hergestellt sein, wenn ihre Handhabe mit einer haltbaren Isolierschicht umkleidet ist. Diese Ausnahme gegenüber der allgemeinen Forderung, daß die Bedienungsteile aus Isolierstoff bestehen müssen, mußte gemacht werden, da ein Isolierstoff für Steckschlüssel, der den mechanischen Beanspruchungen gewachsen ist, schwer zu finden ist.

Gefordert wird ferner, daß zwischen Übertragungsorganen (wie bei Stangenschaltern und Schnüren bei Zugschaltern) und dem Schalter ein mit dem Schalter fest verbundenes isolierendes Zwischenstück vorhanden sein muß.

Bei mehrpoligen Ausschaltern und bei allen Ausschaltern für Spannungen über 250 V muß die Schaltstellung erkennbar sein.

Da vielfach Schalter leider zum Aufhängen von Gegenständen, wie Mäntel usw., verwendet werden, so sollen die Schalter so gestaltet sein, daß ein Anhängen derartiger Gegenstände an den Griff erschwert ist.

Neuaufgenommen in die Vorschriften für Dosenschalter sind Prüfbestimmungen für die mechanische Festigkeit der Kappen. Bei der Montage, oft schon auch auf dem Transport, zerbrechen Kappen und werden vielfach, auch wenn sie nur einen Sprung aufweisen, trotzdem montiert. Anderseits müssen fertig montierte Schalter einen Schlag oder Stoß aushalten, ohne daß die Kappe zerspringt und spannungsführende Teile freigelegt werden.

Steckvorrichtungen.

Für die Steckvorrichtungen — Steckdose und Stecker — enthalten die neuen Vorschriften für Installationsmaterial verschiedene sehr wichtige Neuerungen gegenüber den bisher bestehenden Vorschriften.

So müssen künftig alle Steckdosen für mindestens 10 A gebaut sein. Bis zum 1. Juli 1930 als Auslaufstermin sind noch Steckdosen für 6 A zulässig.

Für Stecker wird ebenfalls als geringste Nennstromstärke 10 A vorgeschrieben. Mit Rücksicht auf die vorhandenen Steckdosen sind jedoch auch noch Stecker für 6 A zulässig.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Steckvorrichtungen gibt nachstehende Tafel:

Steckvorrichtungen (Steckdosen und Stecker*).

	250 V	380 V	500/550 V	750 V
zweipolig	10	—	10	10
	25	—	25	25
	60	—	60	60
dreipolig	10	10	10	10
	25	25	25	25
	60	60	60	60

* Stecker zur Verwendung in bereits installierten Steckdosen sind auch für 6 A zulässig.

In den Sitzungen der Kommission für Installationsmaterial wurde vielfach die Frage behandelt, ob und wann Wohnungsteckdosen mit Sicherungen zweckmäßig sind und ob die Polunverwechselbarkeit dieser Dosen berechtigt ist.

Sicherungen in Steckdosen werden durch die Verbandsvorschriften nicht vorgeschrieben, auch nicht in den sogenannten Wohnungsteckdosen, das sind solche in nackter, also nicht gekapselter Ausführung, wie sie vornehmlich in Wohnungen und leichteren Werkstätten usw. üblich sind. — Die Errichtungsvorschriften fordern nach § 14 d Sicherungen nur zum Schutze der Leitungen. — Nach § 14 e müssen Sicherungen hierbei an allen Stellen vorgesehen werden, bei denen sich die Leitung verjüngt, jedoch nicht, wenn die Sicherung für den stärkeren Querschnitt schwach genug bemessen ist, um den abgehenden schwächeren Querschnitt genügend zu schützen.

Dieser Fall trifft in der Regel auf die an Steckdosen angeschlossenen Leitungschnüre zu. Selbst die bisher allgemein verwendeten Schnüre von 0,5 mm² werden nach Ansicht der Kommission durch die 6 A-Stromkreissicherung genügend geschützt. — Diese Sicherung läßt nur Überlastungen zu, mit denen die 0,5 mm²-Leitungschnur auf etwa 40 ° Übertemperatur während der Dauer von rund 30 min, also bis zum Abschmelzen der Sicherung und bei Belastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden, auf höchstens 26 ° dauernd erhitzt werden kann[1]. Bei Verwendung einer 10 A-Sicherung ergibt sich für dieselbe Leitung eine Erwärmung von 117 ° Übertemperatur bis zum Abschmelzen der Sicherung nach etwa 30 min und höchstens 72 ° bei Dauerbelastung. — Die möglichen Erwärmungen sind demnach auch bei Verwendung einer Stromkreissicherung von 10 A noch nicht bedenklich, wenn man auch solche Erwärmungen für fest verlegte Leitungen nicht zulassen kann. Man nimmt allgemein an, daß dauernd hohe Belastungen bei Schnüren nicht zu erwarten sind, und Schnurüberlastungen durch Erdschluß jedenfalls bei Tisch- und Handleuchtern nicht in Frage kommen.

Der jetzt als kleinster Querschnitt für ortsveränderliche Leitungen zugelassene Querschnitt von 0,75 mm² ergibt natürlich geringere Erwärmungen, so daß für die zukünftig in den Handel kommenden Apparate und Geräte Bedenken überhaupt nicht auftreten können.

Die möglichen Erwärmungen der Leitungschnüre von 0,5 ... 1,5 mm² bei Verwendung von Sicherungen der Nennstromstärken 6 ... 15 A ergibt die folgende Tafel.

Querschnitt	Sicherung	Übertemperatur in °C bis zum Abschmelzen der Sicherung	Übertemperatur in °C bei Höchstbelastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden
0,5	6	40	26
	10	117	72
0,75	6	25	15
	10	69	44
1,0	6	23	16
	10	36	23
1,5	6	11	8
	10	28	18

Die vorerwähnten Ergebnisse erübrigen demnach im allgemeinen eine besondere Sicherung in der Steckdose. Man wird aber gut tun, die Stromkreissicherung nur so stark als nötig zu bemessen.

Unter Umständen kann eine Sicherung in der Dose aber doch erwünscht sein, u. zw. vornehmlich in Räumen mit vielen Steckdosen für viele Tischleuchter. Hier kann es störend wirken, wenn durch das Abschmelzen der Stromkreissicherung sämtliche Lampen erlöschen; insbesondere bei Fehlen der Allgemeinbeleuchtung, beispielsweise im Orchester. Dagegen hält man in Wohnungen die Sicherung in der Steckdose in der Regel für überflüssig und unpraktisch. Bei Kurzschluß und Überlastung bereitet hier zweifellos das Abschmelzen der Stromkreis-

[1] Siehe Mitt. V. El. W. Bd. 25, S. 434.



sicherung keine längere Störung, da diese Sicherung schneller und bequemer zu ersetzen ist als die Sicherung in der Steckdose.

Die K. P. I. fordern übrigens für Steckdosen erhöhten Berührungsschutz beim Auswechseln der Schmelzeinsätze. — Von außen bedienbare Sicherungsschraubstöpsel erfüllen diese Forderung, dgl. auch unter Umständen auf der Rückseite des Deckels angeordnete Schmelzeinsätze, die erst nach Aufsetzen des Deckels mit den Leitungsanschlußklemmen in Kontakt treten. — Bei solchen Steckdosen müssen jedoch die Stromschlußorgane und Anschlußklemmen so verdeckt angeordnet sein, daß sie nach Abnahme des Deckels nicht zufällig von Hand berührt werden können. — Berührungsschutz ist dagegen bei den alten Steckdosen mit Lamellen unmittelbar auf dem Sockel nicht vorhanden, aber auch die Verwendung von Glaspatronen bietet hier allein noch nicht den geforderten Berührungsschutz.

Die Schmelzeinsätze müssen gemäß den K. P. I. auch für Wohnungsteckdosen kurzschlußsicher sein, jedoch gilt hierfür die Prüfspannung 275 V als genügend. — Die Forderung auf Kurzschlußsicherheit ist u. a. auch deswegen berechtigt, weil nicht kurzschlußsichere Schmelzeinsätze bei Kurzschluß die Stromkreissicherung in Mitleidenschaft ziehen können. (500 V wird für Sicherungen in Wohnungsteckdosen nicht verlangt, dagegen nach wie vor für alle anderen Steckdosen.)

Das gleichzeitige Durchschmelzen der Stromkreissicherung kann übrigens auch eintreten, wenn weitere, mit derselben Sicherung geschützte andere Stromkreise stark belastet sind. Das Mitabschmelzen der Stromkreissicherung steht natürlich in vollkommenem Gegensatz zu der mit der Steckdosensicherung verfolgten Absicht, nämlich die Stromkreissicherung zu schonen.

Um mit Sicherheit das Abschmelzen der Stromkreissicherung zu verhüten, sollte man im übrigen stets als Steckdosensicherung diejenige der nächst kleineren Nennstromstärke verwenden, also z. B. hinter einer 6 A-Stromkreissicherung eine 4 A-Steckdosensicherung.

In zweipoligen Steckdosen lassen die K. P. I. übrigens einpoliges Sichern zu, da diese Einschränkung nach allen Überlegungen ausreichende Sicherheit bietet, u. zw. auch in solchen Anlagen, die bis zu den Verteilungsleitungen zweipoliges Sichern vorsehen.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungsteckdosen wird von den Verbandsvorschriften nicht gefordert. — Die K. P. I. haben deswegen auch die früher hierfür bestehenden Normen gänzlich aufgehoben. Für Fälle, in denen Polunverwechselbarkeit unbedingt notwendig ist, sind besondere Ausführungsformen von Steckvorrichtungen zu verwenden.

Die Normen für die neuen 10 A-Wohnungsteckdosen laufen, was besonders betont wird, den noch immer in vielen Orten bestehenden Vorschriften in bezug auf Polunverwechselbarkeit geradezu entgegen, da ihre Kontakthülsen so weit federnd sind, daß sie sowohl den Steckerstift mit 4 mm als auch denjenigen mit 5 mm Durchmesser einzuführen gestatten.

Die Forderung nach Polunverwechselbarkeit der Wohnungsteckdosen und Stecker gilt verbandsmäßig als überholt, da sie allein für Hand- und Tischleuchter berechtigt war, für die bisher die Forderung galt, die Phasenleitung an den weniger zugänglichen Mittelkontakt der Glühlampenschraubfassung zu legen. Eine Forderung, die durch Einführung der Glühlampenschraubfassung mit Berührungsschutz aufgehoben werden konnte. — Nullung mit Hilfe der zweipoligen Wohnungsteckdose ist gänzlich unzulässig, da gefährlich.

Diejenigen Elektrizitätswerke, die bisher polunverwechselbare Steckvorrichtungen vorgeschrieben hatten, diese Vorschrift aber nunmehr aufgeben möchten, werden ihren Abnehmern, deren Tisch- und Handleuchter und in notwendiger Folge auch alle Hausgeräte noch mit polunverwechselbaren Steckern versehen sind, einen sehr großen Dienst erweisen, wenn sie in Zukunft nur noch die neuen 10 A-Steckdosen vorschreiben, die übrigens nach Maßgabe der K. P. I. ab 1930 allgemein gefordert werden, da als kleinste Nennstromstärke für Steckdosen von diesem Zeitpunkt an 10 A vorgeschrieben, also 6 A verboten wird.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungsteckdosen wird auch bei einpolig sichernden Dosen nicht verlangt, da man annehmen kann, daß Kurzschluß in den weitaus meisten Fällen nur zwischen den beiden Leitungen stattfinden wird, dagegen sehr selten Erdschluß mit einer Phase.

Allgemein vertritt übrigens die Kommission für Installationsmaterial die Ansicht, daß mit zunehmender Anwendung von Hausgeräten die solide Ausführung der Wohnungsteckvorrichtungen an Bedeutung gewinnt und daß man bei Installationen auf genügende Zahl der Steckvorrichtungen viel mehr als bisher bedacht sein müßte, und daß es recht zweckmäßig ist, die Steckdosen womöglich an einen besonderen Stromkreis zu legen.

Mit Rücksicht auf den Berührungschutz beim Einstecken des Steckers in die Dose ist es nötig, daß gewisse Maße der Dosen eingehalten werden müssen. Zahlenangaben für diese Maße sehen die neuen Vorschriften nicht vor, dagegen muß die Forderung erfüllt sein, daß einpoliges Einführen von Steckern in die Steckdose unmöglich ist.

Wird nämlich diese Forderung erfüllt, so ist den berechtigten Wünschen in bezug auf den Berührungsschutz Genüge getan. Es ist dabei ganz gleichgültig, wie groß der Außendurchmesser der Steckdose wird. Die Verhinderung einpoligen Steckens gilt sowohl für die zweipolige wie für die dreipolige Steckvorrichtung.

Die Kappe der Dose selbst muß vollständig aus Isolierstoff hergestellt sein, es sei denn, daß sie für Erdung eingerichtet oder in anderer Weise (Nullung, Schutzschaltung) gegen die Annahme gefährlicher Spannungen geschützt ist. Deshalb sind also nur mit Isolierstoff ausgekleidete Metallkappen ohne derartige weitere Einrichtungen unzulässig.

Sind in der Steckvorrichtung irgendwelche Erdungsorgane vorhanden, so muß die Erdverbindung der Stecker hergestellt sein, bevor sich die Polkontakte berühren. Auf Grund verschiedener Unfälle, die sich in letzter Zeit mit derartigen Konstruktionen zugetragen haben, wird neuerdings gefordert, daß diese Erdverbindungen über Schleifkontakte hergestellt werden müssen.

Für den Anschluß der Leitungen an Steckdosen ist, wie allgemein gefordert, die Verwendung von Schraubklemmen vorgeschrieben, u. zw. bei Steckdosen für 10 A 250 V solche, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtungen eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser zwei- und dreipoligen 10 A-Dosen so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 2,5 mm² angeschlossen werden können.

Eine wesentliche Änderung gegenüber den bisher vorhandenen Steckvorrichtungen bilden die 10 A-Dosen in bezug auf die Kontaktbildung. Die Stifte der 10 A-Stecker sind starr (5 mm) und ungeschlitzt, dagegen müssen die Hülsen in der Dose federnd ausgebildet sein und von 3,5 mm auf 5,5 mm federn. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß einmal die normalen 10 A-Stecker einen sicheren Kontakt in der Steckdose haben; anderseits werden auch die alten, bisher allgemein gebräuchlichen 6 A-Stecker mit federnden 4 mm-Stiften ebenfalls in den 10 A-Dosen Kontakt geben. Hervorzuheben ist, daß die bisherigen Maßangaben für die zweipolige 6 A-Steckdose außer Kraft gesetzt sind.

Neu ist es, daß für Stromstärken bis 10 A ungesicherte Muttern auf den Steckerstiften zur Befestigung der Abdeckungen der Steckerkörper, wie sie bisher bei vielen Konstruktionen vorhanden waren, mit dem Auslauftermin 31. Dezember 1930 unzulässig sind. Über 10 A wird diese Forderung für alle Stecker ab 1. Juli 1932 gestellt. Bunde und Muttern, die durch die Konstruktion bedingt sind, müssen so angeordnet sein, daß die Vorschriften über Kriechstrecken und kürzeste Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität sowie kürzeste Luftstrecke zwischen spannungführenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand eingehalten werden, u. zw. auch bei eingesetztem Stecker.

Die gefährlichste und am meisten zu Störungen Anlaß gebende Stelle des Steckers ist die Eintrittsöffnung der Zuleitung in den Steckerkörper und die Zugentlastungsvorrichtung. Dieser Zugentlastungsvorrichtung wurde bisher von den Herstellern vielfach wenig Beachtung geschenkt. Anderseits wurde aber die Zugentlastung bei der Montage mit den etwa am Stecker vorhandenen Vorrichtungen vielfach nicht ausgeführt, so daß die Adern der Zuleitung am fertig montierten Stecker nicht von Zug entlastet werden. Um in dieser Frage möglichst bald eine Besserung herbeizuführen, wird bereits mit Auslauftermin 1. Juli 1929 allgemein verlangt, daß die Ausführungsart der Zugentlastung leicht verständlich sein muß. Verboten ist das Verknoten der Leitungen unter sich und das Festbinden der Leitungen mit Bindfäden und Schnüren. Die Anbringung von Wülsten in der Leitung ist gestattet. Es soll ferner angestrebt werden, daß die Zugentlastung möglichst ohne verlierbare Teile ausgeführt werden kann, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß vom Fabrikanten vorgesehene Ringe,



den bisher bestehenden Vorschriften eine Neuerung sind, hingewiesen.

Dosenschalter.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Dosenschalter, zu denen auch Druckknopf- und ähnliche Schalter zu rechnen sind, gibt nachstehende Tafel:

	250/380 V	500 (550) V	750 V
Ausschalter	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60
Umschalter	—	1	1
	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60

Die Mindeststromstärke für Ausschalter ist bei 250 und 380 V ab 1. Juli 1930 (Auslauftermin) 6 A. Bis dahin sind noch Ausschalter für 4 A auf Grund der bisherigen Vorschriften zulässig. Für Umschalter für 250 und 380 V sind bis zum 1. Juli 1932 als Auslauftermin noch 2 und 4 A zulässig, dann nur noch 6 A.

Angaben über Spannung und Strom sind auf den Schalterkappen unzulässig, da durch abnehmbare Kappen Verwechslungen zwischen Schaltern verschiedener Typen sowie verschiedener Stromstärken möglich sind. Diese Bezeichnungen müssen aber auf dem Hauptteil des Schalters so angebracht sein, daß sie am montierten Schalter nach Entfernen der Abdeckung leicht und deutlich zu erkennen sind. Zulässig und mit Rücksicht auf die Lagerhaltung erwünscht ist es, diese Angaben auch auf der Rückseite des Schaltersockels anzubringen.

Für die Anschlüsse wird bei einpoligen 6 A 250 V-Schaltern verlangt, daß Schraubklemmen verwendet werden müssen, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtung eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser Schalter so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 1,5 mm² angeschlossen werden können.

Die Bedienungsteile aller Schalter, wie Griffe, Knebel und Drücker, müssen aus Isolierstoff bestehen. Nur Steckschlüssel können aus Metall hergestellt sein, wenn ihre Handhabe mit einer haltbaren Isolierschicht umkleidet ist. Diese Ausnahme gegenüber der allgemeinen Forderung, daß die Bedienungsteile aus Isolierstoff bestehen müssen, mußte gemacht werden, da ein Isolierstoff für Steckschlüssel, der den mechanischen Beanspruchungen gewachsen ist, schwer zu finden ist.

Gefordert wird ferner, daß zwischen Übertragungsorganen (wie bei Stangenschaltern und Schnüren bei Zugschaltern) und dem Schalter ein mit dem Schalter fest verbundenes isolierendes Zwischenstück vorhanden sein muß.

Bei mehrpoligen Ausschaltern und bei allen Ausschaltern für Spannungen über 250 V muß die Schaltstellung erkennbar sein.

Da vielfach Schalter leider zum Aufhängen von Gegenständen, wie Mäntel usw., verwendet werden, so sollen die Schalter so gestaltet sein, daß ein Anhängen derartiger Gegenstände an den Griff erschwert ist.

Neuaufgenommen in die Vorschriften für Dosenschalter sind Prüfbestimmungen für die mechanische Festigkeit der Kappen. Bei der Montage, oft schon auch auf dem Transport, zerbrechen Kappen und werden vielfach, auch wenn sie nur einen Sprung aufweisen, trotzdem montiert. Anderseits müssen fertig montierte Schalter einen Schlag oder Stoß aushalten, ohne daß die Kappe zerspringt und spannungsführende Teile freigelegt werden.

Steckvorrichtungen.

Für die Steckvorrichtungen — Steckdose und Stecker — enthalten die neuen Vorschriften für Installationsmaterial verschiedene sehr wichtige Neuerungen gegenüber den bisher bestehenden Vorschriften.

So müssen künftig alle Steckdosen für mindestens 10 A gebaut sein. Bis zum 1. Juli 1930 als Auslaufstermin sind noch Steckdosen für 6 A zulässig.

Für Stecker wird ebenfalls als geringste Nennstromstärke 10 A vorgeschrieben. Mit Rücksicht auf die vorhandenen Steckdosen sind jedoch auch noch Stecker für 6 A zulässig.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Steckvorrichtungen gibt nachstehende Tafel:

Steckvorrichtungen (Steckdosen und Stecker*).

	250 V	380 V	500/550 V	750 V
zweipolig	10	—	10	10
	25	—	25	25
	60	—	60	60
dreipolig	10	10	10	10
	25	25	25	25
	60	60	60	60

* Stecker zur Verwendung in bereits installierten Steckdosen sind auch für 6 A zulässig.

In den Sitzungen der Kommission für Installationsmaterial wurde vielfach die Frage behandelt, ob und wann Wohnungsteckdosen mit Sicherungen zweckmäßig sind und ob die Polunverwechselbarkeit dieser Dosen berechtigt ist.

Sicherungen in Steckdosen werden durch die Verbandsvorschriften nicht vorgeschrieben, auch nicht in den sogenannten Wohnungsteckdosen, das sind solche in nackter, also nicht gekapselter Ausführung, wie sie vornehmlich in Wohnungen und leichteren Werkstätten usw. üblich sind. — Die Errichtungsvorschriften fordern nach § 14 d Sicherungen nur zum Schutze der Leitungen. — Nach § 14 e müssen Sicherungen hierbei an allen Stellen vorgesehen werden, bei denen sich die Leitung verjüngt, jedoch nicht, wenn die Sicherung für den stärkeren Querschnitt schwach genug bemessen ist, um den abgehenden schwächeren Querschnitt genügend zu schützen.

Dieser Fall trifft in der Regel auf die an Steckdosen angeschlossenen Leitungschnüre zu. Selbst die bisher allgemein verwendeten Schnüre von 0,5 mm² werden nach Ansicht der Kommission durch die 6 A-Stromkreissicherung genügend geschützt. — Diese Sicherung läßt nur Überlastungen zu, mit denen die 0,5 mm²-Leitungschnur auf etwa 40 ° Übertemperatur während der Dauer von rund 30 min, also bis zum Abschmelzen der Sicherung und bei Belastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden, auf höchstens 26 ° dauernd erhitzt werden kann[1]. Bei Verwendung einer 10 A-Sicherung ergibt sich für dieselbe Leitung eine Erwärmung von 117 ° Übertemperatur bis zum Abschmelzen der Sicherung nach etwa 30 min und höchstens 72 ° bei Dauerbelastung. — Die möglichen Erwärmungen sind demnach auch bei Verwendung einer Stromkreissicherung von 10 A noch nicht bedenklich, wenn man auch solche Erwärmungen für fest verlegte Leitungen nicht zulassen kann. Man nimmt allgemein an, daß dauernd hohe Belastungen bei Schnüren nicht zu erwarten sind, und Schnurüberlastungen durch Erdschluß jedenfalls bei Tisch- und Handleuchtern nicht in Frage kommen.

Der jetzt als kleinster Querschnitt für ortsveränderliche Leitungen zugelassene Querschnitt von 0,75 mm² ergibt natürlich geringere Erwärmungen, so daß für die zukünftig in den Handel kommenden Apparate und Geräte Bedenken überhaupt nicht auftreten können.

Die möglichen Erwärmungen der Leitungschnüre von 0,5 ... 1,5 mm² bei Verwendung von Sicherungen der Nennstromstärken 6 ... 15 A ergibt die folgende Tafel.

Querschnitt	Sicherung	Übertemperatur in °C bis zum Abschmelzen der Sicherung	Übertemperatur in °C bei Höchstbelastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden
0,5	6	40	26
	10	117	72
0,75	6	25	15
	10	69	44
1,0	6	23	10
	10	36	23
1,5	6	11	8
	10	28	18

Die vorerwähnten Ergebnisse erübrigen demnach im allgemeinen eine besondere Sicherung in der Steckdose. Man wird aber gut tun, die Stromkreissicherung nur so stark als nötig zu bemessen.

Unter Umständen kann eine Sicherung in der Dose aber doch erwünscht sein, u. zw. vornehmlich in Räumen mit vielen Steckdosen für viele Tischleuchter. Hier kann es störend wirken, wenn durch das Abschmelzen der Stromkreissicherung sämtliche Lampen erlöschen; insbesondere bei Fehlen der Allgemeinbeleuchtung, beispielsweise im Orchester. Dagegen hält man in Wohnungen die Sicherung in der Steckdose in der Regel für überflüssig und unpraktisch. Bei Kurzschluß und Überlastung bereitet hier zweifellos das Abschmelzen der Stromkreis-

[1] Siehe Mitt. V. El. W. Bd. 25, S. 434.



sicherung keine längere Störung, da diese Sicherung schneller und bequemer zu ersetzen ist als die Sicherung in der Steckdose.

Die K. P. I. fordern übrigens für Steckdosen erhöhten Berührungsschutz beim Auswechseln der Schmelzeinsätze. — Von außen bedienbare Sicherungsschraubstöpsel erfüllen diese Forderung, dgl. auch unter Umständen auf der Rückseite des Deckels angeordnete Schmelzeinsätze, die erst nach Aufsetzen des Deckels mit den Leitungsanschlußklemmen in Kontakt treten. — Bei solchen Steckdosen müssen jedoch die Stromschlußorgane und Anschlußklemmen so verdeckt angeordnet sein, daß sie nach Abnahme des Deckels nicht zufällig von Hand berührt werden können. — Berührungsschutz ist dagegen bei den alten Steckdosen mit Lamellen unmittelbar auf dem Sockel nicht vorhanden, aber auch die Verwendung von Glaspatronen bietet hier allein noch nicht den geforderten Berührungsschutz.

Die Schmelzeinsätze müssen gemäß den K. P. I. auch für Wohnungssteckdosen kurzschlußsicher sein, jedoch gilt hierfür die Prüfspannung 275 V als genügend. — Die Forderung auf Kurzschlußsicherheit ist u. a. auch deswegen berechtigt, weil nicht kurzschlußsichere Schmelzeinsätze bei Kurzschluß die Stromkreissicherung in Mitleidenschaft ziehen können. (500 V wird für Sicherungen in Wohnungssteckdosen nicht verlangt, dagegen nach wie vor für alle anderen Steckdosen.)

Das gleichzeitige Durchschmelzen der Stromkreissicherung kann übrigens auch eintreten, wenn weitere, mit derselben Sicherung geschützte andere Stromkreise stark belastet sind. Das Mitabschmelzen der Stromkreissicherung steht natürlich in vollkommenem Gegensatz zu der mit der Steckdosensicherung verfolgten Absicht, nämlich die Stromkreissicherung zu schonen.

Um mit Sicherheit das Abschmelzen der Stromkreissicherung zu verhüten, sollte man im übrigen stets als Steckdosensicherung diejenige der nächst kleineren Nennstromstärke verwenden, also z. B. hinter einer 6 A-Stromkreissicherung eine 4 A-Steckdosensicherung.

In zweipoligen Steckdosen lassen die K. P. I. übrigens einpoliges Sichern zu, da diese Einschränkung nach allen Überlegungen ausreichende Sicherheit bietet, u. zw. auch in solchen Anlagen, die bis zu den Verteilungsleitungen zweipoliges Sichern vorsehen.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungssteckdosen wird von den Verbandsvorschriften nicht gefordert. — Die K. P. I. haben deswegen auch die früher hierfür bestehenden Normen gänzlich aufgehoben. Für Fälle, in denen Polunverwechselbarkeit unbedingt notwendig ist, sind besondere Ausführungsformen von Steckvorrichtungen zu verwenden.

Die Normen für die neuen 10 A-Wohnungssteckdosen laufen, was besonders betont wird, den noch immer in vielen Orten bestehenden Vorschriften in bezug auf Polunverwechselbarkeit geradezu entgegen, da ihre Kontakthülsen so weit federnd sind, daß sie sowohl den Steckerstift mit 4 mm als auch denjenigen mit 5 mm Durchmesser einzuführen gestatten.

Die Forderung nach Polunverwechselbarkeit der Wohnungssteckdosen und Stecker gilt verbandsmäßig als überholt, da sie allein für Hand- und Tischleuchter berechtigt war, für die bisher die Forderung galt, die Phasenleitung an den weniger zugänglichen Mittelkontakt der Glühlampenschraubfassung zu legen. Eine Forderung, die durch Einführung der Glühlampenschraubfassung mit Berührungsschutz aufgehoben werden konnte. — Nullung mit Hilfe der zweipoligen Wohnungssteckdose ist gänzlich unzulässig, da gefährlich.

Diejenigen Elektrizitätswerke, die bisher polunverwechselbare Steckvorrichtungen vorgeschrieben hatten, diese Vorschrift aber nunmehr aufgeben möchten, werden ihren Abnehmern, deren Tisch- und Handleuchter und in notwendiger Folge auch alle Haüsgeräte noch mit polunverwechselbaren Steckern versehen sind, einen sehr großen Dienst erweisen, wenn sie in Zukunft nur noch die neuen 10 A-Steckdosen vorschreiben, die übrigens nach Maßgabe der K. P. I. ab 1930 allgemein gefordert werden, da als kleinste Nennstromstärke für Steckdosen von diesem Zeitpunkt an 10 A vorgeschrieben, also 6 A verboten wird.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungssteckdosen wird auch bei einpolig sichernden Dosen nicht verlangt, da man annehmen kann, daß Kurzschluß in den weitaus meisten Fällen nur zwischen den beiden Leitungen stattfinden wird, dagegen sehr selten Erdschluß mit einer Phase.

Allgemein vertritt übrigens die Kommission für Installationsmaterial die Ansicht, daß mit zunehmender Anwendung von Hausgeräten die solide Ausführung der Wohnungssteckvorrichtungen an Bedeutung gewinnt und daß man bei Installationen auf genügende Zahl der Steckvorrichtungen viel mehr als bisher bedacht sein müßte, und daß es recht zweckmäßig ist, die Steckdosen womöglich an einen besonderen Stromkreis zu legen.

Mit Rücksicht auf den Berührungschutz beim Einstecken des Steckers in die Dose ist es nötig, daß gewisse Maße der Dosen eingehalten werden müssen. Zahlenangaben für diese Maße sehen die neuen Vorschriften nicht vor, dagegen muß die Forderung erfüllt sein, daß einpoliges Einführen von Steckern in die Steckdose unmöglich ist.

Wird nämlich diese Forderung erfüllt, so ist den berechtigten Wünschen in bezug auf den Berührungschutz Genüge getan. Es ist dabei ganz gleichgültig, wie groß der Außendurchmesser der Steckdose wird. Die Verhinderung einpoligen Steckens gilt sowohl für die zweipolige wie für die dreipolige Steckvorrichtung.

Die Kappe der Dose selbst muß vollständig aus Isolierstoff hergestellt sein, es sei denn, daß sie für Erdung eingerichtet oder in anderer Weise (Nullung, Schutzschaltung) gegen die Annahme gefährlicher Spannungen geschützt ist. Deshalb sind also nur mit Isolierstoff ausgekleidete Metallkappen ohne derartige weitere Einrichtungen unzulässig.

Sind in der Steckvorrichtung irgendwelche Erdungsorgane vorhanden, so muß die Erdverbindung der Stecker hergestellt sein, bevor sich die Polkontakte berühren. Auf Grund verschiedener Unfälle, die sich in letzter Zeit mit derartigen Konstruktionen zugetragen haben, wird neuerdings gefordert, daß diese Erdverbindungen über Schleifkontakte hergestellt werden müssen.

Für den Anschluß der Leitungen an Steckdosen ist, wie allgemein gefordert, die Verwendung von Schraubklemmen vorgeschrieben, u. zw. bei Steckdosen für 10 A 250 V solche, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtungen eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser zwei- und dreipoligen 10 A-Dosen so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 2,5 mm² angeschlossen werden können.

Eine wesentliche Änderung gegenüber den bisher vorhandenen Steckvorrichtungen bilden die 10 A-Dosen in bezug auf die Kontaktbildung. Die Stifte der 10 A-Stecker sind starr (5 mm) und ungeschlitzt, dagegen müssen die Hülsen in der Dose federnd ausgebildet sein und von 3,5 mm auf 5,5 mm federn. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß einmal die normalen 10 A-Stecker einen sicheren Kontakt in der Steckdose haben; anderseits werden auch die alten, bisher allgemein gebräuchlichen 6 A-Stecker mit federnden 4 mm-Stiften ebenfalls in den 10 A-Dosen Kontakt geben. Hervorzuheben ist, daß die bisherigen Maßangaben für die zweipolige 6 A-Steckdose außer Kraft gesetzt sind.

Neu ist es, daß für Stromstärken bis 10 A ungesicherte Muttern auf den Steckerstiften zur Befestigung der Abdeckungen der Steckerkörper, wie sie bisher bei vielen Konstruktionen vorhanden waren, mit dem Auslauftermin 31. Dezember 1930 unzulässig sind. Über 10 A wird diese Forderung für alle Stecker ab 1. Juli 1932 gestellt. Bunde und Muttern, die durch die Konstruktion bedingt sind, müssen so angeordnet sein, daß die Vorschriften über Kriechstrecken und kürzeste Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität sowie kürzeste Luftstrecke zwischen spannungführenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand eingehalten werden, u. zw. auch bei eingesetztem Stecker.

Die gefährlichste und am meisten zu Störungen Anlaß gebende Stelle des Steckers ist die Eintrittsöffnung der Zuleitung in den Steckerkörper und die Zugentlastungsvorrichtung. Dieser Zugentlastungsvorrichtung wurde bisher von den Herstellern vielfach wenig Beachtung geschenkt. Anderseits wurde aber die Zugentlastung bei der Montage mit den etwa am Stecker vorhandenen Vorrichtungen vielfach nicht ausgeführt, so daß die Adern der Zuleitung am fertig montierten Stecker nicht von Zug entlastet werden. Um in dieser Frage möglichst bald eine Besserung herbeizuführen, wird bereits mit Auslauftermin 1. Juli 1929 allgemein verlangt, daß die Ausführungsart der Zugentlastung leicht verständlich sein muß. Verboten ist das Verknoten der Leitungen unter sich und das Festbinden der Leitungen mit Bindfäden und Schnüren. Die Anbringung von Wülsten in der Leitung ist gestattet. Es soll ferner angestrebt werden, daß die Zugentlastung möglichst ohne verlierbare Teile ausgeführt werden kann, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß vom Fabrikanten vorgesehene Ringe,



den bisher bestehenden Vorschriften eine Neuerung sind, hingewiesen.

Dosenschalter.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Dosenschalter, zu denen auch Druckknopf- und ähnliche Schalter zu rechnen sind, gibt nachstehende Tafel:

	250/380 V	500 (550) V	750 V
Ausschalter	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60
Umschalter	—	1	1
	—	2	2
	—	4	4
	6	6	6
	10	10	10
	25	25	25
	60	60	60

Die Mindeststromstärke für Ausschalter ist bei 250 und 380 V ab 1. Juli 1930 (Auslauftermin) 6 A. Bis dahin sind noch Ausschalter für 4 A auf Grund der bisherigen Vorschriften zulässig. Für Umschalter für 250 und 380 V sind bis zum 1. Juli 1932 als Auslauftermin noch 2 und 4 A zulässig, dann nur noch 6 A.

Angaben über Spannung und Strom sind auf den Schalterkappen unzulässig, da durch abnehmbare Kappen Verwechslungen zwischen Schaltern verschiedener Typen sowie verschiedener Stromstärken möglich sind. Diese Bezeichnungen müssen aber auf dem Hauptteil des Schalters so angebracht sein, daß sie am montierten Schalter nach Entfernen der Abdeckung leicht und deutlich zu erkennen sind. Zulässig und mit Rücksicht auf die Lagerhaltung erwünscht ist es, diese Angaben auch auf der Rückseite des Schaltersockels anzubringen.

Für die Anschlüsse wird bei einpoligen 6 A 250 V-Schaltern verlangt, daß Schraubklemmen verwendet werden müssen, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtung eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser Schalter so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 1,5 mm² angeschlossen werden können.

Die Bedienungsteile aller Schalter, wie Griffe, Knebel und Drücker, müssen aus Isolierstoff bestehen. Nur Steckschlüssel können aus Metall hergestellt sein, wenn ihre Handhabe mit einer haltbaren Isolierschicht umkleidet ist. Diese Ausnahme gegenüber der allgemeinen Forderung, daß die Bedienungsteile aus Isolierstoff bestehen müssen, mußte gemacht werden, da ein Isolierstoff für Steckschlüssel, der den mechanischen Beanspruchungen gewachsen ist, schwer zu finden ist.

Gefordert wird ferner, daß zwischen Übertragungsorganen (wie bei Stangenschaltern und Schnüren bei Zugschaltern) und dem Schalter ein mit dem Schalter fest verbundenes isolierendes Zwischenstück vorhanden sein muß.

Bei mehrpoligen Ausschaltern und bei allen Ausschaltern für Spannungen über 250 V muß die Schaltstellung erkennbar sein.

Da vielfach Schalter leider zum Aufhängen von Gegenständen, wie Mäntel usw., verwendet werden, so sollen die Schalter so gestaltet sein, daß ein Anhängen derartiger Gegenstände an den Griff erschwert ist.

Neuaufgenommen in die Vorschriften für Dosenschalter sind Prüfbestimmungen für die mechanische Festigkeit der Kappen. Bei der Montage, oft schon auch auf dem Transport, zerbrechen Kappen und werden vielfach, auch wenn sie nur einen Sprung aufweisen, trotzdem montiert. Anderseits müssen fertig montierte Schalter einen Schlag oder Stoß aushalten, ohne daß die Kappe zerspringt und spannungsführende Teile freigelegt werden.

Steckvorrichtungen.

Für die Steckvorrichtungen — Steckdose und Stecker — enthalten die neuen Vorschriften für Installationsmaterial verschiedene sehr wichtige Neuerungen gegenüber den bisher bestehenden Vorschriften.

So müssen künftig alle Steckdosen für mindestens 10 A gebaut sein. Bis zum 1. Juli 1930 als Auslaufstermin sind noch Steckdosen für 6 A zulässig.

Für Stecker wird ebenfalls als geringste Nennstromstärke 10 A vorgeschrieben. Mit Rücksicht auf die vorhandenen Steckdosen sind jedoch auch noch Stecker für 6 A zulässig.

Eine Übersicht über die normalen Typen (Stromstärken) der Steckvorrichtungen gibt nachstehende Tafel:

Steckvorrichtungen (Steckdosen und Stecker*).

	250 V	380 V	500/550 V	750 V
zweipolig	10	—	10	10
	25	—	25	25
	60	—	60	60
dreipolig	10	10	10	10
	25	25	25	25
	60	60	60	60

* Stecker zur Verwendung in bereits installierten Steckdosen sind auch für 6 A zulässig.

In den Sitzungen der Kommission für Installationsmaterial wurde vielfach die Frage behandelt, ob und wann Wohnungsteckdosen mit Sicherungen zweckmäßig sind und ob die Polunverwechselbarkeit dieser Dosen berechtigt ist.

Sicherungen in Steckdosen werden durch die Verbandsvorschriften nicht vorgeschrieben, auch nicht in den sogenannten Wohnungsteckdosen, das sind solche in nackter, also nicht gekapselter Ausführung, wie sie vornehmlich in Wohnungen und leichteren Werkstätten usw. üblich sind. — Die Errichtungsvorschriften fordern nach § 14 d Sicherungen nur zum Schutze der Leitungen. — Nach § 14 e müssen Sicherungen hierbei an allen Stellen vorgesehen werden, bei denen sich die Leitung verjüngt, jedoch nicht, wenn die Sicherung für den stärkeren Querschnitt schwach genug bemessen ist, um den abgehenden schwächeren Querschnitt genügend zu schützen.

Dieser Fall trifft in der Regel auf die an Steckdosen angeschlossenen Leitungschnüre zu. Selbst die bisher allgemein verwendeten Schnüre von 0,5 mm² werden nach Ansicht der Kommission durch die 6 A-Stromkreissicherung genügend geschützt. — Diese Sicherung läßt nur Überlastungen zu, mit denen die 0,5 mm²-Leitungschnur auf etwa 40 ° Übertemperatur während der Dauer von rund 30 min, also bis zum Abschmelzen der Sicherung und bei Belastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden, auf höchstens 26 ° dauernd erhitzt werden kann[1]. Bei Verwendung einer 10 A-Sicherung ergibt sich für dieselbe Leitung eine Erwärmung von 117 ° Übertemperatur bis zum Abschmelzen der Sicherung nach etwa 30 min und höchstens 72 ° bei Dauerbelastung. — Die möglichen Erwärmungen sind demnach auch bei Verwendung einer Stromkreissicherung von 10 A noch nicht bedenklich, wenn man auch solche Erwärmungen für fest verlegte Leitungen nicht zulassen kann. Man nimmt allgemein an, daß dauernd hohe Belastungen bei Schnüren nicht zu erwarten sind, und Schnurüberlastungen durch Erdschluß jedenfalls bei Tisch- und Handleuchtern nicht in Frage kommen.

Der jetzt als kleinster Querschnitt für ortsveränderliche Leitungen zugelassene Querschnitt von 0,75 mm² ergibt natürlich geringere Erwärmungen, so daß für die zukünftig in den Handel kommenden Apparate und Geräte Bedenken überhaupt nicht auftreten können.

Die möglichen Erwärmungen der Leitungschnüre von 0,5 ... 1,5 mm² bei Verwendung von Sicherungen der Nennstromstärken 6 ... 15 A ergibt die folgende Tafel.

Querschnitt	Sicherung	Übertemperatur in °C bis zum Abschmelzen der Sicherung	Übertemperatur in °C bei Höchstbelastungen, die von der Sicherung noch ertragen werden
0,5	6	40	26
	10	117	72
0,75	6	25	15
	10	69	44
1,0	6	23	10
	10	36	23
1,5	6	11	8
	10	28	18

Die vorerwähnten Ergebnisse erübrigen demnach im allgemeinen eine besondere Sicherung in der Steckdose. Man wird aber gut tun, die Stromkreissicherung nur so stark als nötig zu bemessen.

Unter Umständen kann eine Sicherung in der Dose aber doch erwünscht sein, u. zw. vornehmlich in Räumen mit vielen Steckdosen für viele Tischleuchter. Hier kann es störend wirken, wenn durch das Abschmelzen der Stromkreissicherung sämtliche Lampen erlöschen; insbesondere bei Fehlen der Allgemeinbeleuchtung, beispielsweise im Orchester. Dagegen hält man in Wohnungen die Sicherung in der Steckdose in der Regel für überflüssig und unpraktisch. Bei Kurzschluß und Überlastung bereitet hier zweifellos das Abschmelzen der Stromkreis-

[1] Siehe Mitt. V. El. W. Bd. 25, S. 431.

sicherung keine längere Störung, da diese Sicherung schneller und bequemer zu ersetzen ist als die Sicherung in der Steckdose.

Die K. P. I. fordern übrigens für Steckdosen erhöhten Berührungsschutz beim Auswechseln der Schmelzeinsätze. — Von außen bedienbare Sicherungsschraubstöpsel erfüllen diese Forderung, dgl. auch unter Umständen auf der Rückseite des Deckels angeordnete Schmelzeinsätze, die erst nach Aufsetzen des Deckels mit den Leitungsanschlußklemmen in Kontakt treten. — Bei solchen Steckdosen müssen jedoch die Stromschlußorgane und Anschlußklemmen so verdeckt angeordnet sein, daß sie nach Abnahme des Deckels nicht zufällig von Hand berührt werden können. — Berührungsschutz ist dagegen bei den alten Steckdosen mit Lamellen unmittelbar auf dem Sockel nicht vorhanden, aber auch die Verwendung von Glaspatronen bietet hier allein noch nicht den geforderten Berührungsschutz.

Die Schmelzeinsätze müssen gemäß den K. P. I. auch für Wohnungssteckdosen kurzschlußsicher sein, jedoch gilt hierfür die Prüfspannung 275 V als genügend. — Die Forderung auf Kurzschlußsicherheit ist u. a. auch deswegen berechtigt, weil nicht kurzschlußsichere Schmelzeinsätze bei Kurzschluß die Stromkreissicherung in Mitleidenschaft ziehen können. (500 V wird für Sicherungen in Wohnungssteckdosen nicht verlangt, dagegen nach wie vor für alle anderen Steckdosen.)

Das gleichzeitige Durchschmelzen der Stromkreissicherung kann übrigens auch eintreten, wenn weitere, mit derselben Sicherung geschützte andere Stromkreise stark belastet sind. Das Mitabschmelzen der Stromkreissicherung steht natürlich in vollkommenem Gegensatz zu der mit der Steckdosensicherung verfolgten Absicht, nämlich die Stromkreissicherung zu schonen.

Um mit Sicherheit das Abschmelzen der Stromkreissicherung zu verhüten, sollte man im übrigen stets als Steckdosensicherung diejenige der nächst kleineren Nennstromstärke verwenden, also z. B. hinter einer 6 A-Stromkreissicherung eine 4 A-Steckdosensicherung.

In zweipoligen Steckdosen lassen die K. P. I. übrigens einpoliges Sichern zu, da diese Einschränkung nach allen Überlegungen ausreichende Sicherheit bietet, u. zw. auch in solchen Anlagen, die bis zu den Verteilungsleitungen zweipoliges Sichern vorsehen.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungssteckdosen wird von den Verbandsvorschriften nicht gefordert. — Die K. P. I. haben deswegen auch die früher hierfür bestehenden Normen gänzlich aufgehoben. Für Fälle, in denen Polunverwechselbarkeit unbedingt notwendig ist, sind besondere Ausführungsformen von Steckvorrichtungen zu verwenden.

Die Normen für die neuen 10 A-Wohnungssteckdosen laufen, was besonders betont wird, den noch immer in vielen Orten bestehenden Vorschriften in bezug auf Polunverwechselbarkeit geradezu entgegen, da ihre Kontakthülsen so weit federnd sind, daß sie sowohl den Steckerstift mit 4 mm als auch denjenigen mit 5 mm Durchmesser einzuführen gestatten.

Die Forderung nach Polunverwechselbarkeit der Wohnungssteckdosen und Stecker gilt verbandsmäßig als überholt, da sie allein für Hand- und Tischleuchter berechtigt war, für die bisher die Forderung galt, die Phasenleitung an den weniger zugänglichen Mittelkontakt der Glühlampenschraubfassung zu legen. Eine Forderung, die durch Einführung der Glühlampenschraubfassung mit Berührungsschutz aufgehoben werden konnte. — Nullung mit Hilfe der zweipoligen Wohnungssteckdose ist gänzlich unzulässig, da gefährlich.

Diejenigen Elektrizitätswerke, die bisher polunverwechselbare Steckvorrichtungen vorgeschrieben hatten, diese Vorschrift aber nunmehr aufgeben möchten, werden ihren Abnehmern, deren Tisch- und Handleuchter und in notwendiger Folge auch alle Haüsgeräte noch mit polunverwechselbaren Steckern versehen sind, einen sehr großen Dienst erweisen, wenn sie in Zukunft nur noch die neuen 10 A-Steckdosen vorschreiben, die übrigens nach Maßgabe der K. P. I. ab 1930 allgemein gefordert werden, da als kleinste Nennstromstärke für Steckdosen von diesem Zeitpunkt an 10 A vorgeschrieben, also 6 A verboten wird.

Die Polunverwechselbarkeit der zweipoligen Wohnungssteckdosen wird auch bei einpolig sichernden Dosen nicht verlangt, da man annehmen kann, daß Kurzschluß in den weitaus meisten Fällen nur zwischen den beiden Leitungen stattfinden wird, dagegen sehr selten Erdschluß mit einer Phase.

Allgemein vertritt übrigens die Kommission für Installationsmaterial die Ansicht, daß mit zunehmender Anwendung von Hausgeräten die solide Ausführung der Wohnungssteckvorrichtungen an Bedeutung gewinnt und daß man bei Installationen auf genügende Zahl der Steckvorrichtungen viel mehr als bisher bedacht sein müßte, und daß es recht zweckmäßig ist, die Steckdosen womöglich an einen besonderen Stromkreis zu legen.

Mit Rücksicht auf den Berührungsschutz beim Einstecken des Steckers in die Dose ist es nötig, daß gewisse Maße der Dosen eingehalten werden müssen. Zahlenangaben für diese Maße sehen die neuen Vorschriften nicht vor, dagegen muß die Forderung erfüllt sein, daß einpoliges Einführen von Steckern in die Steckdose unmöglich ist.

Wird nämlich diese Forderung erfüllt, so ist den berechtigten Wünschen in bezug auf den Berührungsschutz Genüge getan. Es ist dabei ganz gleichgültig, wie groß der Außendurchmesser der Steckdose wird. Die Verhinderung einpoligen Steckens gilt sowohl für die zweipolige wie für die dreipolige Steckvorrichtung.

Die Kappe der Dose selbst muß vollständig aus Isolierstoff hergestellt sein, es sei denn, daß sie für Erdung eingerichtet oder in anderer Weise (Nullung, Schutzschaltung) gegen die Annahme gefährlicher Spannungen geschützt ist. Deshalb sind also nur mit Isolierstoff ausgekleidete Metallkappen ohne derartige weitere Einrichtungen unzulässig.

Sind in der Steckvorrichtung irgendwelche Erdungsorgane vorhanden, so muß die Erdverbindung der Stecker hergestellt sein, bevor sich die Polkontakte berühren. Auf Grund verschiedener Unfälle, die sich in letzter Zeit mit derartigen Konstruktionen zugetragen haben, wird neuerdings gefordert, daß diese Erdverbindungen über Schleifkontakte hergestellt werden müssen.

Für den Anschluß der Leitungen an Steckdosen ist, wie allgemein gefordert, die Verwendung von Schraubklemmen vorgeschrieben, u. zw. bei Steckdosen für 10 A 250 V solche, bei denen die Leitungsenden zwecks bequemer Montage ohne besondere Zurichtungen eingeführt werden können. Ferner müssen die Sockel dieser zwei- und dreipoligen 10 A-Dosen so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 2,5 mm² angeschlossen werden können.

Eine wesentliche Änderung gegenüber den bisher vorhandenen Steckvorrichtungen bilden die 10 A-Dosen in bezug auf die Kontaktbildung. Die Stifte der 10 A-Stecker sind starr (5 mm) und ungeschlitzt, dagegen müssen die Hülsen in der Dose federnd ausgebildet sein und von 3,5 mm auf 5,5 mm federn. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß einmal die normalen 10 A-Stecker einen sicheren Kontakt in der Steckdose haben; anderseits werden auch die alten, bisher allgemein gebräuchlichen 6 A-Stecker mit federnden 4 mm-Stiften ebenfalls in den 10 A-Dosen Kontakt geben. Hervorzuheben ist, daß die bisherigen Maßangaben für die zweipolige 6 A-Steckdose außer Kraft gesetzt sind.

Neu ist es, daß für Stromstärken bis 10 A ungesicherte Muttern auf den Steckerstiften zur Befestigung der Abdeckungen der Steckerkörper, wie sie bisher bei vielen Konstruktionen vorhanden waren, mit dem Auslauftermin 31. Dezember 1930 unzulässig sind. Über 10 A wird diese Forderung für alle Stecker ab 1. Juli 1932 gestellt. Bunde und Muttern, die durch die Konstruktion bedingt sind, müssen so angeordnet sein, daß die Vorschriften über Kriechstrecken und kürzeste Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität sowie kürzeste Luftstrecke zwischen spannungführenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand eingehalten werden, u. zw. auch bei eingesetztem Stecker.

Die gefährlichste und am meisten zu Störungen Anlaß gebende Stelle des Steckers ist die Eintrittsöffnung der Zuleitung in den Steckerkörper und die Zugentlastungsvorrichtung. Dieser Zugentlastungsvorrichtung wurde bisher von den Herstellern vielfach wenig Beachtung geschenkt. Anderseits wurde aber die Zugentlastung bei der Montage mit den etwa am Stecker vorhandenen Vorrichtungen vielfach nicht ausgeführt, so daß die Adern der Zuleitung am fertig montierten Stecker nicht von Zug entlastet werden. Um in dieser Frage möglichst bald eine Besserung herbeizuführen, wird bereits mit Auslauftermin 1. Juli 1929 allgemein verlangt, daß die Ausführungsart der Zugentlastung leicht verständlich sein muß. Verboten ist das Verknoten der Leitungen unter sich und das Festbinden der Leitungen mit Bindfäden und Schnüren. Die Anbringung von Wülsten in der Leitung ist gestattet. Es soll ferner angestrebt werden, daß die Zugentlastung möglichst ohne verlierbare Teile ausgeführt werden kann, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß vom Fabrikanten vorgesehene Ringe,

Keile usw. leicht verloren gehen oder bei der Montage in Unkenntnis der Verhältnisse aus dem Stecker entfernt werden.

Vom 1. Juli 1932 ab wird ferner verlangt, daß die Stecker mehrteilig sein müssen. Auch hier hat die Erfahrung gezeigt, daß ein sachgemäßes Anschließen der Leitungschnüre in einteiligen Steckern nicht möglich ist, wenn eine gut wirkende Zugentlastung vorhanden sein soll.

Mit Rücksicht auf die neuen Bestimmungen der Errichtungsvorschriften über die geringsten Querschnitte müssen künftig 6 A-Stecker so eingerichtet sein, daß Schnur- und Gummischlauchleitungen bis 1 mm² angeschlossen werden können, an Steckern für 10 A auch Querschnitte von 1,5 mm².

Um festzustellen, ob die Zugentlastungsvorrichtung den berechtigten Ansprüchen genügt, ist eine besondere Prüfung hierfür vorgesehen, bei der ein Herausreißen der Leitung und ihrer Umhüllung aus dem Stecker nicht erfolgen darf.

Die Forderung, daß die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert werden müssen, war bisher schon in den Vorschriften für Installationsmaterial enthalten. Auch hierfür sehen die neuen Vorschriften eine Prüfung vor, bei der nach 10 Umdrehungen zwischen der Anschlußstelle der Leitung und der Zugentlastungsvorrichtung keine Verdrehung der Leitung im Stecker erfolgen darf.

Ebenfalls wie für die Kappen der Dosenschalter sind in den neuen Vorschriften für Installationsmaterial auch Prüfbestimmungen für die mechanische Festigkeit der Kappen von Steckdosen neu aufgenommen. Im Gegensatz zu den Bestimmungen für Dosenschalter sind Aufschriften über Nennstrom und Nennspannung auf den Kappen der Steckdosen zulässig.

Sicherungen.

Eine Mindestnennstromstärke ist für die Schmelzeinsätze nicht festgelegt, dagegen eine Mindestspannung (500 V) für Schmelzeinsätze und Sicherungsockel.

Eine Übersicht über die normalen Typen von Sicherungen gibt nachstehende Tafel:

Sicherungen.

Normale Spannungen 500 und 750 V.

Sockel . . . . . A	25					60		100		200		
Schmelzeinsätze A	6	10	15	20	25	35	60	80	100	125	160	200

Sicherung für Steckdosen 250 V 2, 4, 6 A

Sofern Edisongewinde bei Sicherungen verwendet wird, müssen künftig die in Normblatt DIN VDE 400 festgelegten Maße streng eingehalten werden.

Neu ist es ferner, daß die Stöpselköpfe, sofern sie eine Öffnung für einen Unterbrechungsmelder haben, durch ein Fenster abgeschlossen sein müssen.

Hierdurch wird verhindert, daß ein Herausschleudern der Unterbrechungsmelder oder eine Verletzung durch Stichflammen, Funken oder Splitter erfolgt.

Vom 1. Juli 1932 ab müssen alle Schmelzeinsätze einen Unterbrechungsmelder haben. Dieses gilt nicht für die Patronen, die in Steckdosen eingesetzt werden. Diese Patronen können übrigens, im Gegensatz zu den übrigen Schmelzeinsätzen, für die die normalen Nennspannungen 500 und 750 V sind, für 250 V bemessen sein.

Ferner sind für diese Sicherungspatronen für Steckdosen Normen (DIN VDE 9398) sowie Prüfvorschriften festgelegt, die sich an die allgemeinen Prüfvorschriften für Schmelzeinsätze anlehnen.

Fassungen, Lampensockel und Zubehör.

Außer den Bestimmungen für Fassungen, Lampensockel und Zubehör, die in den K. P. I./1928 enthalten sind, sind noch folgende Arbeiten des VDE, das Gebiet der Beleuchtungskörper betreffend, von Wichtigkeit:

- Vorschriften für Christbaumbeleuchtungen,
- Leitsätze für Fassungen zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenfassungen),
- Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Stehlampen (Stehleuchtern),
- Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V.

Die Lampensockel mit Edison-Gewinde E 10 (Edison-Zwerggewinde) fallen nicht unter die Bestimmungen der K. P. I., da diese Lampensockel nur für Netzspannungen bis 24 V Verwendung finden dürfen.

Eine Übersicht über die normalen Typen der Fassungen für 250 V und für die Belastungen, denen diese Fassungen bei der Prüfung ausgesetzt werden, gibt nachstehende Tafel.

Fassung E 14 ohne Schalter	2 A oder 200 W
Fassung E 27 ohne Schalter	5 A oder 500 W
Fassung E 27 mit Hilfschaltvorrichtung.	2 A oder 200 W
Fassung E 27 mit Schalter	2 A oder 200 W
Fassung E 40 ohne Schalter	30 A oder 3000 W.

Neu ist es, daß Schaltfassungen E 27 ab 1. Juli 1932 künftig die Aufschrift 2 A haben müssen. Mit Rücksicht auf die Verwendung von Steckdosen mit Lampensockel soll durch die Aufschrift ein Anhalt dafür gegeben werden, daß die Fassungen nicht höher als mit 2 A belastet werden dürfen.

Derartige Steckdosen mit Lampensockel müssen in allen ihren Teilen den K. P. I., insbesondere auch in bezug auf den Berührungschutz während des Einschraubens, entsprechen. Mit Rücksicht auf die Fassungen, in welche derartige Zwischenglieder eingesetzt werden, darf der Gesamtanschlußwert 2 A nicht überschreiten.

Während bisher über die an Fassungen zu verwendenden Metalle hinsichtlich ihrer chemischen Beschaffenheit keine zwingenden Vorschriften bestanden, wird nunmehr ab 1. Juli 1932 gefordert, daß, falls nicht reines Kupfer verwendet wird, eine Kupferlegierung mit mindestens 80 % Kupfergehalt verwendet werden muß.

Neu ist es ferner, daß die im Normblatt DIN VDE 400 für das Edisongewinde festgesetzten Maße bei der Gewindehülse streng eingehalten werden müssen und daß Isolierteile, die ein Gewinde für den Lampensockel haben, mit einem Ursprungzeichen versehen sein müssen, das den Hersteller des Isolierteiles erkennen läßt.

Mit Rücksicht auf immer wiederkehrende Klagen über unzweckmäßige und schwierige Montage der Fassungen an Beleuchtungskörpern ist eine grundlegende Änderung für diesen Teil der Fassung vorgesehen. Vom 1. Juli 1932 ab ist die Anwendung der seitlichen Druckschrauben (Maden) unzulässig. Die Fassung (Nippelmutter) muß gegen Lockerung vom Nippel (Rohrnippel, Zwischennippel usw.) oder Zurückschrauben künftig im Innern des Bodens gesichert werden können.

Eine Heraufsetzung der Wandstärken des Gewindekorbes, des Mantels und des Fassungsbodens für die Fassungen E 27 tritt am 1. Juli 1932 (Auslauftermin) ein, u. zw. von 0,28 mm auf 0,3 mm.

Mit Rücksicht auf die vorerwähnte Neuerung für die Befestigung der Fassungen am Nippel, aber auch um den Leitungen mehr Raum zu geben, ändern sich die Maße für den Hohlraum zwischen Stein und Fassungsboden.

Während bisher Fassungen mit metallenen Zugketten verboten waren, können diese künftig verwendet werden, wenn sie den Sonderbestimmungen entsprechend ausgeführt sind. Es wird gefordert, daß die Bedienungsorgane für Zugkettenfassungen, falls sie aus Metall bestehen, gegen die Metallteile des Mechanismus isoliert sein müssen. Ferner müssen Metallteile der mit dem Mechanismus in Verbindung stehenden Bedienungsvorrichtungen, deren Isolierteile außerhalb des Fassungsmantels angebracht sind, an der Manteldurchgangstelle in Isolierstoff lagern und so ausgeführt sein, daß sie auch mit nicht spannungsführenden Metallteilen der Fassung (Mantel und Boden) bei ordnungsmäßiger Bedienung nicht in Berührung kommen können.

Für die Isolierzwischenstücke an Zugkettenfassungen sind besondere Prüfbestimmungen neu aufgestellt.

Neu ist auch eine Prüfmethode, mit der die mechanische Festigkeit der Fassungsmäntel und Gewindehülsen erprobt wird. In bezug auf den Berührungschutz sind die entsprechenden Normblätter zu beachten. Für Armaturen sind Gewindenormen neu festgelegt.

Handleuchter.

Den Bestimmungen über Handleuchter unterliegen außer den Handleuchtern (Handlampen) auch die Maschinenleuchter, ortsveränderlichen Werktischleuchter und Backofenleuchter.

Die höchstzulässige Spannung für diese Beleuchtungskörper ist 750 V; für Spannungen von 1000 V dürfen sie nicht mehr verwendet werden, was nach den bisherigen Vorschriften zulässig war.

Entsprechend den Bestimmungen über Zugentlastung und Verdrehungschutz sind auch die neuen Forderungen für Handleuchter festgelegt.



Verteilungstafeln.

Die für den Bau von Verteilungstafeln grundlegende Bestimmung ist im § 9 der Errichtungsvorschriften enthalten. Eine Auslegung dieses Paragraphen, der zu Mißverständnissen und zahlreichen falschen Konstruktionen geführt hat, ist in den neuen Bestimmungen der K. P. I. enthalten, die bei der Neuausgabe der Errichtungsvorschriften in § 9 übernommen wird.

Verteilungstafeln, die nicht von der Rückseite zugänglich sind, müssen so beschaffen sein, daß die Leitungen nach der Befestigung der Tafel auf der Vorderseite oder am Rand angeschlossen werden können. Klemmstellen der Zu- und Ableitungen dürfen nicht auf der Rückseite liegen; das Durchführen dieser Leitungen von der Rückseite durch einzelne Bohrungen der Tafel oder durch Hohlklemmen ist nicht zulässig. Auf der Vorderseite der Tafeln müssen alle spannungsführenden blanken Metallteile und die Anschlußdrähte gegen zufällige Berührung geschützt sein; die hierzu notwendigen Abdeckungen dürfen nur mittels Werkzeugs entfernbar sein.

Isolierrohre und Zubehör.

Bei Isolierrohren mit gefalztem Mantel aus verbleitem Eisenblech muß die Verbleiung so beschaffen sein, daß das Bleigewicht mindestens 3,4 g/dm² beträgt.

Die Vorschriften für Isolierrohre in den K.P.I. enthalten Konstruktionsangaben, Normen und Prüfvorschriften für Isolierrohre mit gefalztem Mantel aus Messingblech oder mit einem gefalzten Mantel aus verbleitem Eisenblech. Für diese Rohre sind die Abmessungen im Normblatt DIN VDE 9030 gegeben. Ferner behandeln die K. P. I. die Stahlpanzerrohre (mit Auskleidung). Abmessungen für diese Rohre sind im Normblatt DIN VDE 9010 enthalten.

Rohre für Verschraubung nach Art der Stahlpanzerrohre, jedoch ohne Auskleidung, müssen in ihren Abmessungen mindestens den gleichen Abmessungen entsprechen, wie sie für Stahlpanzerrohre festgelegt sind.

Von sonstigen Arten von Isolierrohren sind nur noch für das Gummirohr Normen, aber keine Prüfvorschriften herausgegeben. Bemerkt sei, daß in den Errichtungsvorschriften keine bestimmten Arten von Isolierrohren vorgeschrieben sind. Es wird nur verlangt, daß Rohre aus imprägniertem Papier mit einem Metallüberzug versehen sein müssen. Demnach sind auch Rohre, für die Normen und Prüfvorschriften noch nicht vorliegen, zulässig.

Abzweigdosen.

Gänzlich neu sind die Bestimmungen für Abzweigdosen aus imprägnierter Papiermasse mit verbleitem Eisenmantel zur Verlegung unter Putz sowie für Abzweigdosen aus keramischem oder anderem Ioliertoff zur Verlegung auf Putz.

Der lichte Durchmesser der ersten Dosen muß mindestens 70 mm, die lichte Höhe bei eingesetztem Deckel mindestens 35 mm sein. Um eine Austauschbarkeit der Deckel zwischen verschiedenen Fabrikaten zu ermöglichen, sind die notwendigen Bestimmungen und Lehrenangaben gemacht. Erwähnt sei noch, daß die Klemmensockel nicht in der Dose befestigt werden dürfen.

Für beide Arten von Dosen sind eingehende Prüfvorschriften, insbesondere für die Befestigung der Klemmen im Klemmensockel (Einlegekörper), aufgestellt.

Plombierbare Hauptleitungsabzweigkästen.

Die bereits von der Jahresversammlung des VDE 1924 angenommenen Bestimmungen für Hauptleitungsabzweigkästen (Etagenabzweigkästen) sind nunmehr in den K.P.I./1928 aufgenommen. Gegenüber der bisher bestehenden Fassung der Bestimmung sind einige Änderungen vorgenommen worden, die jedoch den Herstellern keine Schwierigkeiten bereiten, da keine Firma ihre Konstruktionen den bisherigen Vorschriften angepaßt hat und nun auf Grund der neuen Vorschriften entsprechende neue Typen auf den Markt bringen kann.

Allgemeine Prüfbestimmungen.

Im Jahre 1924 wurden Leitsätze für die Untersuchung der Isolierstoffe von Installationsmaterialien bekanntgegeben. Unter Berücksichtigung der sich in der Zwischenzeit als notwendig erwiesenen Änderungen wurden diese Bestimmungen im neuen Wortlaut der K.P.I. aufgenommen. Die Prüfbestimmungen wurden ergänzt durch Vorschriften für die Prüfung der mechanischen Festigkeit von nichtmetallgekapselten Steckern, Prüfvorschriften für die Zugentlastung und den Verdrehungsschutz. Durch die Aufnahme der Prüfvorschriften in den K.P.I. ist es nunmehr möglich, die Anforderungen, die in elektrischer und mechanischer Beziehung an Installationsmaterialien gestellt werden, experimentell nachzuprüfen. Da die einzelnen Prüfapparate genau festgelegt sind, ist es ferner möglich, durch verschiedene Beobachter an verschiedenen Orten gleichartige Prüfungen vornehmen zu können. Bestimmungen über die Prüfung der Feuersicherheit der Isolierteile sind noch in Vorbereitung.

Normblätter.

Der neue Wortlaut der K.P.I. enthält nur wenige Maß- und Normenangaben. Eine Übersicht über die zu den K.P.I. gehörenden Normblätter (DIN VDE-Blätter) gibt nachstehende Aufstellung:

Grundnormen:

Gewinde:

DIN VDE 400	Edisongewinde, Gewindeform und Grenzmaße,
„ 401	Edisongewinde, Gewindelehren,
„ 420	Nippelgewinde,
„ 430	Stahlpanzerrohrgewinde, Gewindeform,
„ 431	Stahlpanzerrohrgewinde, Gewindelehren,
„ 450	Gewinde für Schutzgläser, Porzellan- und Gußkappen,

Bauteile:

DIN VDE 6200	Anschlußbolzen für Stromstärken bis 200 A für Installationmaterial,
„ 6206	Kopfkontaktschrauben für Installationsmaterial,

Isolierrohre und Zubehör:

DIN VDE 9000	Gummirohre und Muffen,
„ 9010	Stahlpanzerrohre, ausgekleidete Stahlrohre für Verschraubung,
„ 9030	Isolierrohre mit gefalztem Mantel aus Messingblech oder verbleitem Eisenblech,
„ 9031	Abzweigdosen für Isolierrohre mit gefalztem Mantel, Lehren für Deckelbefestigung,
„ 8030	Tüllen,

Dosenschalter:

DIN VDE 9290	Dosenschalter, Schalterbezeichnungen,
„ 9200	Einpolige Dosenschalter, 6 A 250 V, Richtmaße für Schaltereinsätze,

Steckvorrichtungen:

DIN VDE 9402	Zweipolige Steckdose 10 A 250 V, Richtmaße,
„ 9404	Zweipolige Steckdose 25 A 250 V, Richtmaße,
„ 9410	Dreipolige Steckdose 6 A 250 V, Richtmaße,
„ 9414	Dreipolige Steckdose 25 A 250 V, Richtmaße,
„ 9401	Zweipoliger Stecker 6 A 250 V, Richtmaße,
„ 9403	Zweipoliger Stecker 10 A 250 V, Richtmaße,
„ 9405	Zweipoliger Stecker 25 A 250 V, Richtmaße,
„ 9411	Dreipoliger Stecker 6 A 250 V, Richtmaße,
„ 9415	Dreipoliger Stecker 25 A 250 V, Richtmaße,

Sicherungen:

DIN VDE 9301	Gewinde für Unverwechselbarkeitseinsätze zu Schraubstöpselsicherungen bis 60 A,
„ 9310	Sicherungsockel 25 A 500 V mit quadratischem Grundriß und rückseitigem Anschluß für Schalt- und Verteilungstafeln
„ 9311	Sicherungsockel 60 A 500 V mit quadratischem Grundriß und rückseitigem Anschluß für Schalt- und Verteilungstafeln,
„ 9320	Sicherungsockel (Sicherungselement) 25 A 500 V mit vorderseitigem Anschluß,
„ 9321	Sicherungsockel (Sicherungselement) 60 A 500 V mit vorderseitigem Anschluß,
„ 9352	Sicherungsockel, L-Sicherungschraubstöpsel 6 ... 25 A 500 V, Lehren,
„ 9353	Sicherungsockel, L-Sicherungschraubstöpsel 6 ... 60 A 500 V, Lehren,

DIN VDE 9360 D-Sicherungsschraubstöpsel 6 ... 25 A 500 V und Zubehör,
„ 9361 D-Sicherungsschraubstöpsel, D-Paßschrauben 6 ... 25 A 500 V, Lehren,
„ 9398 Sicherungspatronen 250 V für Steckdosen nach DIN VDE 9402,

Fassungen und Glühlampensockel:

DIN VDE 9611 Edison-Lampensockel, Lehren für Einschraubtiefen,
„ 9615 Edison-Lampensockel 14,
„ 9620 Edison-Lampensockel 27,
„ 9625 Edison-Lampensockel 40,
„ 9630 Pauschalsockel und Unverwechselbarkeitsvorrichtung für Pauschalfassung,
„ 9650 Sockel für Soffittenlampen,
„ 9616 Glühlampenschraubfassungen mit Berührungschutz und Gewinde E 14, E 27 und E 40, Tiefen- und Weitenlehren,
„ 9617 Glühlampenschraubfassungen mit Berührungschutz und Gewinde E 14, E 27 und E 40, Berührungschutz-Prüflehren,
DIN VDE 9651 Fassung zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen), Berührungschutzprüflehre,
„ 9652 Fassung zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen), Tiefen- und Weitenlehre,

Verlegungsmaterial:

DIN VDE 8021 Mantelrollen für Schraubenbefestigung,
„ 8022 Mantelrollen für Stützenbefestigung,
„ 8052 Gerade Isolatorstützen für Mantelrollen nach DIN VDE 8022,
„ 8010 Stützenisolator für Niederspannungsinstallationen in gedeckten Räumen und im Freien,
„ 8032 Klemmen für Niederspannungsinstallationen in Innenräumen für Leitungen bis 2,5 mm²,
„ 8031 Rollen.

Ein Rechenbehelf für die komplexen Ausdrücke.

Von **J. Hak**, Paris.

Übersicht. Es wird ein einfacher Rechenbehelf zum Übergang zwischen den beiden Formeln $(b + ja)$ und $R\,e^{j\varphi}$ angegeben. Eine andere, ebenfalls auf einem Logarithmenpapier konstruierte Rechentafel für die Hyperbelfunktionen mit komplexem Argument wird kurz beschrieben.

Die Bequemlichkeit, mit welcher man entweder die Addition oder die Multiplikation von Vektoren mit Hilfe der Ausdrücke $(b + ja)$ und $R\,e^{j\varphi}$ rechnerisch durchführen kann, kann nur dann voll ausgenutzt werden, wenn man rasch von einer der beiden Formeln zur anderen übergehen kann. Der einfachste graphische Rechenbehelf dazu wäre eine aus einer Kreisschar und einer Winkelteilung bestehende Tafel, die aber eine zu kleine Genauigkeit für kleinere Winkel besitzen und zu große Abmessungen benötigen würde. Nomogramme zur Lösung der Gleichung $b + ja = R\,e^{j\varphi}$ wurden von Mayer[1] angegeben; ein Rechenbrett mit beweglichen Elementen ist von Spielrein[2] konstruiert worden; schließlich kann bei einiger Übung die Lösung auch auf dem Rechenschieber durchgeführt werden[3].

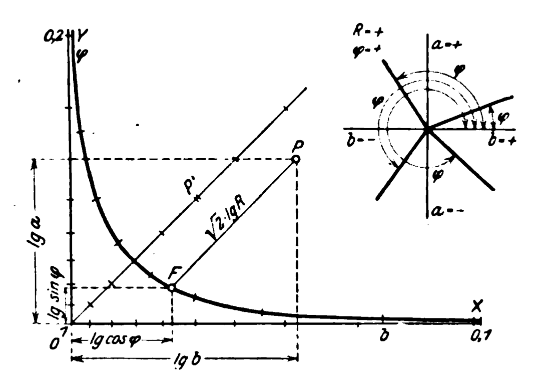


Abb. 1. Darstellung der Gleichung $b + ja = R\,e^{j\varphi}$ im logarithmischen Koordinatensystem.

Ein einfacher Rechenbehelf, der nach einer Vervollständigung auch zur Lösung von Gleichungen, die sich auf die Hyperbelfunktionen beziehen, dienen kann, wird auf folgende Weise gewonnen. Im logarithmischen, von 1 zu 0,1 nach rechts fortschreitenden Koordinatensystem OX, OY (Abb. 1) wird eine Kurve φ konstruiert, die den Gleichungen

$$x = \lg \cos \varphi$$
$$y = \lg \sin \varphi$$

entspricht und eine dem Winkel φ entsprechende Teilung trägt. Wird von dem durch den Wert φ gegebenen Punkte F die Strecke $FP = \sqrt{2} \cdot \lg R$ unter 45° aufgetragen, so bestimmt der Punkt P auf den Achsen OX und OY die Werte $\lg b$ und $\lg a$, wobei $b + ja = R\,e^{j\varphi}$ ist. (Beweis: $b = R \cos \varphi$, $a = R \sin \varphi$, $\lg b = \lg R + \lg \cos \varphi$, $\lg a = \lg R + \lg \sin \varphi$.)

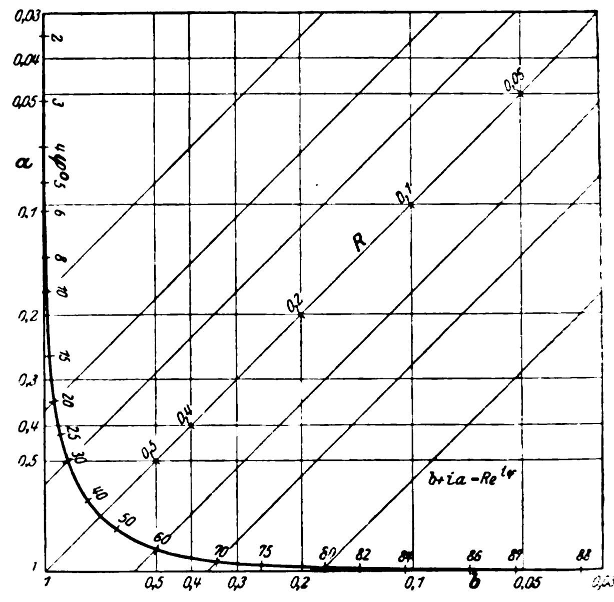


Abb. 2. Rechentafel zum Übergang $b + ja = R\,e^{j\varphi}$.

Die Rechentafel, die mit Vorteil auf einem Logarithmenpapier (Modul = 25 cm) konstruiert wird, ist durch die Abb. 2 wiedergegeben (verkleinert und nur teilweise abgebildet). Die Teilung $\sqrt{2} \cdot \lg R$ ergibt sich direkt auf einer durch den Anfangspunkt gezogenen Geraden; das Auftragen der Strecke FP geschieht entweder mit einem Maßstab, der die Teilung $\sqrt{2} \cdot \lg R$ trägt, oder mit Hilfe eines durchsichtigen Deckblattes. Einige unter 45° gezogene Gerade erleichtern dieses Auftragen oder das Verschieben des Deckblattes. Für $R > 1$ ist der Wert von R durch 10, 100 usw. zu dividieren, und die abgelesenen Werte von b und a werden mit 10, 100 usw. multipliziert. Die Abb. 1 trägt die bekannte Zusammenstellung für positive Werte von R und φ und für $\varphi > 90°$.

Beispiel. 1. Gegeben $R = 0{,}6$, $\varphi = 32°$. Man trägt $FP = OP' = \sqrt{2} \cdot \lg 0{,}6$ auf und liest auf den Achsen $b = 0{,}51$, $a = 0{,}32$ ab.

2. Gegeben $b = 0{,}2$, $a = 0{,}32$. Man sucht den diesen Werten entsprechenden Punkt P und mißt seinen unter

---

[1] Mayer, Rechentafeln zur Leitungsberechnung. ETZ 1921, S. 1225.

[2] Spielrein, Über einen Rechenschieber für komplexe Zahlen. ETZ 1924, S. 849.

[3] Fenyö, Einfache Umrechnung der komplexen Zahlen mit dem Rechenschieber. ETZ 1927, S. 1075 und Briefwechsel Wallot-Fenyö S. 1748. — Vgl. auch Klinkhamer, Inversion ebener Vektoren mit dem Rechenschieber. ETZ 1928, S. 407.

45 ° genommenen Abstand von der φ-Kurve ab. Es ergibt sich $FP = 0{,}378$, und auf der φ-Kurve wird $\varphi = 58°$ abgelesen.

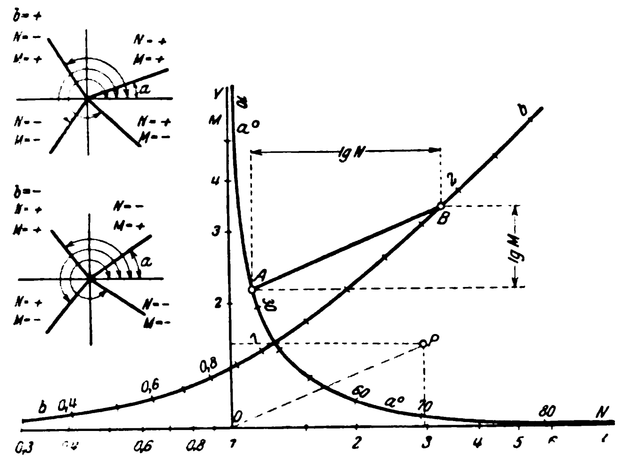


Abb. 3. Darstellung der Gleichung $\mathfrak{Sin}\,(b + j\,a) = N + j\,M$ im logarithmischen Koordinatensystem.

Auch die Hyperbelfunktionen mit komplexem Argument ($\mathfrak{Sin}$ und $\mathfrak{Cof}$) lassen sich ziemlich einfach im Logarithmen-Koordinatensystem darstellen. Die so erhaltene

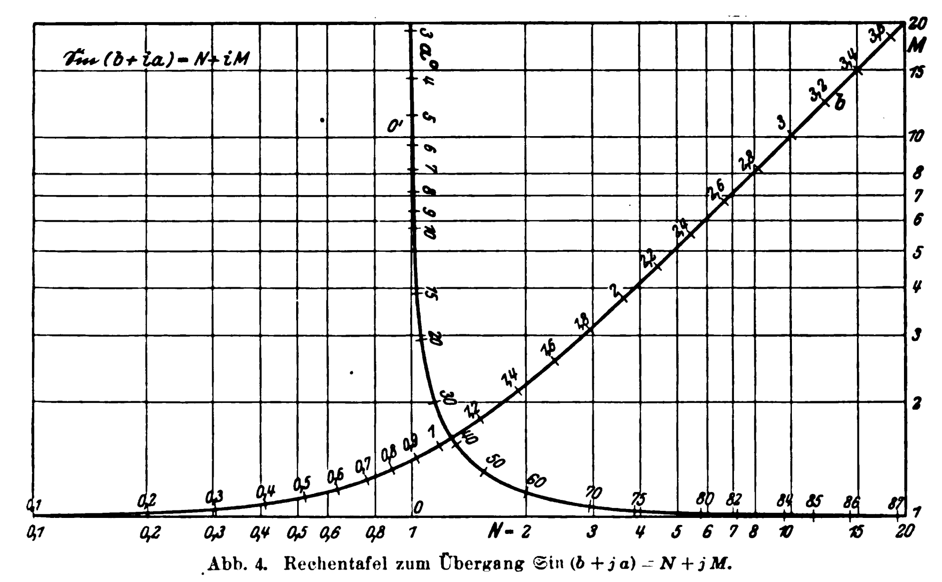


Abb. 4. Rechentafel zum Übergang $\mathfrak{Sin}\,(b + j\,a) = N + j\,M$.

Rechentafel ist etwa mit den ebenfalls von Mayer angegebenen Nomogrammen gleichwertig, ohne natürlich die viel komplizierteren topographischen Tafeln von Blondel[4] oder Emde[5] und Breisig[6] auch mit Rücksicht auf die Möglichkeit einer direkten topographischen Abbildung einer Leitung völlig ersetzen zu können.

Zur Lösung der Gleichung $\mathfrak{Sin}\,(b + j\,a) = N + j\,M$ werden in einem logarithmischen Koordinatensystem *OX*, *OY* die beiden Kurven

$$a \ldots . \; x = -\lg \cos a, \quad y = -\lg \sin a$$
$$b \ldots . \; x = \lg \mathfrak{Sin}\, b, \quad y = \lg \mathfrak{Cof}\, b$$

konstruiert und mit den den Werten von a und b entsprechenden Teilungen versehen (Abb. 3). Sind *A* und *B* die durch die gegebenen Werte von a und b bestimmten Punkte, so ist die horizontale Entfernung dieser Punkte gleich $\lg N$, die vertikale $\lg M$. [Beweis: $\mathfrak{Sin}\,(b + j\,a) = \mathfrak{Sin}\, b \cos a + j\, \mathfrak{Cof}\, b \sin a = N + j\,M$; $\lg N = \lg \mathfrak{Sin}\, b + \lg \cos a$; $\lg M = \lg \mathfrak{Cof}\, b + \lg \sin a$.]

Sind a und b gegeben und N und M zu finden, so genügt es, die horizontale und die vertikale Entfernung der Punkte *A* und *B* in dem logarithmischen Maßstab des Systems zu messen, um direkt N und M ablesen zu können. Es kann mit Vorteil auf einem durchsichtigen Deckblatt geschehen. Macht man $OP \# AB$, so bestimmt der Punkt *P* auf den Achsen die gesuchten Werte von N und M. Sind die Werte N und M gegeben, so fixiert man auf einem durchsichtigen Deckblatt die Strecke *OP* und verschiebt dieselbe parallel so, daß *O* auf die Kurve a und *P* auf die Kurve b zu liegen kommen, wodurch die Punkte *A* und *B* und damit die gesuchten Werte von a und b gefunden sind.

Die Abb. 4 gibt die Rechentafel wieder (verkleinert und Netzteilung nur angedeutet). Der unter der Achse *OX* liegende Teil braucht nicht verwendet zu werden; ergibt sich die Strecke *AB* in der Richtung nach unten, so trägt man sie vom Punkte *O'* auf ($OO' = \lg 10$) und dividiert den abgelesenen Wert von M durch 10. Die Abb. 3 enthält eine Zusammenstellung der Richtungszeichen von N und M für positives und negatives b.

Beispiele:

1. Gegeben $\mathfrak{Sin}\,(1{,}6 + j \cdot 54°)$; man sucht die diesen Werten entsprechenden Punkte *A* und *B* auf und mißt ihre horonzitale und vertikale Entfernung; oder man sucht den Punkt *P* auf ($OP \# AB$) und liest direkt auf den Achsen $N = 1{,}4$, $M = 2{,}08$ ab.

2. Gegeben $0{,}65 + j \cdot 2{,}1$. Man sucht den Punkt $P\,(N = 0{,}65$, $M = 2{,}1)$ auf und bestimmt durch paralleles Verschieben der Strecke *OP* die beiden Punkte *A* und *B*, die direkt die gesuchten Werte von a und b angeben ($a = 71°$, $b = 1{,}44$).

Dieselbe Rechentafel kann zur Bestimmung von $\mathfrak{Cof}\,(b + j\,a)$ verwendet werden. Es ist nur mit dem Komplementärwinkel $(90° - a)$ zu rechnen, und die beiden Werte N und M sind zu vertauschen. [Beweis: $\mathfrak{Cof}\,(b + j\,a) = \mathfrak{Cof}\, b \cos a + j\, \mathfrak{Sin}\, b \sin a = N + j\,M$; $\lg N = \lg \mathfrak{Cof}\, b + \lg \sin (90° - a)$; $\lg M = \lg \mathfrak{Sin}\, b + \lg \cos (90° - a)$.]

Beispiel: Gegeben $b = 1{,}85$, $a = 65°$. Man sucht die den Werten $b = 1{,}85$ und $a = 65°$ entsprechenden Punkte *B* und *A* auf, und findet den Punkt *P* ($OP \# AB$). Auf der *OY*-Achse wird der Wert $M = 2{,}8$ und auf der *OX*-Achse der Wert $N = 1{,}38$ abgelesen.

[4] Blondel, Rev. Gén. de l'El. Bd. 8, S. 131. — Zweifarbige Tafeln im Verlag der Rev. Gén. de l'El.

[5] Wengler, Sinusrelief und Tangensrelief in der Elektrotechnik. ETZ 1927, S. 766.

[6] Breisig, Neue Rechenbehelfe für Berechnungen von Fernsprechübertragungen. ETZ 1925, S. 1726.

Anordnung und Geräte zur Untersuchung von Hochfrequenzverstärkern.

Von **M. v. Ardenne**, Berlin-Lichterfelde.

Übersicht. Eine Meßeinrichtung zur Bestimmung des Verstärkungsgrades von Hochfrequenzverstärkern wird beschrieben. Die Anordnung zeichnet sich dadurch aus, daß sie verhältnismäßig leicht aufgebaut und geeicht werden kann und daß die Zeitdauer für die Messungen verhältnismäßig kurz ist.

Die Untersuchung von Hochfrequenzverstärkern auf die mit ihnen zu erzielende Verstärkung sowie auf deren Frequenzabhängigkeit gehört bekanntlich zu den schwierigsten der in der Fernmeldetechnik vorkommenden Messungen. Die Verstärkungsmessung erfordert, dem Eingangsgitter des der Untersuchung unterliegenden Verstärkers eine so kleine Hochfrequenzspannung zuzuführen, daß diese nicht mehr unmittelbar gemessen werden kann. Der auf diese Weise notwendig werdenden indirekten Messung liegt immer eine Spannungsteilung oder Spannungsübersetzung zugrunde. Es bestehen nun in der Hauptsache drei Fehlerquellen, die zu falschen Resultaten der indirekten Messung führen können. Diese Fehlerquellen sind: Kapazitive Nebenschlüsse zur Spannungsteilung bzw. Spannungsübersetzung, zusätzliche induktive Widerstände und zusätzliche induktive Koppelungen.

Bei den bisher zur Untersuchung von Hochfrequenzverstärkern entwickelten Anordnungen und Geräten hat

auf Grund der Arbeiten von Bley und Möller[1] meistens die Spannungsübersetzung mittels veränderlicher und geeichter induktiver Koppelungen Anwendung gefunden, u. zw. aus dem Grunde, weil nach den genannten Autoren bei diesem Vorgehen der Einfluß kapazitiver Nebenschlüsse am leichtesten vermeidbar sein soll. Dementsprechend hat der Verfasser ursprünglich ebenfalls diesen Weg eingeschlagen. Es wurden für eine Reihe verschiedener Frequenzen die Grade der induktiven Koppelung geeicht. Die so erhaltenen Kurven zeigten aber eine überaus starke Frequenzabhängigkeit, die offenbar auf Resonanzerscheinungen zurückzuführen ist. Eine frequenzunabhängige Eichung der Koppelung erschien kaum möglich, und außerdem ist die Eichung an und für sich recht unangenehm. Weiterhin erschwert das Hochfrequenzfeld, das bei dieser Spannungsübersetzung ausgestrahlt wird, sehr einen fehlerfreien Aufbau der Meßanordnung. Bei den weiteren Versuchen zur Entwicklung der Hochfrequenzmeßanordnung wurde daher nicht eine Spannungsübersetzung benutzt, sondern zur Spannungsteilung übergegangen.

Elektrometer oder Röhrenvoltmeter, liegt am Gesamtwiderstande des Spannungsteilers. Ein kapazitiver Nebenschluß zu diesem Gesamtwiderstande ist dann völlig belanglos. Dagegen ist ein kapazitiver Nebenschluß zum Vorschaltwiderstand sorgfältig zu vermeiden, was aber gerade hier keine Schwierigkeiten macht. Weiterhin ist sehr darauf zu achten, daß in den Kreis, der aus dem Gitterwiderstand, der Gitterkathode-Kapazität der Eingangsröhre des Verstärkers und den verbindenden Leitungen gebildet wird, nicht auf induktivem Wege nichtmitgemessene Hochfrequenzenergie gelangt. Ebenso ist sorgsamst zu verhüten, daß der Sender sowie die Anordnungen und Leitungen zwischen ihm und den zu untersuchenden Verstärkern durch Strahlung unmittelbar auf das hinter den Verstärker zu schaltende Meßgerät einwirken. Das ist durch hinreichende Abschirmung aller hochfrequenzstrahlenden Teile zu erreichen. Zur Nachprüfung kann man an der Ausgangseite des zu untersuchenden Verstärkers zwischen diesen und das nachfolgende Spannungsmeßgerät einen auf die jeweils vorhandene Meßwelle abstimmbaren Schwingungskreis schalten.

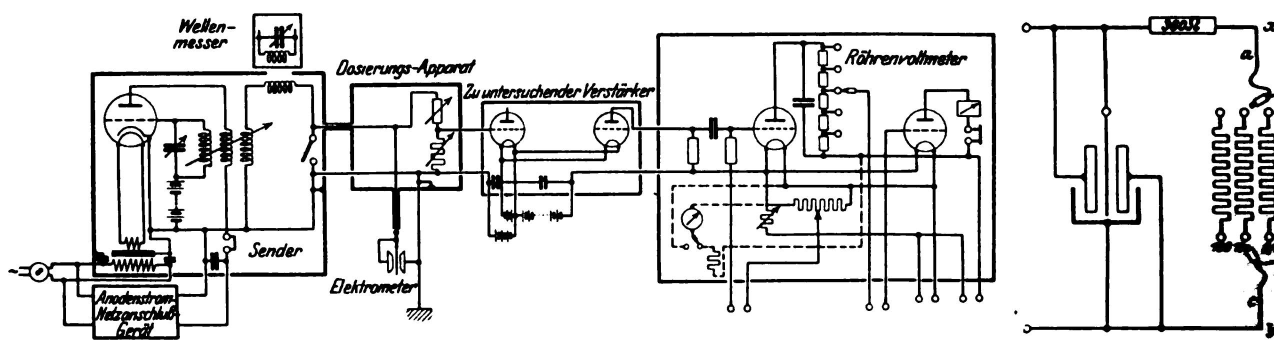


Abb. 1. Schaltung der gesamten Meßanordnung.

Abb. 2. Leitungsanordnung an den Gitterwiderständen.

Die Spannungsteilung kann ohmisch, kapazitiv oder induktiv ausgeführt werden. Bei der Verwendung von Kapazitäten oder Induktivitäten ergeben sich zwar von der Frequenz abhängige Widerstände in dem betreffenden Schwingungskreise; das für die Spannungsteilung maßgebende Widerstandsverhältnis bleibt jedoch konstant. Da schon die Frequenzabhängigkeit der Senderschwingungen dazu zwingt, bei jeder einzelnen Welle die Spannung am Spannungsteiler zu messen, würde diese Tatsache keinen erheblichen Nachteil bedeuten. Handelt es sich um Messungen auf verhältnismäßig kurzen Wellen, bei denen ein dünner gerader Draht schon erheblichen induktiven Widerstand besitzt, so kann ein solcher, mit einem verschiebbaren Abgriff versehen, recht gut als induktiver Spannungsteiler Verwendung finden. Dagegen ist eine den Walzenmeßbrücken entsprechende Anordnung nicht so einfach verwendbar, weil der induktive Widerstand der Windungszahl nicht proportional ist und weil die verteilten Kapazitäten der einzelnen Windungen gegeneinander sich bei höheren Frequenzen stärker bemerkbar machen. Bei induktiven und kapazitiven Spannungsteilern ist überhaupt die Wahrscheinlichkeit von Meßfehlern, insbesondere durch kapazitive Nebenschlüsse wesentlich größer als bei Ohmschen Spannungsteilern, deren Widerstände genau bekannt sind und bei denen sich die Wirkung irgendwelcher Nebenschlüsse sofort übersehen läßt. Aus diesem Grunde wurde eine Ohmsche Spannungsteilung vorgezogen. Man kann bei ihr leicht den Widerstand, der am Gitter der Eingangsröhre des zu untersuchenden Verstärkers liegt, so klein wählen, daß selbst eine verhältnismäßig große Gitterkathode-Kapazität bei kleiner Wellenlänge neben ihm zu vernachlässigen ist. Beträgt die Wellenlänge nur 1000 m und ist die Gitterkathode-Kapazität einschließlich der Leitungen 25 cm, was noch etwas hoch gerechnet ist, so entspricht dies einem Widerstande von ungefähr 2000 Ω. Man kann daher den Widerstand am Gitter in diesem Falle unbedenklich noch 100 Ω groß wählen, ohne erhebliche Meßfehler erwarten zu müssen. Um die am Eingangsgitter auftretenden Wechselspannungen messen zu können, muß dem Gitterwiderstande ein sehr viel größerer Widerstand von einigen 100 oder einigen 1000 Ω vorgeschaltet werden. Das Meßinstrument, ein

[1] A. Bley, Arch. El. Bd. 12, S. 124. — H. G. Möller u. E. Schrader, Jahrb. drahtl. Telegr. Bd. 22, S. 56.

Bei ausgeschalteter Heizung des Verstärkers darf das Spannungsmeßgerät dann nicht den geringsten Ausschlag geben. Besondere Schwierigkeiten, die sich bei den Geräten und Messungen erst im Laufe ihrer Entwicklung ergaben, werden bei der nachstehenden Beschreibung der Anordnung noch erwähnt werden.

Der Meßsender.

Abb. 1 gibt das Schaltbild der ganzen Anordnung in ihrer endgültigen Gestaltung. Als Hochfrequenzquelle dient ein kleiner rückgekoppelter Sender. Das Gehäuse des Senders ist völlig mit Blech ausgeschlagen und dieses Blech an Erde gelegt. Die Abnahme der Hochfrequenz geschieht mittels einer induktiven Koppelung, die durch eine seitliche Tür des Gehäuses zugängig ist. Durch Veränderung der Rückkoppelung oder der Koppelung kann die Amplitude und mittels eines Drehkondensators die Wellenlänge im Bereich von etwa 100 bis zu einigen 1000 m gewählt werden. Die Messung der Wellenlänge geschieht auf folgendem bekannten Wege. Eine im Meßkreise liegende Spule befindet sich auf der Vorderseite des Senders. Sie kann mit einem vor den Sender gestellten Wellenmesser lose gekoppelt werden. Sobald die Einstellung des Wellenmessers mit der Welle des Senders in Übereinstimmung kommt, tritt eine Energieentziehung ein, die zur Folge hat, daß die Spannung an dem Ohmschen Gesamtwiderstande im Meßkreise, das ist am Spannungsteiler der Abb. 1, absinkt, was an dem hier angeschlossenen Spannungsmeßgerät leicht zu erkennen ist. Diese Anordnung erwies sich als außerordentlich bequem und genau.

Um eine unmittelbare Einwirkung des Senders auf den zu untersuchenden Verstärker und das an diesen angeschlossene zweite Spannungsmeßgerät zu verhindern, mußten besondere Maßnahmen getroffen werden. Dabei ergab sich, daß die zur Wellenlängenmessung dienende, außen am Sender angebrachte Spule keine störende Strahlung hatte, daß solche Störungen vielmehr lediglich dadurch verursacht wurden, daß Hochfrequenz in die Leitungen zu den Batterien des Senders oder das an deren Stelle den Sender speisende Netzanschlußgerät gelangte und daß diese Leitungen nunmehr Hochfrequenz strahlten. Die Störungen verschwanden völlig, nachdem die Stromzuführungsleitungen in der aus Abb. 1 ersichtlichen Weise durch Kondensatoren von 5000 cm bzw. 1 μF überbrückt



waren. Eine weitere Quelle für Meßfehler ist dann gegeben, wenn das Netzanschlußgerät für den Sender nicht genügend störungsfrei arbeitet und der Sender noch etwas mit der 50 Hz-Schwingung moduliert ist. Dieser Fehler ist mit Hilfe eines Empfängers leicht festzustellen und durch ein zusätzliches Drosselglied im Netzanschlußgerät leicht zu beseitigen.

Der Spannungsteiler.

An den Sender schließt sich das in Abb. 1 als „Dosierungsapparat" bezeichnete Gerät, d. h. der Spannungsteiler, an, der im wesentlichen mehrere wahlweise zu benutzende Ohmsche Gitterwiderstände und Vorschaltwiderstände enthält. Sehr wichtig ist, daß die Verbindung zwischen dem Sender und dem Dosierungsapparat so ausgeführt ist, daß sie nicht zu strahlen vermag. Die Verbindung soll daher möglichst kurz sein und in ein geerdetes Metallrohr eingeschlossen werden. Die gleiche Maßnahme ist auch bezüglich des an den Dosierungsapparat anzuschließenden Spannungsmeßgerätes, hier eines Elektrometers, notwendig. Bei den Vorschaltwiderständen

Es hat sich weiterhin als sehr wichtig erwiesen, daß die Leitungen zu den Gitterwiderständen so geführt werden, daß sich keine zusätzlichen induktiven Widerstände ergeben können. So sind gemäß Abb. 2 die Leitungen *a* und *b* und ebenso die Leitungen *c* und *d* U-förmig angeordnet. Hätte man statt *a* und *b* nur eine einzige, etwa bei *x* angeschlossene Leitung und statt *c* und *d* ebenfalls nur eine bei *y* angeschlossene Leitung, so würden die Hochfrequenzwiderstände dieser beiden Einzelleitungen zu den rein Ohmschen frequenzunabhängigen Widerständen, die zwischen den Steckbuchsen liegen, hinzutreten und Meßfehler bedingen.

Die Messung der Ausgangsspannung und des Verstärkungsgrades.

Zur Messung der Ausgangsspannung des zu untersuchenden Hochfrequenzverstärkers diente das bereits in der ETZ 1928, S. 565 beschriebene Röhrenvoltmeter. Es ist an einem Widerstande im Anodenkreis der Endröhre des Verstärkers angeschlossen. Der so erhaltene Spannungswert $\mathfrak{E}_a$ ist dann natürlich von der Größe des be-

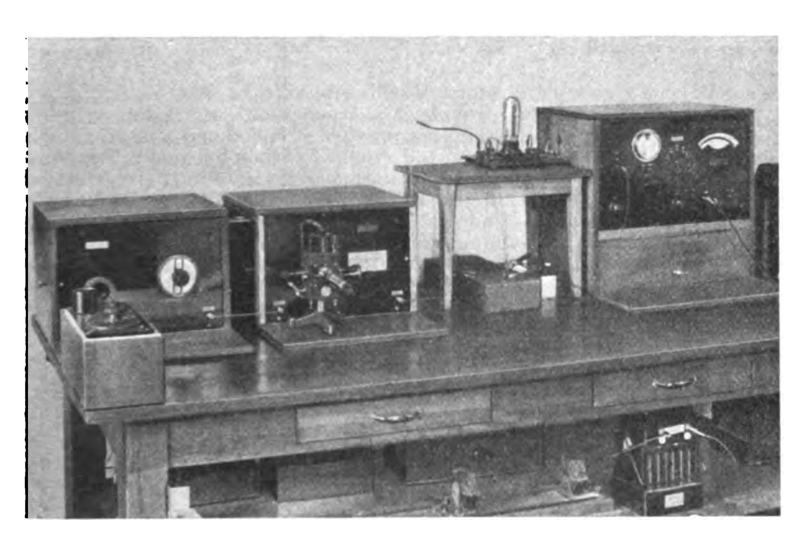
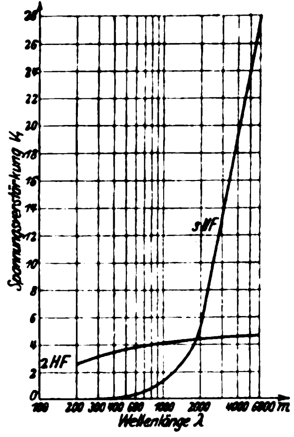


Abb. 3. Aufbau der Meßanordnung.



2 HF (Loewe): $E_H = 4$ V, $E_A = 55$ V, $E_R = 15$ V
3 NF (Loewe): $E_H = 4$ V, $E_A = 132$ V,
$E_{G_{1,2}} = -1{,}2$ V, $E_{G_3} = -7{,}5$ V

Abb. 4. Verstärkungsgrad zweier Röhrentypen.

und besonders, wenn diese höhere Werte haben, sind, wie oben bereits ausgeführt wurde, ängstlich kapazitive Nebenschlüsse zu vermeiden. Wenn der durch diese Nebenschlüsse bewirkte Meßfehler 1 % nicht überschreiten soll, darf unter Berücksichtigung der Phasenverschiebung und unter der Voraussetzung einer unteren Grenzwellenlänge von 100 m der kapazitive Nebenschluß zwischen den Enden des Vorschaltwiderstandes, wenn dieser beispielsweise 1000 Ω beträgt, nicht mehr als 7 cm haben. Die benutzten Loewe-Hochohm-Widerstände haben, sofern sie mit zwei Kappen versehen sind, ungefähr 0,25 cm Kapazität. Es ist also lediglich Frage einer richtigen Leitungsführung, weitere zusätzliche Kapazitäten zu vermeiden, um unterhalb des kritischen Wertes zu bleiben. Der Spannungsteiler ist ebenso wie der Sender vollkommen in einen geerdeten Metallkasten eingeschlossen, um jede Ausstrahlung zu vermeiden.

Eine sehr wesentliche Schwierigkeit anderer Art ergab sich an den Gitterwiderständen. Diese bestanden ursprünglich aus gerade gespannten, einige Zentimeter langen, sehr dünnen Manganindrähten. Durch den Vergleich der mit solchen Drähten verschiedener Länge und verschiedenen Widerstandes erhaltenen Meßergebnisse stellte sich heraus, daß die Drähte neben ihrem Ohmschen einen erheblichen induktiven Widerstand und einen zusätzlichen Ohmschen H. F.-Widerstand aufwiesen, durch die die Messungen völlig verfälscht wurden. Diese Meßfehlerquelle ließ sich jedoch durch eine bifilare Anordnung der Widerstandsdrähte, bei der diese in Paraffin eingebettet sind, ganz vermeiden. Bei der endgültigen Ausführung ergaben sich Widerstände von 100, 10, 5, 4 und 1,57 Ω. Demgegenüber beträgt der Vorschaltwiderstand je nach der Empfindlichkeit des am Spannungsteiler liegenden Instrumentes und je nach dem Verstärkungsgrad des zu messenden Verstärkers 360 bzw. 1000 Ω.

nutzten Ohmschen Anodenwiderstandes R_a abhängig. In manchen Fällen ist es jedoch erwünscht, die Spannungsverstärkung zu kennen, die ein Verstärker ergibt, wenn in den Anodenkreis der letzten Stufe ein bestimmter Widerstand gelegt ist. Die Spannungsverstärkung ergibt sich dann in bekannter Weise einfach aus dem Verhältnis der Ausgangspannung zur Eingangspannung. Um von der Abhängigkeit der Ausgangspannung und somit auch des Verstärkungsgrades von dem Widerstand im Anodenkreis der letzten Röhre freizukommen, empfiehlt es sich, zu den $\mathfrak{E}_g/D$-Werten der letzten Stufe überzugehen. Die Spannungsverstärkung eines Kaskadenverstärkers ist dann definiert als Verhältnis der EMK der letzten Röhre zur Gitterwechselspannung in der ersten Röhre. Die so definierte Verstärkung wird vielleicht am treffendsten als EMK-Verstärkung bezeichnet. Die Bestimmung der EMK-Verstärkung einer Anordnung kann dadurch geschehen, daß die Ausgangspannung bei zwei verschiedenen genau bekannten Widerstandswerten im Anodenkreise der letzten Stufe erfolgt.

Aus $\mathfrak{E}_a$ und $\mathfrak{E}_a'$, R_a und R_a' läßt sich leicht durch Rechnung der innere Widerstand der Endröhre und somit $\mathfrak{E}_g/D$ finden. Der Wert des in den Anodenkreis der letzten Röhre des Verstärkers geschalteten Ohmschen Widerstandes muß so gewählt sein, daß auch bei der kürzesten Welle des Meßbereiches die parallel liegenden Kapazitäten keinen merklichen Nebenschluß bilden. Bei dem früher in der ETZ beschriebenen und vom Verfasser benutzten Röhrenvoltmeter, dessen Kapazität einschließlich der Zuleitungen 10 cm nicht übersteigt, kann, wenn als untere Meßwelle $\lambda = 100$ m angenommen wird, ein Anodenwiderstand von 1000 Ω benutzt werden. Die Empfindlichkeit des Röhrenvoltmeters liegt gerade so, daß die Spannungen am Anodenwiderstand noch gut abgelesen werden können, bei denen noch keine Übersteuerungen der letzten

Röhre des Hochfrequenzverstärkers eintreten. Solche Übersteuerungen, die das Meßergebnis natürlich sehr fälschen können, lassen sich entweder durch ein in den Anodenkreis der letzten Stufe des Verstärkers geschaltetes Meßinstrument oder durch Messung des Verstärkungsgrades mit verschiedenen Widerständen im Spannungsteiler feststellen. Sobald mit kleineren Gitterwiderständen ein höherer Verstärkungsgrad festgestellt wird, ist zu vermuten, daß der Verstärker übersteuert wird. Allerdings ist die gleiche Erscheinung auch dann zu beobachten, wenn die kleinen Widerstände im Spannungsteiler nicht mehr rein ohmisch sind. Um bei der Messung mit dem höheren Anodenwiderstand (etwa 5000 Ω), die zur Bestimmung des inneren Widerstandes und der EMK-Verstärkung des Verstärkers notwendig ist, merkliche Einflüsse der parallel liegenden unvermeidlichen Kapazitäten zu umgehen, wird diese Messung am besten bei einer ziemlich langen Welle (2 ... 3000 m) vorgenommen. Da der innere Widerstand selbst ebenfalls frequenzunabhängig ist, ist der bei der hohen Wellenlänge ermittelte Quotient $\frac{\mathfrak{E}_g D}{\mathfrak{E}_a}$ auch für alle niedrigen Wellen zutreffend. Um die gesuchte EMK-Verstärkung des Verstärkers zu erhalten, sind die mit dem kleinen Anodenwiderstand gemessenen $\mathfrak{E}_a$-Werte einfach mit diesem Quotienten zu multiplizieren.

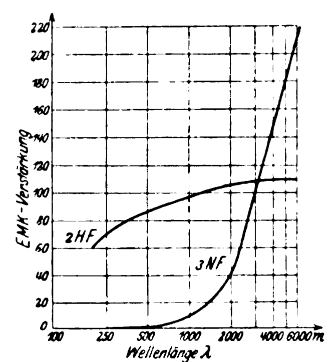
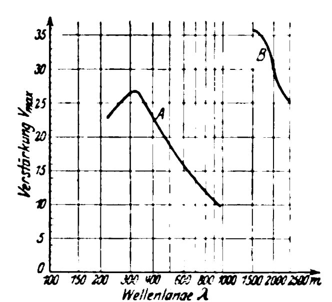


Abb. 5. EMK-Verstärkung der Röhren Abb. 4.

Durch die sorgfältige Abschirmung aller strahlungsfähigen Teile der Meßanordnung war es möglich, die gesamte Einrichtung auf nur einem Tisch aufzubauen. Das Arbeiten mit der Einrichtung, deren Gesamtansicht Abb. 3 zeigt, erwies sich als außerordentlich bequem, was im wesentlichen auf die Einfachheit des Ohmschen Spannungsteilers und die Eigenschaften des benutzten Röhrenvoltmeters zurückzuführen ist.

Einige Meßergebnisse.

Mit der beschriebenen Meßeinrichtung wurde der Verstärkungsgrad einer handelsüblichen Loewe-Hochfrequenzröhre, Type 2 HF, gemessen. Die Spannungsverstärkung bei einem Widerstand von 1000 Ω im Anodenkreis der zweiten Stufe ist aus Abb. 4 zu erkennen. In Abb. 4 ist weiterhin auch der Verstärkungsgrad der Niederfrequenz-Mehrfachröhre, Type 3 NF, auf dem Rundfunkwellenbereich eingetragen. Die EMK-Verstärkung der beiden Röhren ist in Abb. 5 wiedergegeben. In Abb. 6 sind die Verstärkungskurven einer Hochfrequenzstufe mit Schirmgitterröhre wiedergegeben. Als Anodenwiderstand diente in diesem Falle ein Schwingungskreis, bestehend aus einer handelsüblichen Spule und einem Luftkondensator. Trotzdem der Schwingungskreis mit dem Röhrenvoltmeter verbunden war, konnten keine Hochfrequenzspannungen nachgewiesen werden, als die Verstärkerröhre abgeschaltet war. Die letzten Messungen zeigen, daß die Verstärkungsgrade, die mit Schirmgitterröhren unter Anwendung handelsüblicher Einzelteile erreicht sind, tatsächlich nicht so hoch liegen, wie vielfach angenommen wird. Aufschlußreiche Messungen lassen sich durchführen, wenn vor das Röhrenvoltmeter ein aperiodischer Verstärker geschaltet wird, dessen Verstärkungsgrad bei den verschiedenen Frequenzen mit der beschriebenen Einrichtung ermittelt wurde. Eine solche Kombination gestattet die Messung von Hochfrequenzspannungen, die in der Größenordnung 10^{-4} V Scheitelwert liegen.



A Sperrkreis: Kond. 1000 cm, Spule 50 Wdg.
B Sperrkreis: Kond. 1000 cm, Spule 150 Wdg.

RESO 44 (Telefunken):
$E_H = 3{,}5$ V, $E_A = 135$ V, $E_S = 76$ V

Abb. 6. Verstärkung einer Hochfrequenzstufe mit Schirmgitterröhre.

Der Einfluß des cos φ auf die Tarifgestaltung der Elektrizitätswerke*.

Von Dr.-Ing. **Hans Nissel**, Berlin.

Übersicht. Die Abhängigkeit der Selbstkosten der Elektrizität vom cos φ wird untersucht und hierzu der Einfluß des Leistungsfaktors auf die Baukosten der einzelnen Anlageteile und deren Anteil an den gesamten Anlagekosten eines Elektrizitätswerkes ermittelt. Dann werden die durch den Blindstrom hervorgerufenen Verluste festgestellt und aus diesen Unterlagen der theoretische cos φ-Tarif entwickelt. Der Scheinleistungstarif, der sich mit dem theoretischen Tarif weitgehend deckt, ergibt sich als der für die Praxis geeignetste Tarif.

Die „cos φ-Frage" beansprucht das Interesse der Elektrizitätswerke aus wirtschaftlichen und technischen Gründen. Wirtschaftlich stellt der Blindstrom wegen des vermehrten Anlagekapitals und der zusätzlichen Netzverluste eine nicht unerhebliche Belastung für das Elektrizitätswerk dar, und von technischen Gesichtspunkten aus gesehen ruft er besonders Schwierigkeiten bei der Spannungsregelung und erhöhte Kurzschlußströme hervor. Daher ist eine möglichst weitgehende Beseitigung des Blindstromes für die Elektrizitätswerke wünschenswert. Da dieser die Stromerzeugungsanlagen und die gesamten Stromverteilungsanlagen bis zum Verbraucher belastet, ist es in jeder Beziehung am günstigsten, ihn bereits beim Abnehmer zu kompensieren. Um dieses Ziel zu erreichen, enthalten die Tarife, meist allerdings nur die Großabnehmer- und Hochspannungstarife, der meisten Elektrizitätswerke sog. cos φ- oder Blindstromklauseln, die bei schlechtem Leistungsfaktor einen mehr oder weniger hohen Zuschlag zum Strompreis vorsehen. Durch diesen Zuschlag sollen einerseits die den Elektrizitätswerken durch den Blindstrom verursachten Unkosten gedeckt werden, anderseits jedoch — und dies ist das wesentliche Moment — soll den Abnehmern hierdurch ein wirtschaftlicher Anreiz zur Erstellung von Kompensationseinrichtungen gegeben werden. Der Blindstromzuschlag darf daher nicht niedriger als die Selbstkosten des Elektrizitätswerkes sein, er muß jedoch auch so hoch sein, daß durch seine Ersparnis bei Kompensation des Blindstroms die für die Kompensationseinrichtung gemachten Aufwendungen in etwa 1 ... 1½ Jahren amortisiert werden, da sich die Abnehmer sonst erfahrungsgemäß nicht zur Erstellung einer derartigen Einrichtung bewegen lassen.

Da viele cos φ-Tarife die zweite Aufgabe, den Abnehmern einen wirtschaftlichen Anreiz zur Blindstromkompensation zu geben, nicht oder nur in ungenügendem Maße erfüllen, liegt die Frage nahe, ob diese Tarife überhaupt die Abhängigkeit der Selbstkosten vom cos φ genügend berücksichtigen. Zur Klärung dieser Frage sollen im folgenden zunächst die Selbstkosten des Blindstroms ermittelt werden[1].

I. Abhängigkeit der Anlagekosten vom cos φ.

Mit cos φ oder Leistungsfaktor bezeichnet man bekanntlich das Verhältnis von Wirkleistung zu Scheinleistung oder Wirkstrom zu Scheinstrom, wobei φ der Phasenverschiebungswinkel ist, den Strom und Spannung

* Auszug aus der Doktordissertation des Verfassers, die soeben im Verlag Julius Springer, Berlin, erschienen ist.

[1] Vergl. R. Rolland, ETZ 1925, S. 289.

miteinander einschließen. Die Wirkleistung N_w ist definiert als

$$N_w = E J_w, \qquad (1)$$

die Scheinleistung N_s als

$$N_s = E J_s, \qquad (2)$$

wobei

$$J_w = J_s \cos\varphi \qquad (3)$$

und daher

$$N_w = N_s \cos\varphi \qquad (4)$$

ist. Da alle vom Strom durchflossenen Anlagen eines Elektrizitätswerkes nach der Scheinleistung N_s oder besser gesagt dem Scheinstrom J_s bemessen sein müssen, sind die Anlagekosten um so höher, je kleiner der $\cos\varphi$, je größer die Phasenverschiebung ist.

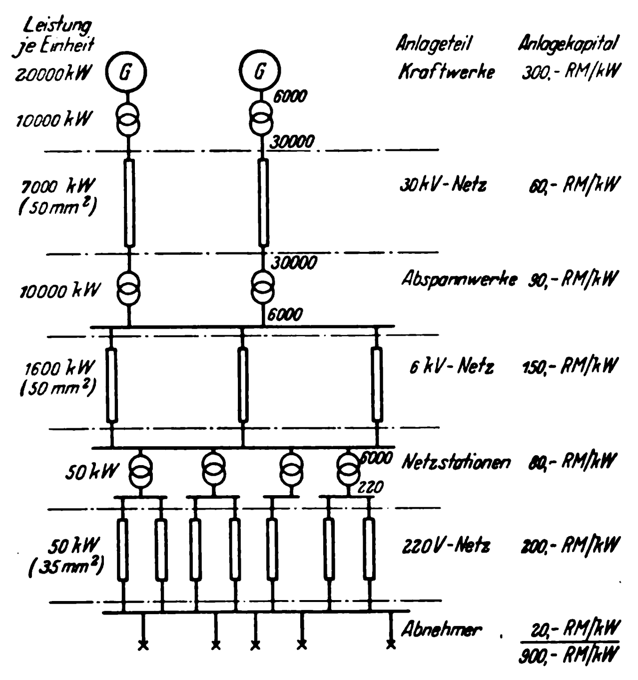


Abb. 1. Prinzipielles Schaltschema einer Elektrizitätsversorgung.

Beträgt der jährliche Kapitaldienst eines Elektrizitätswerkes im Mittel p % und sind die Anlagekosten für 1 kVA installierte Leistung (Erzeugungs- und Verteilungsanlagen) K RM, so ist der jährliche Kapitaldienst für 1 kVA Scheinleistung

$$k_s = K \frac{p}{100}. \qquad (5)$$

Beziehen wir den Kapitaldienst nicht auf die Scheinleistung N_s sondern, wie üblich, auf die Wirkleistung N_w, so geht Gl. (5) unter Berücksichtigung der Gl. (4) in folgende Gleichung über:

$$k_w \text{ oder kurz: } k = \frac{K p}{\cos\varphi \cdot 100}. \qquad (6)$$

Diese Gleichung ist jedoch nur grundsätzlich richtig und bedarf in der Praxis einer Modifikation. Vorwiegend diejenigen Anlageteile werden durch den $\cos\varphi$ in ihren Gestehungskosten beeinflußt, die vom Strom durchflossen werden, während die anderen Anlagen vom $\cos\varphi$ teilweise oder völlig unabhängig sind, z. B. Baulichkeiten, der gesamte Dampfteil (oder Wasserteil) der Kraftwerke usw. Weiter besteht für die stromdurchflossenen Anlageteile, die Generatoren, Transformatoren, Kabel usw. keine direkte Proportionalität zwischen Anlagekosten und Scheinleistung, d. h. eine Maschine der doppelten Größe hat nicht die doppelten sondern etwas kleinere Anlagekosten. Wir wollen den Beiwert, der uns die Abweichung von der direkten Proportionalität angibt, c nennen und mit einem Index versehen, je nach dem Anlageteil, zu dem er gehört. Z. B. wird der Beiwert für die Generatoren mit c_g bezeichnet.

Von den Anlagen eines Elektrizitätswerkes, das beispielsweise nach dem in Abb. 1 wiedergegebenen prinzipiellen Schaltbild arbeitet, können folgende vom Strom durchflossenen Teile als abhängig vom $\cos\varphi$ betrachtet werden:

A. Kraftwerke.

1. Generatoren (elektrischer Teil),
2. Transformatoren 6/30 kV,
3. Sammelschienen- und Trennschalterkupfer,
4. interne Hoch- und Mittelspannungskabel.

B. Kabelnetz.

1. Hochspannungskabel (30 kV),
2. Mittelspannungskabel (6 kV),
3. Niederspannungskabel (220 V).

C. Abspannwerke.

1. Transformatoren 30/6 kV,
2. Sammelschienen- und Trennschalterkupfer,
3. interne Hoch- und Mittelspannungskabel.

D. Netztransformatoren 6000/220 V.

Ölschalter sind, obgleich vom Strom durchflossen, als unabhängig vom $\cos\varphi$ anzusehen, da hier für die Wahl der Größe andere Gesichtspunkte maßgebend sind. Von den Anlagekosten der Baulichkeiten werden wir später einen gewissen Prozentsatz als proportional der Scheinleistung betrachten, wobei Erfahrungswerte zugrunde gelegt werden (vergl. Zahlentafel 6, Spalte 12). Für die weiteren Untersuchungen führen wir, entsprechend dem oben Gesagten, folgende Bezeichnungen ein:

Anlageteil	Anlagekapital	Beiwert
Generatoren	K_g	c_g
Transformatoren 30/6 kV	$K_{tr\,30}$	$c_{tr\,30}$
Transformatoren 6000/220 V	$K_{tr\,6}$	$c_{tr\,6}$
30 kV-Kabel	$K_{k\,30}$	$c_{k\,30}$
6 kV-Kabel	$K_{k\,6}$	$c_{k\,6}$
220 V-Kabel	$K_{k\,220}$	$c_{k\,220}$
Sammelschienen- und Trennschalterkupfer	K_{Cu}	c_{Cu} *
Der Scheinleistung proportionaler Teil der nicht vom Strom durchflossenen Anlagen	K_a	c_a *
Vom $\cos\varphi$ unabhängige Anlageteile	K_u	—

* praktisch gleich 1

Hiernach können wir die Gl. (6) folgendermaßen schreiben:

$$k = \left(K_u + K_g \frac{c_g}{\cos\varphi} + K_{tr\,30} \frac{c_{tr\,30}}{\cos\varphi} + K_{tr\,6} \frac{c_{tr\,6}}{\cos\varphi} + K_{k\,30} \frac{c_{k\,30}}{\cos\varphi} + K_{k\,6} \frac{c_{k\,6}}{\cos\varphi} + K_{k\,220} \frac{c_{k\,220}}{\cos\varphi} + K_{Cu} \frac{1}{\cos\varphi} + K_a \frac{1}{\cos\varphi}\right) \frac{p}{100}. \qquad (7)$$

Zur Vereinfachung der Beziehungen rechnen wir mit einem mittleren Kapitaldienst von p %, was für die vorliegenden Untersuchungen ausreichend ist. Der Rechnungsgang, nach dem die im folgenden angegebenen Beiwerte ermittelt sind, soll beispielsweise für Turbogeneratoren von $n = 1500$ U/min für Drehstrom von 6 kV und 50 Hz gezeigt werden.

Die Zahlentafel 1 gibt die Preise für derartige Maschinen nach dem Preisstand vom 1. V. 1926 an. Daneben sind die Preise bezogen auf 1 kVA Maschinenleistung eingetragen.

Zahlentafel 1.

Leistung MVA	Preis 1000 RM	Preis je kVA RM
1	2	3 = 2 : 1
10	220	22,—
15	285	19,—
20	350	17,50
25	415	16,60
30	480	16,—
35	545	15,60
40	610	15,25
45	675	15,—
50	740	14,80
55	810	14,70
60	875	14,60
65	940	14,45
70	1005	14,35

In Abb. 2 sind die absoluten und die spezifischen Preise für 1 kVA Maschinenleistung abhängig von der Maschinenleistung aufgetragen. Aus ihr ist zu ersehen, daß die spezifischen Preise für Generatoren mit

wachsender Leistung erheblich sinken. So kostet ein Generator von 50 000 kVA nicht das 2fache eines von 25 000 kVA sondern nur das 1,78fache. Das Verhältnis $\frac{1,78}{2,00} = 0,892$ ist der oben genannte Beiwert c_g, und zwar mit Bezug auf die Leistung von 25 000 kW für $\cos\varphi = 0,5$.

Wir nehmen an, daß die Erzeugung der Elektrizität in dem nach Abb. 1 arbeitenden Elektrizitätswerk in Maschineneinheiten von 20 000 kW erfolgt. Diese Größenordnung ist in mittleren Kraftwerken üblich. Zahlentafel 2 gibt für Generatoren von 20 000 kW Nennleistung die bei sinkendem $\cos\varphi$ notwendige Scheinleistung an, die tatsächlichen Preise der Maschinen, die bei direkter Proportionalität der Preise in Frage kommenden Markbeträge (ideelle Preise) und den Beiwert c_g, ermittelt durch Division der tatsächlichen durch die ideellen Preise. c_g abhängig vom $\cos\varphi$ gibt Abb. 3 wieder.

Zahlentafel 2.

$\cos\varphi$	Scheinleistung bei 20 000 kW MVA	Preis (aus Abb. 2) 1000 RM	Ideeller Preis 1000 RM	c_g
1	2 = 20000 kW : $\cos\varphi$	3	4 = 350 000 RM : $\cos\varphi$	5
1,0	20,00	350	350	1,000
0,9	22,22	380	389	0,977
0,8	25,00	415	438	0,948
0,7	28,57	460	500	0,920
0,6	33,33	522	584	0,894
0,5	40,00	610	700	0,872

Zahlentafel 4.

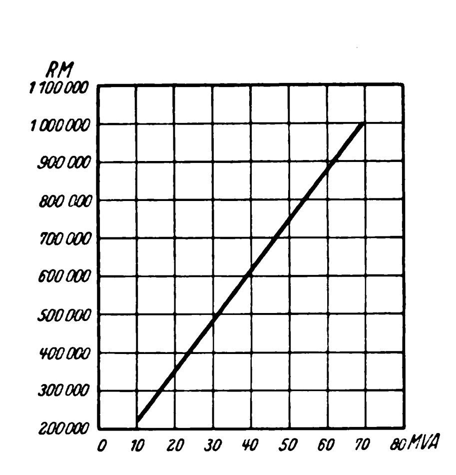
Anlageteil	Leistung für die Einheit kW
Generatoren	20 000
30/6 kV-Transformatoren	10 000
6000/220 V-Transformatoren	50
30 kV-Kabel	7 000 (50 mm²)
6 kV-Kabel	1 600 (50 mm²)
220 V-Kabel	50 (35 mm²)

Hiernach ergeben sich die in Zahlentafel 5 eingetragenen Beiwerte nach dem gleichen Rechengang wie bei den Generatoren. Der Beiwert c_g ist in die Zahlentafel mit aufgenommen.

Zahlentafel 5.

$\cos\varphi$	c_g	$c_{tr\,30}$	$c_{tr\,6}$	$c_{k\,30}$	$c_{k\,6}$	$c_{k\,220}$
1,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,9	0,977	0,977	0,948	0,938	0,994	1,016
0,8	0,948	0,942	0,898	0,882	0,995	1,050
0,7	0,920	0,915	0,845	0,827	1,010	1,077
0,6	0,894	0,883	0,792	0,793	1,032	1,112
0,5	0,872	0,856	0,746	0,805	1,081	1,171

Ein Anwachsen der Beiwerte über 1,0, wie bei den 6 kV- und 220 V-Kabeln, zeigt einen überproportionalen Verlauf der Preise an. Dies bedeutet, daß die spezifischen Preise mit wachsender Leistung ebenfalls steigen.



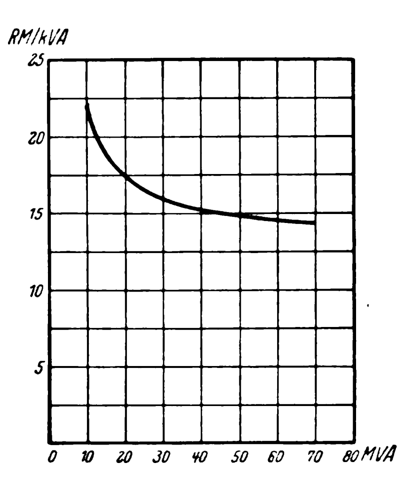


Abb. 2. Absolute (links) und spezifische Preise je 1 kVA Maschinenleistung (rechts) von Drehstrom-Turbogeneratoren (6 kV, $n = 1500$).

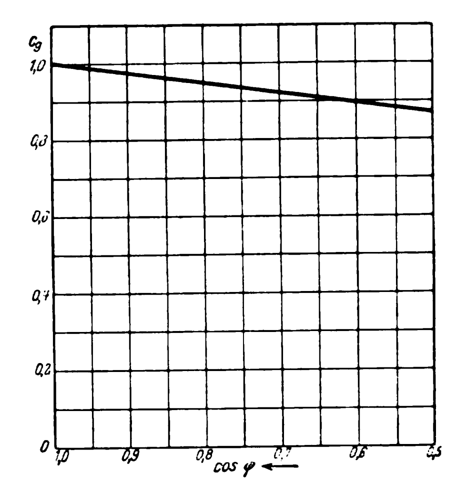


Abb. 3. Beiwert c_g, abhängig vom $\cos\varphi$.

In gleicher Weise, wie vorstehend für Turbogeneratoren gezeigt ist, sind die in Zahlentafel 5 angegebenen Beiwerte für 30/6 kV- und 6000/220 V-Transformatoren und 30 kV-, 6 kV- und 220 V-Kabel ermittelt. Für die Kabel werden die übertragbaren Leistungen unter Zugrundelegung der Betriebspannungen und der in Zahlentafel 3 und Abb. 4 wiedergegebenen zulässigen Stromdichten aus der Gleichung

$$N_s = E\,J\,.\sqrt{3} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

ermittelt.

Zahlentafel 3.

Querschnitt mm²	Stromdichte in A/mm² für verseilte Dreileiterkabel 30 kV	6 kV	220 V
16		5,00	5,30
25		4,20	4,40
35	3,14	3,57	3,85
50	2,70	3,10	3,30
70	2,36	2,72	2,86
95	2,11	2,37	2,53
120	1,96	2,17	2,33
150	1,77	2,00	2,10

Bei der Berechnung der Beiwerte sind für die einzelnen Anlageteile für die Einheit folgende Wirkleistungen zugrunde gelegt (vgl. auch Abb. 1):

Wir kennen jetzt die Beiwerte für alle in Frage kommenden Anlageteile. Um k aus Gl. (7) bestimmen zu können, müssen wir noch den prozentualen Anteil der einzelnen Anlageteile an den Gesamtanlagekosten kennen. Die in Zahlentafel 6 zusammengestellten diesbezüglichen Angaben sind Mittelwerte einer Reihe ausgeführter Elektrizitätswerke (Dampfkraftwerke). Die Zahlen sind, je nach der Bauweise, nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen. Besonders bezüglich des Kabelnetzes können die Angaben entsprechend der Ausdehnung und Verbrauchsdichte des Versorgungsgebietes nach oben und unten in weiten Grenzen abweichen. Die Zahlen beziehen sich auf $\cos\varphi = 1$ und verstehen sich ausschließlich Reserven. Betreffs Spalte 6 und 7 ist zu bemerken, daß in den Kraft- und Abspannwerken die Leistung der Transformatoren gleich der Maschinenleistung ist, während in den Netzstationen infolge des Verschiedenheitsfaktors eine höhere Transformatorenleistung installiert sein muß. Spalte 4 ergibt sich als Differenz von Spalte 3 und Spalten 5 bis 12.

Nach Zahlentafel 6 können wir jetzt das Anlagekapital der einzelnen Anlageteile in Bruchteilen des Gesamtanlagekapitals des Elektrizitätswerkes, bezogen auf 1 kW Leistungsfähigkeit, ausdrücken:

$K_u = 0{,}336\,K \qquad K_{tr\,6} = 0{,}0423\,K \qquad K_{k\,220} = 0{,}222\,K$
$K_g = 0{,}0195\,K \qquad K_{k\,30} = 0{,}0722\,K \qquad K_{Cu} = 0{,}01\,K$
$K_{tr\,30} = 0{,}0115\,K \qquad K_{k\,6} = 0{,}17\,K \qquad K_a = 0{,}1165\,K$

Zahlentafel 6.

Lfd. Nr.	Anlageteil	Gesamtanlagekosten	Unabhängig vom cos φ	Generatoren, elektr. Teil	Transformatoren 30/6 kV	Transformatoren 6000/220 V	Kabel 30 kV	Kabel 6 kV	Kabel 220 V	Kupfer	Nichtelektr. abhängig v. cos φ
		RM/kW	RM/kW	RM/kW	RM/kW	RM/kW	RM/kW	RM/kW	RM/kW	RM/kW	RM/kW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Kraftwerke	300,—	221,30	17,50	5,20	—	2,50	1,00	—	2,50	50,—
2	Abspannwerke	90,—	41,—	—	5,20	—	2,50	1,80	—	4,50	35,—
3	30 kV-Netz	60,—	—	—	—	—	60,—	—	—	—	—
4	6 kV-Netz	150,—	—	—	—	—	—	150,—	—	—	—
5	220 V-Netz	200,—	—	—	—	—	—	—	200,—	—	—
6	Netzstationen	80,—	20,—	—	—	38,—	—	—	—	2,—	20,—
7	Sonstiges	20,—	20,—	—	—	—	—	—	—	—	—
	insgesamt RM/kW	900,—	302,30	17,50	10,40	38,—	65,—	152,80	200,—	9,—	105,—
	insgesamt %	100,0	33,6	1,95	1,15	4,23	7,22	17,0	22,2	1,0	11,65
	Bezeichnung	K	K_u	K_g	$K_{tr\,30}$	$K_{tr\,6}$	$K_{k\,30}$	$K_{k\,6}$	$K_{k\,220}$	K_{Cu}	K_a

Wir können die Gl. (7) unter gleichzeitiger Umformung jetzt folgendermaßen schreiben:

$$k = (0{,}336 \cos\varphi + 0{,}0195\, c_g + 0{,}0115\, c_{tr\,30} + 0{,}0423\, c_{tr\,6} + 0{,}0722\, c_{k\,30} + 0{,}17\, c_{k\,6} + 0{,}222\, c_{k\,220} + 0{,}1265)\,\frac{K\,p}{\cos\varphi \cdot 100} \quad (9)$$

Setzen wir den Klammerausdruck, der den Beiwert für die gesamten Anlagen des Elektrizitätswerkes darstellt, gleich c, dann erhält man

$$k = c\,\frac{K\,p}{\cos\varphi \cdot 100} \quad . \; . \; . \; . \quad (10)$$

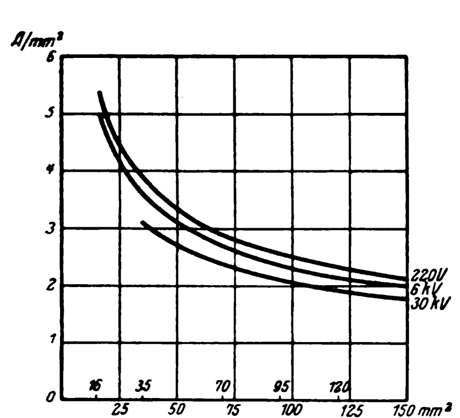


Abb. 4. Zulässige Stromdichten für verseilte Dreileiterkabel, Type KEB.

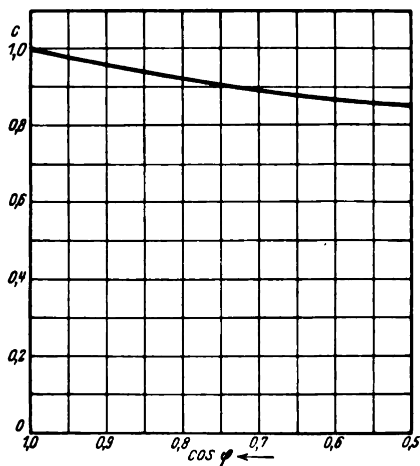


Abb. 5. Gesamtbeiwert c abhängig vom cos φ.

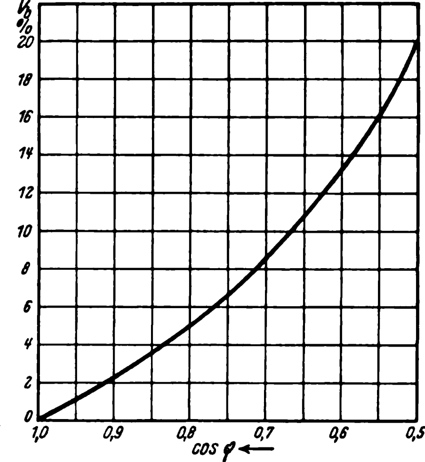


Abb. 6. Blindstromverluste V_b % in Prozent der Arbeitserzeugung abhängig vom cos φ.

In der Zahlentafel 7 ist c für verschiedene Werte des cos φ unter Berücksichtigung der oben bestimmten einzelnen Beiwerte errechnet.

Zahlentafel 7.

cos φ	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
$0{,}336 \cdot \cos\varphi$	0,3360	0,30240	0,26880	0,23530	0,20160	0,16800
$0{,}0195 \cdot c_g$	0,0195	0,01905	0,01848	0,01794	0,01743	0,01700
$0{,}0115 \cdot c_{tr\,30}$	0,0115	0,01123	0,01083	0,01052	0,01016	0,00984
$0{,}0423 \cdot c_{tr\,6}$	0,0423	0,04010	0,03798	0,03574	0,03350	0,03156
$0{,}0722 \cdot c_{k\,30}$	0,0722	0,06770	0,06370	0,05970	0,05730	0,05810
$0{,}17 \cdot c_{k\,6}$	0,1700	0,16900	0,16920	0,17170	0,17540	0,18370
$0{,}222 \cdot c_{k\,220}$	0,2220	0,22540	0,23320	0,23900	0,24680	0,25990
$0{,}1265 \cdot 1$	0,1265	0,12650	0,12650	0,12650	0,12650	0,12650
c [nach Gl. (9)]	1,0000	0,96138	0,92869	0,89640	0,86869	0,85400

In Abb. 5 ist c abhängig vom cos φ aufgetragen. Hiermit sind die Unterlagen für die Ermittlung der festen Kosten des Blindstromes bekannt.

II. Beeinflussung der Verluste durch den cos φ.

Die zusätzlichen veränderlichen Kosten, die durch den Blindstrom verursacht werden, sind im wesentlichen durch die vermehrten Verluste im Netz und in den Transformatoren gegeben. Bezeichnet man die Ohmschen Verluste im Netz und in den Transformatoren mit V, den Scheinstrom mit J_s und den äquivalenten Widerstand des Netzes einschließlich Transformatoren mit W, so gilt

$$V = J_s^2\, W \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

Wir haben oben angenommen, daß die gesamten Anlagen dem bei fallendem cos φ wachsenden Scheinstrom proportional erweitert werden sollen. Sieht man davon ab, daß die Kabelquerschnitte wegen der abnehmenden Stromdichte rascher zunehmen als die Scheinleistung, so ist der Netzwiderstand als umgekehrt proportional dem Scheinstrom zu betrachten.

Bezeichnen wir den Widerstand, der für ein blindstromfreies Netz angemessen wäre, mit W_w und den Wirkstrom mit J_w, dann gilt für die durch den Wirkstrom hervorgerufenen Verluste V_w die Gleichung:

$$V_w = J_w^2\, W_w \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (12)$$

Zwischen W und W_w besteht nach den oben gemachten Voraussetzungen die Beziehung:

$$W = W_w\,\frac{J_w}{J_s} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (13)$$

Aus Gl. (11) und (13) ergibt sich:

$$V = J_s^2\,\frac{J_w}{J_s}\,W_w = J_s\,J_w\,W_w \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (14)$$

Unter Berücksichtigung der Gl. (3) kann man Gleichung (14) folgendermaßen schreiben:

$$V = \frac{J_w}{\cos\varphi}\,J_w\,W_w = \frac{J_w^2\,W_w}{\cos\varphi} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (15)$$

Mit Gl. (12) geht Gl. (15) in folgende Gleichung über:

$$V = \frac{V_w}{\cos\varphi} \quad \dots\dots\dots\dots (16)$$

Bezeichnet man mit V_b die durch den Blindstrom hervorgerufenen zusätzlichen Verluste, so ist

$$V_b = V - V_w \quad \dots\dots\dots (17)$$

Aus Gl. (16) und Gl. (17) ergibt sich:

$$V_b = \frac{V_w}{\cos\varphi} - V_w = V_w\left(\frac{1}{\cos\varphi} - 1\right) \quad \dots (18)$$

Drücken wir die Verluste in % der erzeugten kWh aus und bezeichnen wir die prozentualen Verluste mit

$V_{b\%}$ und $V_{w\%}$,

so können wir die Gl. (18) folgendermaßen schreiben:

$$V_{b\%} = V_{w\%}\left(\frac{1}{\cos\varphi} - 1\right) \quad \dots\dots (19)$$

Für das in Abb. 1 skizzierte Netz können wir die durch den Wirkstrom verursachten Ohmschen Verluste zu etwa 20 % der Gesamterzeugung annehmen. Die durch den Blindstrom verursachten Verluste schreiben sich daher, ausgedrückt in Prozent der Gesamterzeugung, für unser Beispiel:

$$V_{b\%} = 20\left(\frac{1}{\cos\varphi} - 1\right) \quad \dots\dots (20)$$

In Abb. 6 ist $V_{b\%}$ für verschiedene Werte des $\cos\varphi$ graphisch dargestellt. Damit sind auch die Unterlagen für die veränderlichen Kosten des Blindstromes bekannt, und wir können im folgenden einen $\cos\varphi$-Tarif entwickeln.

III. Entwicklung eines cos φ-Tarifes.

Bezeichnet man mit
a den jährlichen Leistungspreis in Rpf/kVA,
b den Arbeitspreis in Rpf/kWh,
h die jährliche Benutzungsdauer,
s den resultierenden Gesamtstrompreis in Rpf/kWh,

dann stellt die folgende Gleichung den theoretischen $\cos\varphi$-Tarif unter Berücksichtigung der oben abgeleiteten Abhängigkeit der Anlagekosten und Verluste vom $\cos\varphi$ dar; hierbei ist angenommen, daß die festen Kosten dem Anlagekapital proportional sind

$$s = \frac{a\,c}{h\cos\varphi} + b\left(1 + \frac{V_{b\%}}{100}\right). \quad \dots\dots (21)$$

Die sich aus dieser Gleichung ergebenden Strompreise sind für

$a = 80$ RM/kVA
$b = 6$ Rpf/kWh

in Zahlentafel 8 errechnet. Hierin sind die mager gedruckten Zahlen der Anteil des Leistungspreises, die fetten Zahlen der Gesamtstrompreis.

Zahlentafel 8.

cos φ	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Leistungspreis $\frac{a\,c}{\cos\varphi}$ RM/kW	80,00	85,40	92,90	102,50	115,80	136,70
Arbeitspreis $b\left(1 + \frac{V_{b\%}}{100}\right)$ Rpf/kW	6,00	6,13	6,30	6,51	6,80	7,20
Benutzungsdauer h/Jahr						
1000	8,00 **14,00**	8,54 **14,67**	9,29 **15,59**	10,25 **16,76**	11,58 **18,38**	13,67 **20,87**
2000	4,00 **10,00**	4,27 **10,40**	4,64 **10,94**	5,12 **11,63**	5,79 **12,59**	6,83 **14,03**
3000	2,67 **8,67**	2,85 **8,98**	3,10 **9,40**	3,42 **9,93**	3,86 **10,66**	4,56 **11,76**
4000	2,00 **8,00**	2,13 **8,26**	2,32 **8,62**	2,56 **9,07**	2,89 **9,69**	3,42 **10,62**
5000	1,60 **7,60**	1,71 **7,84**	1,86 **8,16**	2,05 **8,56**	2,32 **9,12**	2,73 **9,93**
6000	1,33 **7,33**	1,42 **7,55**	1,55 **7,85**	1,71 **8,22**	1,93 **8,73**	2,28 **9,48**

Der in Zahlentafel 8 errechnete Tarif ist in dem Tarifmodell Abb. 7 dargestellt[2].

IV. Der cos φ-Tarif für die Praxis.

Der eben entwickelte, den theoretischen Selbstkostenverhältnissen entsprechende $\cos\varphi$-Tarif ist für die Praxis kaum brauchbar, da die meßtechnischen Hilfsmittel zu kompliziert und kostspielig wären und auch den gesetzlichen Bestimmungen nicht entsprechen würden (vgl. das Gesetz betreffend die elektrischen Maßeinheiten vom 1. VI. 1898). Es zeigt sich jedoch, daß ein Scheinleistungstarif im Bereich von etwa 2 ... 3000 h Benutzungsdauer sich mit diesem theoretisch ermittelten Tarif fast vollkommen deckt und auch bei anderen Benutzungsdauern eine genügende Übereinstimmung zeigt. Dagegen ist die Abhängigkeit vom $\cos\varphi$ bei dem Blindverbrauchtarif, bei dem ein Zuschlag zum Arbeitspreis bei Verschlechterung des $\cos\varphi$ erhoben

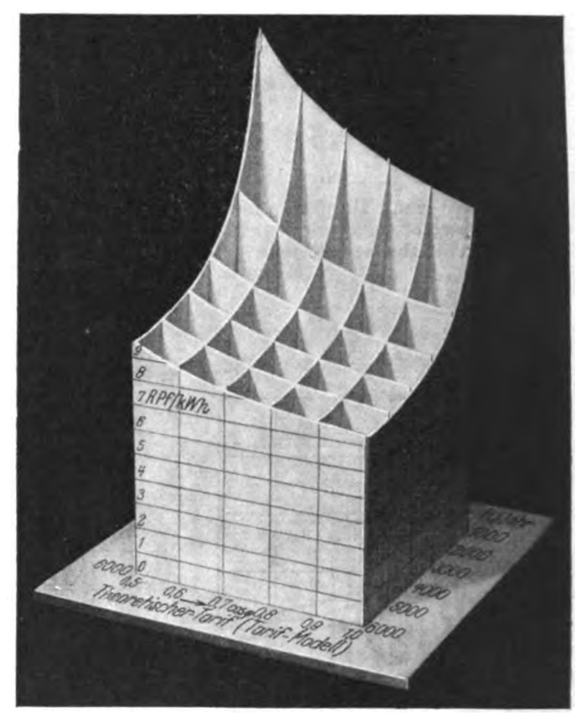


Abb. 7. Theoretischer cos φ-Tarif (Tarifmodell).

wird, zu gering, während der gemischte $\cos\varphi$-Tarif, bei dem der Leistungspreis nach der Scheinleistung berechnet und außerdem noch ein Zuschlag zum Arbeitspreis erhoben wird, bei schlechtem $\cos\varphi$ zu hohe Strompreise ergibt. Es zeigt sich weiter, daß aus den gleichen Gründen der Blindverbrauchtarif auch keinen genügenden Anreiz für den Abnehmer bietet, seinen cos φ zu verbessern, da der Zuschlag bei schlechtem $\cos\varphi$ erst bei hoher Benutzungsdauer solche Summen ausmacht, daß eine Kompensationsanlage in kürzerer Zeit aus den Ersparnissen amortisiert werden kann[3]. Der Scheinleistungstarif dagegen ergibt in jedem Falle so hohe Ersparnisse bei Verbesserung des $\cos\varphi$, daß jeder Abnehmer aus der Erstellung einer Kompensationseinrichtung einen wirtschaftlichen Vorteil zieht. Daß der gemischte $\cos\varphi$-Tarif naturgemäß eine Amortisation derartiger Anlagen in noch kürzerer Zeit ermöglicht, wird nach dem Vorstehenden einleuchten. Wir haben jedoch oben gesagt, daß der gemischte $\cos\varphi$-Tarif über das durch die Selbstkosten bedingte Maß bei der Berücksichtigung des $\cos\varphi$ i. a. hinausgeht und daher nur in seltenen Fällen (z. B. bei Überlandwerken) Anwendung finden sollte.

Nachdem es der Zählerindustrie gelungen ist, Meßeinrichtungen zu schaffen, die das Scheinleistungsmaximum direkt zu ermitteln gestatten, ist der Scheinleistungstarif auch bezüglich der Messung und Verrechnung den anderen beiden Tarifen überlegen; braucht doch der Blindverbrauchtarif vier Verrechnungsgrößen und der

[2] Vgl. hierzu Nissel, Tarifgleichung und Tarifmodell. ETZ 1926, S. 554.
[3] Vgl. hierzu Nissel, Blindstromkompensation bei Großabnehmern. ETZ 1928, S. 389.

gemischte cos φ-Tarif mindestens drei, während beim Scheinleistungstarif nur zwei Verrechnungsgrößen notwendig sind, nämlich die Scheinleistung in kVA und der Wirkverbrauch in kWh. Daher ist auch bezüglich der Messung und Verrechnung der Scheinleistungstarif den anderen beiden Tarifformen überlegen.

Ein wichtiger Punkt bei jedem Tarif ist seine Verständlichkeit für den Abnehmer. Auch hier hat die Erfahrung gezeigt, daß der Scheinleistungstarif dem Abnehmer wesentlich leichter verständlich ist als z. B. der Blindverbrauchtarif, dessen ziemlich komplizierter Aufbau häufig den Abnehmer mißtrauisch macht; dagegen ist es nicht schwierig, besonders an Hand von Parallelbeispielen aus anderen Gebieten der Technik, dem Abnehmer die sachliche Berechtigung des Scheinleistungstarifes zu erklären.

Zusammenfassend kann man daher sagen: Zur Schaffung der Grundlage für einen cos φ-Tarif ist das Zurückgehen auf die tatsächlichen Selbstkosten unerläßlich, und die Aufstellung des für ein Werk gültigen theoretischen cos φ-Tarifes ist empfehlenswert. Für die Praxis ist jedoch die Wahl eines weniger komplizierten Tarifes nicht zu umgehen. Von den drei in der Praxis gebräuchlichen Tarifen, die vorstehend erwähnt sind, verdient hierbei der Scheinleistungstarif am meisten Beachtung, da er mit Rücksicht auf

1. Annäherung an die Selbstkosten,
2. Anreiz für den Abnehmer zur Verbesserung des cos φ,
3. Messung und Verrechnung,
4. Verständlichkeit für den Abnehmer

den anderen beiden Tarifformen überlegen ist.

Schaltzeit und Schaltgeschwindigkeit von Ölschaltern.

Von **K. W. Müller**, Berlin.

Übersicht. **Für die üblichen Schalterkonstruktionen werden einige Formeln entwickelt, die es gestatten, die Ausschaltzeit und -geschwindigkeit ohne Rücksicht auf die Reibung zu berechnen. Aus einem durchgerechneten Beispiel ist der Einfluß der treibenden Kräfte und der Massenträgheit der Traverse ersichtlich.**

Die Ansichten über den Einfluß der Schaltgeschwindigkeit auf die Abschaltleistung eines Ölschalters gehen zur Zeit noch weit auseinander. Kesselring[1] hält eine Erhöhung der Traversengeschwindigkeit über 1,5 m/s für zwecklos. Auch Bauer und Bendmann[2] sprechen sich in diesem Sinne aus. Biermanns[3] dagegen hat eine Erhöhung der Schaltleistung durch Heraufsetzung der Traversengeschwindigkeit festgestellt, wobei bestimmt anzunehmen ist, daß die Geschwindigkeiten über 1,5 m/s betragen haben. In fast allen Berichten über Ölschalterversuche fehlen Angaben über die Schaltgeschwindigkeiten entweder vollkommen, oder es sind nur spärliche Werte genannt, die eine Beurteilung des Einflusses auf die Abschaltleistung nicht ermöglichen. Für den Konstrukteur dürfte es dennoch von Nutzen sein, wenn er die Traversengeschwindigkeit einer Konstruktion im voraus berechnen bzw. den Einfluß der treibenden Kraft und der Massenträgheit der Traverse auf diese ermitteln kann. Die Vernachlässigung der Bewegungswiderstände muß dabei vorerst in Kauf genommen werden. Im Versuchsfeld kann der Einfluß derselben experimentell festgelegt werden und bei ähnlichen Konstruktionen in der Rechnung Berücksichtigung finden.

Bei den üblichen Ölschalterkonstruktionen wird die Schaltertraverse vom Gewicht G durch Schraubenfedern aus den Kontakten gedrückt. Der längs des Weges s veränderliche Federdruck sei F. Dieser läßt sich ausdrücken durch eine Konstante c, multipliziert mit der Federung l', wobei also c die Änderung der Federkraft für die Längeneinheit der Federung bedeutet. Es ist also $F = c\,l'$. Wird die maximale Federung (bei Schalterstellung „Ein") mit l bezeichnet, so ist die jeweilige Federung $l' = l - s$, wobei s den von der Schaltertraverse zurückgelegten Weg von der Einschaltstellung aus bedeutet.

Die in Richtung der Ausschaltbewegung wirkende Kraft läßt sich demnach schreiben

$$P = G + F = G + c\,(l - s)\,. \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

Hieraus ist die Beschleunigung

$$p = \frac{P}{m} = g + \frac{c}{m}\,(l - s)$$

und die Geschwindigkeit in jedem Punkte des Weges

$$v = \sqrt{2\int_0^s p\,\mathrm{d}s} = \sqrt{2s\left[g + \frac{c}{m}\left(l - \frac{s}{2}\right)\right]} \quad \ldots \quad (2)$$

Berücksichtigt man noch den Auftrieb A der Traverse in Öl, so lautet Gl. (1)

$$P = G + c\,(l - s) - A,$$

und die Geschwindigkeit ist

$$v = \sqrt{2s\left[g + \frac{c}{m}\left(l - \frac{s}{2} - \frac{A}{c}\right)\right]}\,. \quad \ldots \quad (3)$$

Die Schaltzeit t bis zu jedem Punkt des Traversenweges ist ohne Rücksicht auf den Ölauftrieb

$$t = \int_0^s \frac{\mathrm{d}s}{v} = \int_0^s \frac{\mathrm{d}s}{\sqrt{2s\left[g + \frac{c}{m}\left(l - \frac{s}{2}\right)\right]}}\,,$$

$$t = \sqrt{\frac{m}{c}}\left[\left(\operatorname{arc\,sin}\frac{s}{\frac{m}{c}\,g + l} - 1\right) - \frac{3}{2}\,\pi\right] \quad \ldots \quad (4)$$

und mit Rücksicht auf den Ölauftrieb:

$$t = \sqrt{\frac{m}{c}}\left[\left(\operatorname{arc\,sin}\frac{s}{\frac{m}{c}\,g + l - \frac{A}{c}} - 1\right) - \frac{3}{2}\,\pi\right]\,. \quad (5)$$

Die mittlere Traversengeschwindigkeit, auf den Gesamtweg bezogen, ist

$$v_m = \frac{s}{t}\,, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (6)$$

für den Freifall der Traverse, d. h. von Kontakttrennung bis zum Ende der Traversenbewegung:

$$v_f = \frac{s - s_K}{t - t_K}\,. \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (7)$$

s_K und t_K sind Werte für die Traversenbewegung in den Kontakten. Bei Ölschaltern mit Dämpfung der Endbewegung der Traverse zwecks Herabsetzung der mechanischen Beanspruchung ist als Ende des Traversenweges der Beginn der Dämpfung zu rechnen, da der Dämpfungsweg nicht als aktiver Ausschaltweg gewertet werden kann.

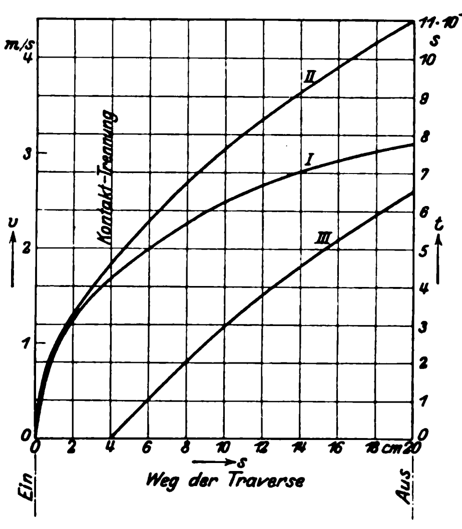
Die Antriebsteile der Traverse (Zugstange, Ölschalterkurbel und Schalterwelle) sind in der Rechnung nicht berücksichtigt, da sie meist im Verhältnis zum Traversengewicht unbedeutend sind. Nötigenfalls kann zum Traversengewicht das Gewicht der Zugstangen hinzugeschlagen werden. Der Einfluß der übrigen bewegten Teile ist auf jeden Fall vernachlässigbar. Auch der Ölauftrieb beeinflußt das Ergebnis oft nur unmerklich. Man sieht ohne weiteres aus Gl. (3) und (5), daß $\frac{A}{c}$ einen verhält-

[1] ETZ 1927, S. 1278.
[2] ETZ 1927, S. 1315.
[3] ETZ 1916, S. 617 und 635; 1927, S. 1137.

nismäßig kleinen, vernachlässigbaren Wert annehmen kann.

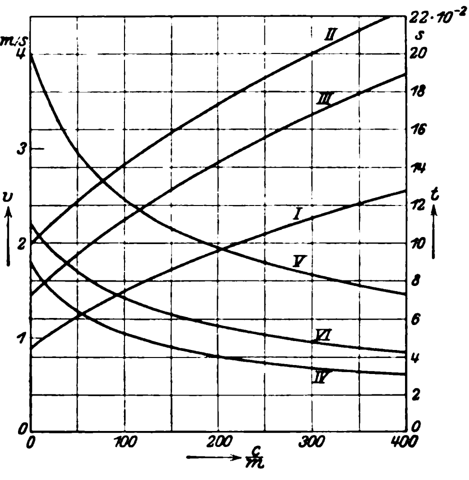
Eine charakteristische Größe bildet das Verhältnis der Federkonstanten c zur Traversenmasse m. Bei sonst gleichbleibenden Schalterabmessungen gibt außer der maximalen Federung l nur diese Größe das Tempo der Traversenbewegung an. Die maximale Federung kann sowohl kleiner als auch größer als der Gesamtschaltweg sein. Im ersten Falle sind die Federn bereits vor Beendigung der Traversenbewegung entspannt, im zweiten Falle haben sie in der Endstellung der Traverse noch eine Vorspannung. Dazwischen liegt die Anordnung, bei der die Federn in der Ausschaltstellung des Schalters gerade entspannt sind. Gleichwohl ist natürlich auch eine Vereinigung von einzelnen Fällen möglich. Hat ein Ölschalter z. B. 4 Ausschaltfedern, so können zwei davon bereits vor Beendigung des Schaltweges entspannt sein, während zwei bis zum Ende wirken. Auf diese Weise kann die Schalt-

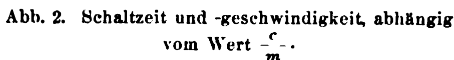
Man sieht aus dem Verlauf der Kurven, daß eine Erhöhung des Wertes $\frac{c}{m}$ über ein gewisses Maß wenig Gewinn bringt. Die Geschwindigkeit der Traverse kann selbstverständlich schon aus Gründen der mechanischen Beanspruchung nicht beliebig gesteigert werden, wenn auch durch zweckmäßig angeordnete Dämpfungsorgane viel zu erreichen ist, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll, da dies eine rein praktische Aufgabe darstellt. Ein Maß für die mechanische Beanspruchung ist durch den Stoßimpuls gegeben. Er ist gekennzeichnet durch das Produkt der Masse m der Traverse und ihrer Endgeschwindigkeit v. Es ist bekanntlich $m\,v = P\,t$, wobei natürlich die Kraft P während der Zeit t veränderlich ist. Es ist rechnerisch leicht festzustellen, daß durch geringe Herabsetzung des Traversengewichtes die Geschwindigkeit gesteigert werden kann, ohne daß die mechanische Beanspruchung höher gesetzt wird. Will man



I Geschwindigkeit [Gl. (2)]
II Schaltzeit [Gl. (4)]
III Zeitablauf von der Kontakttrennung an

Abb. 1. Geschwindigkeit der Traverse, Schaltzeit und Zeitablauf in Abhängigkeit von der jeweiligen Stellung der Traverse.





I Traversengeschwindigkeit b. Kontakttrennung
II Endgeschwindigkeit der Traverse
III Mittlere Geschwindigkeit der Traverse [Gl. (7)]
IV Zeit bis zur Kontakttrennung
V „ „ zum Ende der Traversenbewegung
VI „ für Freifall der Traverse

Abb. 2. Schaltzeit und -geschwindigkeit, abhängig vom Wert $\frac{c}{m}$.

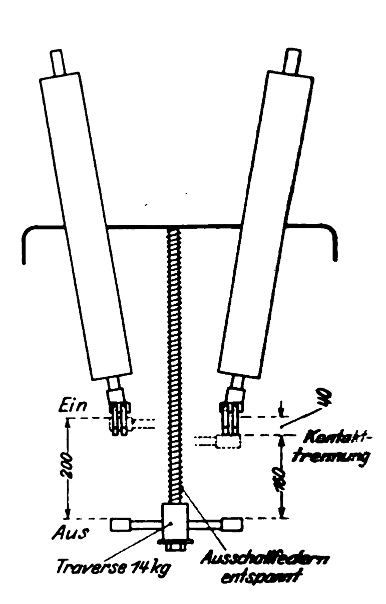


Abb. 3. Maßbild des untersuchten Ölschalters.

geschwindigkeit bei Kontakttrennung wesentlich heraufgesetzt werden, ohne daß die Endgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die mechanischen Beanspruchungen zu weit getrieben wird. Alle diese Fälle lassen sich rechnerisch erfassen, worauf im einzelnen wohl nicht eingegangen werden braucht, da die angegebenen Formeln darauf anwendbar sind.

Abb. 1 und 2 zeigen berechnete Kurven für einen Ölschalter mit folgenden Werten:

Traversengewicht 14 kg,	maximale Federung $l = 0{,}2$ m,
Traversenmasse $m = 1{,}43$ kg . s²/m,	Gesamtschaltweg 0,2 m,
Federkonstante $c = 200$ kg/m,	Weg in den Kontakten 0,04 m.
Verhältnis $\frac{c}{m} = 140$,	

Abb. 3 ist eine Maßskizze dieses Schalters. In Abb. 1 gibt Kurve *I* den Verlauf der Geschwindigkeit nach Gl. (2), Kurve *II* die berechnete Zeit nach Gl. (4) wieder. Kurve *III* stellt den Zeitablauf von Kontakttrennung aus dar. Abb. 2 zeigt die Abhängigkeit der Schaltzeit und Schaltgeschwindigkeit vom Werte $\frac{c}{m}$, bei sonst gleichen Abmessungen, berechnet nach Gl. (2) und (4). Kurve *I* ist die Traversengeschwindigkeit bei Kontakttrennung, *II* die Endgeschwindigkeit und *III* die mittlere Geschwindigkeit für den Freifall der Traverse nach Gl. (7). Kurve *IV*, *V* und *VI* zeigen den Ablauf der Zeit bis zur Kontakttrennung, bis zum Ende der Traversenbewegung und für den Freifall der Traverse.

in obigem Beispiel zwecks Erhöhung der Traversengeschwindigkeit den Wert $\frac{c}{m}$ z. B. verdoppeln, so muß man, um den Stoßimpuls nicht zu vergrößern, das Traversengewicht verringern. In der Rechnung war $\frac{c}{m} = 140$ angenommen. Dabei beträgt die Endgeschwindigkeit 3,09 m/s. Der Stoßimpuls ist also $m\,v = 1{,}43 \cdot 3{,}09 = 4{,}42$ kg · s. Für $\frac{c}{m} = 280$ beträgt die Endgeschwindigkeit 3,89 m/s, die Masse darf also nur noch 1,14, das Traversengewicht also statt 14 kg nur noch 11,2 kg betragen. Damit nun aber das Verhältnis $\frac{c}{m} = 280$ gewahrt bleibt, muß die Federkonstante von $c = 200$ kg/m auf $c = 320$ kg/m geändert werden, was durch entsprechend kräftigere Federn erreicht wird. Der Gewinn an Geschwindigkeit beträgt für Kontakttrennung etwa 30 %, für den Freifall der Traverse für die mittlere Geschwindigkeit ebenfalls 30 % und für die Endgeschwindigkeit rd. 26 %. Das Traversengewicht ist nur um 20 % herabzusetzen.

Wenn die tatsächlichen Werte auch mehr oder weniger von den errechneten abweichen, so ist es doch ohne weiteres möglich, die Schaltbewegung der Traverse mit Hilfe der Rechnung zu beurteilen. Durch einen Vergleich der errechneten mit den gemessenen Werten kann auf die Zweckmäßigkeit der Traversenkonstruktion geschlossen werden (günstige Formgebung der Traverse mit Rücksicht auf die Bewegung in Öl).

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Die Elektrizitätsversorgung von New York. — Wie in den europäischen Großstädten so zeigt auch in New York der Strombedarf im letzten Jahrzehnt eine starke Steigerung, welche, abgesehen von dem durch die wachsende Bevölkerungszahl bedingten Mehrbedarf, nicht zuletzt auch durch die immer vielseitigere Verwendung der Elektrizität in Industrie, Gewerbe und Haushalt bedingt ist. Die jährliche Steigerung des Stromabsatzes beträgt ziemlich gleichmäßig 10 ... 12 %, die Steigerung der Höchstleistung ist dagegen dank der zunehmenden Verschiedenheit in der Verwendung eine geringere, so daß auch der Belastungsfaktor sich von Jahr zu Jahr verbessert. Abb. 1 zeigt die

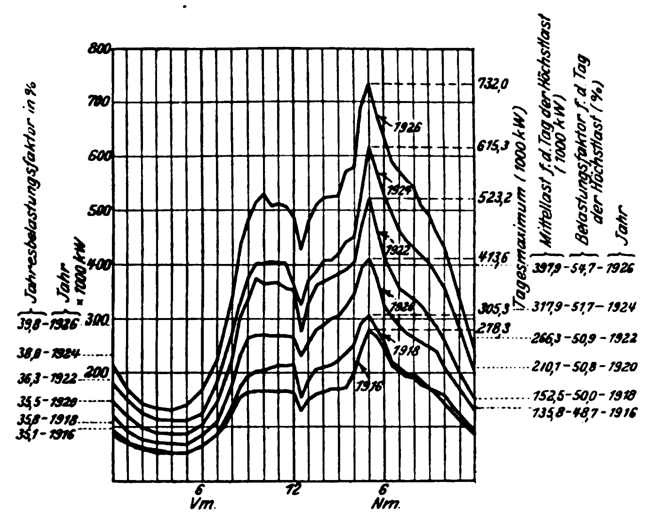


Abb. 1. Belastungslinien für den Tag der Höchstlast in den Jahren 1916 ... 1926. — Gesamtnetz der New York Edison-Gruppe und der mit dieser verbundenen Gesellschaften.

Belastungslinien für den jeweiligen Tag der Höchstbelastung von 2 zu 2 Jahren in der Periode von 1916 ... 1926; in derselben sind auch Angaben über die Höchstbelastung, mittlere Belastung und den Belastungsfaktor für diesen Tag sowie über den durchschnittlichen Belastungsfaktor für das ganze Jahr enthalten, welche das oben Gesagte bestätigen. Abb. 2 enthält die für die Jahreserzeugung und

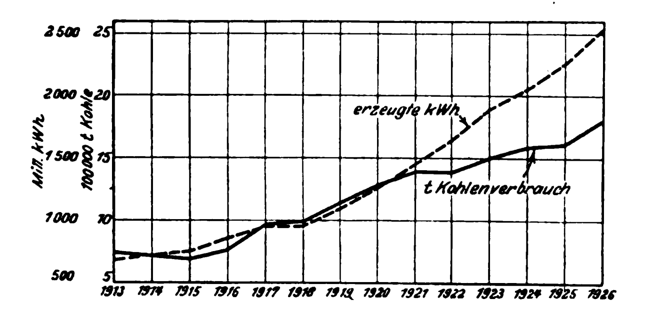


Abb. 2. Erzeugung und Kohlenverbrauch der New York Edison-Gruppe in den Jahren 1913 ... 1926.

den gesamten Kohlenverbrauch von 1913 ... 1926 geltenden Werte, aus denen der Erfolg der seit einigen Jahren angewendeten Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmewirtschaft besonders deutlich hervorgeht. Abb. 3 zeigt die Jahresdauerlinie der Belastung, welche insbesondere für die Vorausbestimmung der notwendigen Bereitstellungsdauer der Kessel und Maschinen von großer Wichtigkeit ist. Alle in diesen Abbildungen enthaltenen Angaben beziehen sich auf die Kraftwerksgruppe der Vereinigten New York Edison-Gesellschaften und der an diese angeschlossenen Unternehmungen, welche das Stadtgebiet von New York versorgen. Bemerkenswert erscheint, daß die Spitze alljährlich mit fast mathematischer Genauigkeit um 5 h nachm. auftritt, so daß es ganz aussichtslos erscheint, mit irgendwelchen Maßnahmen eine Verschiebung derselben zu erzielen. Daneben muß aber auch selbst in Sommertagen mit dem plötzlichen Auftreten ähnlicher Spitzenlasten gerechnet werden, was anläßlich von Gewittern wiederholt vorgekommen ist. In solchen Fällen steigt die Last innerhalb ganz kurzer Zeit auf das Zwei- bis Dreifache des sonst zu erwartenden Wertes; die ungestörte Aufrechterhaltung des Betriebes stellt daher die größten Anforderungen an Mannschaften und Einrichtungen, da in kurzer Zeit eine Belastungszunahme von 100 000 kW und noch mehr zu bewältigen ist. Für die Überholung der großen Maschineneinheiten, wofür bei jeder Gruppe etwa 6 Wochen benötigt werden, und nur der Sommer in Frage kommt, wo in der Regel nicht alle Maschinen dauernd in Betrieb stehen, bleibt also nur ein ganz knapper Zeitraum zur Verfügung.

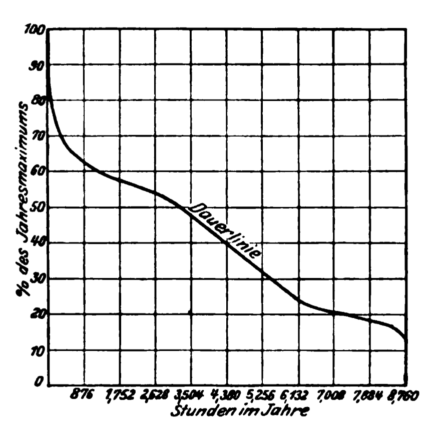


Abb. 3. Belastungsdauerlinie.

Das Gebiet von Groß-New York, d. i. die Stadt mit Einschluß der Wohnzwecken dienenden näheren Umgebung, benötigt z. Z. schon 5½ Milliarden kWh im Jahre bei 1½ Mill. kW Höchstleistung; der jährliche Zuwachs kann mit 200 000 kW angenommen werden. Die Vorsorge für die Deckung dieses Bedarfes bildet daher ein sehr ernstes Problem, zumal in Hinblick auf die Unsicherheit in der weiteren Entwicklung der Kohlenpreise auch die Heranbringung von Wasserkraftenergie, sei es von den Niagarafällen oder durch Verwirklichung der schon seit langer Zeit verfolgten Projekte zur Ausnutzung des St. Lorenz-Stromes, in Erwägung gezogen werden muß. Die Verhältnisse liegen daher auch hier ähnlich, wie dies Direktor Rehmer in seinem am 13. XII. 1927 im EV Berlin gehaltenen Vortrag[1] im Hinblick auf Berlin gezeigt hat. Die ausreichende Deckung des Großstadtbedarfes stellt uns vor Aufgaben, deren Lösung die Anwendung neuartiger Mittel und Wege erheischt, wobei insbesondere der Sicherung der stets ungestörten, auch jeden plötzlichen Bedarf deckenden Stromversorgung die größte Bedeutung zukommt. (J. W. Lieb, El. World Bd. 90 S. 1187.) *Bp.*

Elektromaschinenbau.

Zur Theorie des kompensierten Asynchronmotors. — Ausgehend von dem Unterschiede in der Schaltung des kompensierten Asynchronmotors nach Heyland und in der des geänderten und verbesserten Motors nach Osnos wird zuerst die Gleichung des genauen Stromdiagrammes des Heylandmotors aufgestellt. Hierbei ist die Streuspannung, wie bei Wechselstromkommutatormotoren üblich, aus einer von der Schlüpfung s unabhängigen und einer von s abhängigen Komponente bestehend angenommen. Die Gleichung des genauen Stromdiagrammes ist die Gleichung einer Kurve vierter Ordnung. An einem Beispiel wird gezeigt, daß die Abweichung dieses genauen Diagrammes von einem Kreise gering ist. Vernachlässigt man nämlich die Streuung zwischen den Wicklungen, die in denselben Nuten liegen, so vereinfacht sich die Gleichung der Kurve vierter Ordnung zu einer Kreisgleichung, in der die

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 73.



Schlüpfung s und der Bürstenverschiebungswinkel δ als Parameter auftreten. An Hand der bisher erschienenen Aufsätze über die Theorie des geänderten und verbesserten Osnosmotors werden die Stromdiagramme der beiden kompensierten Asynchronmotoren miteinander in Vergleich gesetzt; dabei ist beiderseits der Widerstand der Primärwicklung zur besseren Übersicht gleich Null gesetzt. Der geometrische Ort der Endpunkte der Primärstromvektoren für beliebige Winkel δ ist bei Synchronismus, d. h. $s = 0$, für beide Maschinen ein Kreis, im Kurzschluß, also $s = 1$, eine Gerade und bei $s = \infty$ für den Heylandmotor eine Ellipse mit 45° Hauptachsenneigung gegen das Koordinatensystem, für den Osnosmotor aber ein Kreis. Für beliebige aber konstante Schlüpfung s liegen die Endpunkte der Primärstromvektoren für verschiedene Winkel δ bei beiden Motoren auf Ellipsen. Die Mittelpunktsbahn dieser Kurven $J = f(\delta)$ fällt beim Osnosmotor mit dem Heylandkreis des normalen Asynchronmotors zusammen, dessen entsprechende Konstanten denen des kompensierten Motors gleich sind. Beim Heylandmotor ist diese Mittelpunktsbahn identisch mit dem Kreisdiagramm eines Kommutator-Induktionsmotors, der im Läufer neben der Kommutatorwicklung eine Phasenwicklung trägt. Gleiche Konstanten der entsprechenden Wicklungen der beiden betrachteten Maschinen ist hierbei auch wieder Voraussetzung. Ferner sind die Leerlaufverhältnisse sowie die Kompensationsbedingungen bei beiden Motoren verglichen.

Entsprechend den drei Stromkreisen des Heylandmotors lassen sich auch drei Leistungs- und Verlustgeraden für diese Maschine aufstellen. Die Leistungen und Verluste in den einzelnen Wicklungen sind dargestellt durch Ordinatenabschnitte, die, im Strommaßstab mit der Klemmenspannung multipliziert, die gesuchte Größe angeben.

Für die kompensierten Motoren und einen normalen Asynchronmotor mit gleichen, entsprechenden Konstanten sind für verschiedene Bürstenwinkel δ im Anhang der Arbeit Kurven zum Vergleich zusammengestellt, die die Leistungsfaktoren sowie die Verluste der drei Vergleichsmaschinen in Abhängigkeit von der Generator- und der Motorleistung angeben. Ferner ist für den als Beispiel gewählten Heylandmotor das Gebiet der Bürstenstellung δ ermittelt, für die Dauerbetrieb mit Normallast möglich ist, ohne daß Überlastung eines Stromkreises des Motors dabei auftritt. (H. H e ß , Arch. El. Bd. 20, H. 1, S. 1.)

Englische Vorschriften für Transformatoren. — Es liegt die neue erweiterte Ausgabe der „British Standard Specification for the Electrical Performance of Transformers for Power and Lighting" (kurz BESA) vor. Sie bietet gegenüber den deutschen Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren (R.E.T./1923) einige bemerkenswerte Abweichungen, die hier kurz besprochen werden sollen. — Die Teilung in eigentliche Vorschriften (Specifications) und einen erläuternden Anhang (Appendix) ist sehr vorteilhaft, da es Gelegenheit bietet, das Wesentliche vom Unwesentlichen, das Naheliegende von den Erfahrungstatsachen zu trennen und leichter auffindbar zu machen.

Die „BESA" betrifft die eigentlichen vielphasigen und einphasigen Transformatoren für Kraft- und Lichtbetrieb, die Auto-, Bahn-, Prüf- und Anlaßtransformatoren, teilweise die Reaktanzspulen und die Induktionsregler, deckt sich somit fast genau mit den R.E.T./1923. Im Anhang werden die zugelassenen Isolierstoffe aufgezählt und die zulässigen Betriebsbedingungen angegeben. Die L u f t t e m p e r a t u r ist mit BESA 40° (R.E.T./1923 35°), die Wassertemperatur 25° (25°) begrenzt, dagegen ist keine Bezugstemperatur (20°) für den betriebswarmen Zustand festgelegt. Die M e e r e s h ö h e ist mit 1000 m (1000 m) begrenzt. Vorteilhaft, besonders für den Kunden, ist die Festlegung der zulässigen Überlastungen unter verschiedenen Betriebsbedingungen.

Die B e g r i f f s b e s t i m m u n g e n sind nicht so klar und ausführlich wie in den R.E.T./1923 und verlieren sich zuweilen in Geringfügigkeiten, so z. B. wird die Spannungsübersetzung als Verhältnis der Spannungen bei Leerlauf und noch besonders die Windungsübersetzung festgelegt, ferner die praktisch nie benötigte Angabe des induktiven Spannungsabfalles hervorgehoben, anderseits werden jedoch einige neue nützliche Begriffe eingeführt, wie jene der Typenprobe und der abgekürzten Probe.

K ü h l a r t e n werden nur die AN (TS), ON (OS), OW (OWI), OFW (OWA), OFB (OFU), OB (OF), AB (TF) vorgesehen, es fehlen also die (TW), (OSA), (OFA), Kühlarten, die neuerdings in einigen Fällen Verwendung finden. — Es werden durch Hinweis auf frühere Aufstellungen die S p a n n u n g e n normalisiert, ebenso die Frequenz zu 50 (50), das Stromsystem als einphasig und dreiphasig, die Normalanzapfungen zu ± 2½ % oder deren Vielfaches (± 4 %); dieser letztere Umstand erschwert natürlich erheblich die Abstimmung der Abstufungen in den beiden Ländern. — Die n o r m a l e L e i s t u n g entspricht der Nennleistung, nur fehlen die Begriffe der Nennspannung und des Nennstromes. — Bezüglich der E r w ä r m u n g sind die bekannten recht konservativen und vorsichtigen Werte eingehalten worden, die eine erhebliche Vergrößerung und Verteuerung der Transformatoren bedingen, wenn auch, bei sonst gleich guter Auslegung, eine Verbesserung des Wirkungsgrades zu erwarten ist.

		Erwärmung	Temperaturen
Wicklungen von	Trockentransformatoren . .	55° (60°)	95° (95°)
	Öltransformatoren	55° (70°)	95° (105°)
	wassergekühlten	65° (70°)	90° (95°)
Öl		50° (60°)	90° (95°)

Eisenwicklung in beiden Fällen.

Bemerkenswert ist, daß die schon viel zu geringe Spanne zwischen Öl und Wicklungserwärmung der R.E.T./1923 hier auf die Hälfte verringert wird, und daß die Öltransformatoren die gleichen Grenzen aufweisen wie die Trockentransformatoren. Die praktische Einhaltung dieser Vorschriften bedingt meistens eine weitere Verteuerung der Type, da entweder das Kupfer oder das Öl nicht voll ausgenutzt werden kann und bedeutet unter Umständen, da nur die Öltemperatur betriebsmäßig überwacht wird, eine Gefahrquelle bei Überlastungen. — Um die umständliche Bestimmung des w a r m e n W i d e r s t a n d e s zu ersparen, werden sehr bequeme Korrektionsfaktoren des einige Minuten nach Abschaltung gemessenen Wertes angegeben. Auch ist eine Korrektion der Temperaturen von 1½ % bei fremdgelüfteten und 1 % für selbstgekühlte Transformatoren für je 300 m Höhe über Meeresspiegel angegeben (fehlt in R.E.T./1923). — Der garantierte W i r k u n g s g r a d soll nach der indirekten Methode der Verlustbestimmung ermittelt werden, d. h. als

$$\eta = \frac{\text{kW}}{\text{kW} + \text{Verluste}},$$

wodurch dem für die Transformatorenfrage recht unzweckmäßigen Begriff des Wirkungsgrades weitere Existenzberechtigung verschafft wird, zum großen Nachteil der glatten Abwicklung der Geschäfte. — Die I s o l a t i o n s p r o b e ist genau wie nach R.E.T./1923 in den Werkstätten des Herstellers an dem neuen, betriebswarmen Transformator auszuführen.

Die Wicklungsprobe wird mit

$$2\,E + 1000\ \text{V} \begin{cases} (3{,}25\,E \ldots 10\,000\ \text{V}) \\ (1{,}75\,E + 15\,000\ \text{V}) \end{cases}$$

Minimum 2000 V (2500 V)

angegeben, ist also besonders für mittlere Spannungen erheblich kleiner als nach den R.E.T./1923 (diese ist bei 10 000 V etwa 55 % größer), die Überschneidung der beiden Prüfspannungskurven tritt erst bei 5600 V ein. Die dauernd mit einem Pol geerdete Wicklung wird mit

$$2{,}73\,E + 1000\ \text{V}\ \ (1{,}92\,E + 15\,000),$$

also bis zu 25 % Unterschied (10 000 V), geprüft.

Interessant ist die Angabe, daß die Prüfzeit von der Frequenz abhänge, u. zw. betrage sie

$$60' \times \frac{\text{Normalfrequenz}}{\text{Prüffrequenz}},$$

und daß beim Ein- und Ausschalten die Prüfspannung ⅓ ihres Sollwertes betrage.

Bei Wiederholung der S p a n n u n g s p r o b e an Ort und Stelle oder nach einer Reparatur darf nur mit 75 % der Prüfspannung geprüft werden. Sehr wertvoll sind genaue Vorschriften über die Durchführung der Proben und über das zulässige Spiel in den Meßwerten; so darf die Übersetzung um $^1/_{10}\ e_k$, jedoch nicht mehr als 0,5 % abweichen, die Verluste um ± 10 % und e_k ebenfalls um ± 10 % vom Sollwert abweichen.

Im Anhang sind noch die Schaltgruppen angegeben, die leider sowohl bezüglich der Bezeichnung der Klemmen als bezüglich der Schaltgruppen selbst wesentlich von den R.E.T./1923 abweichen und nur insofern übereinstimmen, als für beide große Buchstaben sich auf die Oberspannung, kleine auf die Unterspannung beziehen. Die Klemmenbezeichnung der R.E.T./1923 dürfte vorzuziehen sein, dagegen ist die Gruppenbezeichnung der BESA, besonders in ihrer ausführlicheren Form, die eine logische Grundlage hat, vorteilhafter, so z. B. entspricht

Yz 3 der Gruppe (C_2), wo Y für die Schaltung in Stern der Oberspannungswicklung, z für die Zickzackschaltung der Niederspannungswicklung und 3 als Stundenbezeichnung statt $-90°$ steht; ähnlich ist Yz 9 für (D_2).

Wenn es auch für den unmittelbaren Vergleich und für die geschäftliche Abwicklung zu bedauern ist, daß die beiden Regeln bezüglich der Erwärmung und der Isolierfestigkeit wesentlich voneinander abweichen, so ist es doch interessant festzustellen, daß die Fachwelt drüben bezüglich der Erwärmungsfragen besonders vorsichtig und ängstlich ist und auch eine kurzzeitige Übererwärmung zu vermeiden sucht, dagegen die Isolierfestigkeit gerade in den häufigsten Fällen der mittleren Betriebspannungen von 6... 50 000 V viel milderen Bedingungen unterwirft, ja sogar auf die Sprungwellenprobe verzichtet.

Transformatoren nach der BESA dürften deshalb im Vergleich zu jenen nach den R.E.T./1923 bei sonst gleichen Bedingungen im allgemeinen bedeutend teurer sein und eine geringere Betriebsicherheit aufweisen, auch schon deshalb, weil jede Vorschrift bezüglich Kurzschlußfestigkeit der Wicklungen fehlt. (Veröffentlichung Nr. 171, 1927, der British Engineering Standards Association.)

Zelewski.

Fernmeldetechnik.

Rotierende Signale für den Straßenverkehr. — Infolge des stetig zunehmenden Straßenverkehrs werden in den Großstädten Europas und Amerikas an Straßenkreuzungen die bekannten rot-grünen (und auch rot-gelb-grünen) Lichtsignale angebracht. Durch Aufleuchten der roten Lampen wird der Wagenverkehr gesperrt, während beim Aufleuchten der grünen Lampen freie Fahrt gegeben wird; die gelben Lichter bezeichnen das Übergangstadium. Ein Nachteil dieser Signalvorrichtung liegt darin, daß der

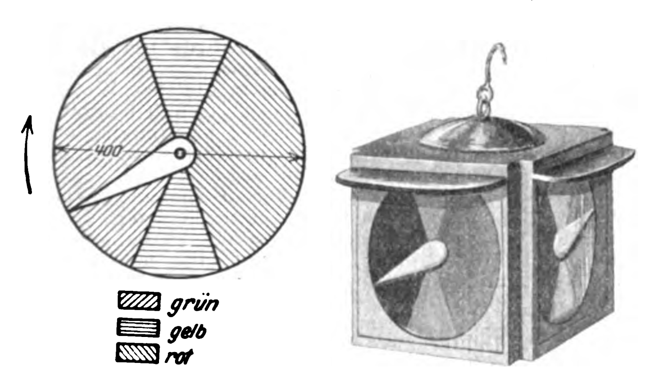


Abb. 4. Signalscheibe mit rotierendem Zeiger. Abb. 5. Praktische Ausführung der Verkehrsampel.

Fußgänger kurz vor Überschreiten des Fahrdamms nicht beurteilen kann, wann der nächste Signalwechsel eintritt. Er glaubt, bei rotem Signal den Fahrdamm ungefährdet überschreiten zu dürfen; im nächsten Augenblick kann aber das rote Signal verschwinden, und der Fußgänger befindet sich infolge der geringen Dauer des gelben Übergangssignals zwischen den rasch fahrenden Fahrzeugen. Um diesem Übelstande zu begegnen, hat Dipl.-Ing. Roschanski, Berlin, Linkstr. 31, eine Vorrichtung durchgebildet[1], bei der sich über einer in verschiedenfarbige (rot-gelb-grün) Sektoren eingeteilten kreisrunden Scheibe (Abb. 4) dauernd mit gleichbleibender Geschwindigkeit ein Zeiger im Uhrzeigersinne dreht, so daß einer vollen Umdrehung des Zeigers eine Geh- und Fahrtperiode entspricht. Will der Fußgänger den Fahrdamm überschreiten, so braucht er nur diese Signaluhr zu beobachten, um zu ermessen, ob die verbleibende Signalzeit zum Überschreiten des Fahrdammes ausreicht oder nicht.

Entsprechend den beiden Richtungen der Hauptstraße und den beiden Richtungen der Querstraße sind vier Zeiger vorgesehen, von denen sich jeder über eine der vier Seitenflächen eines fast würfelförmigen Körpers, mit den Außenabmessungen 590 × 590 × 540 mm bewegt. Vor den Zeigern angebrachte Glasscheiben bieten Schutz gegen Witterungseinflüsse. Die farbigen Signalflächen werden durch Soffittenlampen, die zwischen Schutzscheibe und Signalfläche oben und unten angebracht sind, beleuchtet. Es genügt für jede Signalfläche eine Lampe, die zweite dient als Reserve. Die Schutzscheibe sitzt in einer Tür, die das Eindringen von Feuchtigkeit, Schnee usw. verhindert. Die Zeiger können elektrisch, elektromagnetisch, durch eine Feder oder durch Gewichte betätigt werden. In besonderen Fällen, wie an Straßenkreuzungen mit großem Verkehr, würde man natürlich fordern, daß die Zeitsignale gruppenweise miteinander übereinstimmen, d. h. daß deren Zeigerstellungen in einer gewissen Abhängigkeit zueinander stehen sollen. In diesen Fällen würde sich, wie in Fabriken, Bahnhöfen usw., der elektromagnetische Antrieb mit einer Zentraluhr eignen. Noch einfacher gestaltet sich der Antrieb durch einen kleinen Synchronmotor, der mittels Kegelräder auf die Zeiger arbeitet. Derartige Synchronmotoren haben sich nicht nur in Amerika, sondern auch in Deutschland gut bewährt[1]. Die Konstanz der Drehzahl läßt keine Abweichung der einmal eingestellten Zeit zu. Bei mehreren Signalstellen können die Motoren von einer Stelle aus ein- und ausgeschaltet werden. Man hat es demnach in der Hand, die Zeit so einzustellen, wie man es wünscht, ohne daß in der Regelung eine Änderung eintritt. Außerdem gestattet der Mechanismus der Uhrzeiger-Signalapparate, die Dauer der Geh- und Fahrperioden beliebig einzustellen. Da die Zeiger sich paarweise leicht so anordnen lassen, daß ein Gewichtsausgleich stattfindet, ist der Energieverbrauch für das Drehen der vier Zeiger sehr gering; er beträgt rd. 22 kWh im Jahr bei ununterbrochenem Betrieb.

Bei der Uhrzeiger-Signalvorrichtung ergibt sich gegenüber den bisher üblichen Apparaten mit plötzlichem Wechsel des Lichtsignals ein geringeres Gewicht: die Beanspruchung der Tragseile ist nämlich noch nicht halb so groß. Ferner ist die Angriffsfläche für den Wind rd. 37 % geringer, und der Stromverbrauch der Soffittenlampen beträgt etwa 14 % des bisher erforderlichen für die hochkerzigen Signallampen, so daß man die Uhrzeiger-Signalvorrichtung auch zu Zeiten verringerten Verkehrs in Betrieb lassen kann. Während man bei den jetzigen Signalvorrichtungen, um gegen das Tageslicht anzukämpfen, Birnen bis zu 200 W verwenden muß, die zeitweise, wenn die Sonne auf die Ampel scheint, nicht einmal ausreichen, brauchen die Uhrsignalflächen am Tage überhaupt nicht beleuchtet zu werden, da die farbigen, zu einem Kreis von 400 mm gehörigen Sektoren weit über 100 m hinaus gut sichtbar sind. Man muß auch berücksichtigen, daß in einer Ampel mit vier hochkerzigen Birnen im Innern eine außerordentliche Wärme erzeugt wird, die sich in den Sommermonaten noch erheblich steigert und die Lebensdauer der Birnen herabsetzt, so daß erhebliche Unterhaltungskosten entstehen. Endlich ergibt sich durch die häufige Umstellung der rot-gelb-grünen Lampen (bis zu 3000mal am Tage) der Nachteil, daß die Kontakte rasch abgenutzt werden. Der Erfinder steht mit mehreren Stadtverwaltungen zwecks Einführung der neuen Signale in Unterhandlung. *fi.*

Zwei Verstärker mit Ohmscher Rückkoppelung in theoretischer Behandlung. — F. Schierl behandelt zwei Verstärker, die sich dadurch auszeichnen, daß bei ihnen eine Verstärkercharakteristik existiert, die wie die Kennlinie einer einzelnen Röhre experimentell aufgenommen werden kann. Der Grund hierfür ist, daß neben den Röhren und Batterien nur rein Ohmsche Widerstände als Schaltelemente vorkommen. Auch die Rückkoppelung wird durch einen Ohmschen Widerstand hergestellt und heißt deshalb Gleichstrom- oder Ohmsche Rückkoppelung (frequenzunabhängige Rückkoppelung). Durch das Experiment ist bekannt, daß bei diesen Verstärkern (der eine besteht aus zwei Röhren, der andere aus einer Doppelgitterröhre) durch Vergrößern des Rückkoppelungswiderstandes die Steilheit der Verstärkercharakteristik zunimmt, daß sie unendlich werden kann, und daß dann Labilitäten, Sprünge der Anodenströme bei der Aufnahme der Charakteristik stattfinden. Im ersten Teil der Arbeit wird die Gleichung der Verstärkercharakteristik aufgestellt und diskutiert. Aus der Grenzbedingung für unendliche Steilheit wird der Grenzwiderstand berechnet. In der graphischen Lösung sind die Verstärkercharakteristiken für verschiedene Rückkoppelungswiderstände konstruiert und die Sprungstellen der Anodenströme bestimmt. Zum Schluß wird die Messung kleiner Wechselströme mit diesen Verstärkern behandelt. (F. Schierl, Arch. El. Bd. 20, H. 4, S. 346.)

Drahtloser Telephonverkehr Wien—New York. — Am 27. X. wurde durch Vermittlung des Fernamtes London der drahtlose Fernsprechverkehr zwischen Österreich und Amerika, u. zw. mit allen Orten in den V. S. Amerika, Cuba und einigen wichtigen Städten in Canada und Mexiko eröffnet. Gespräche, die zunächst nur von Wien aus erfolgen können, sind von 12½ h bis 4 h m. Z. gestattet, im allgemeinen für nicht mehr als 12 min. Die

[1] D.R.P. angem.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1372.

V. S. Amerika und Canada sind hierfür in 5 Zonen eingeteilt; die Gebühren betragen für ein Dreiminutengespräch je nach Zone 255 ... 315 Goldfranken, nach Cuba 315 ... 330, nach Mexiko 330 Goldfranken, die, falls wegen atmosphärischer Störungen Verständigungschwierigkeiten bestehen, ermäßigt werden. *Hgn.*

Die Funkstation Rugby. — Die Aufgabe der Station besteht in der funktelegraphischen Verbindung bei Tag und Nacht mit Australien und den anderen Teilen des englischen Reiches auch unter ungünstigen Empfangsbedingungen. Die Antennenanlage besteht aus 2 Antennen (31 700 bzw. 22 700 µµF). Um größere effektive Höhe zu erreichen, werden statt der sonst üblichen Flächenantennen solche aus Reusen verwandt, die zwischen je 2 Masten befestigt sind. Südlich der Station sind 8, nördlich 4 Masten von je 250 m Höhe aufgestellt. Die Masten sind nach drei Seiten je fünfmal abgespannt. Die Abspannungen haben Porzellanisolatoren, während der Mast selbst auf einem Isolator aus schwedischem Granit ruht. Die Masten haben dreieckigen Querschnitt. Jede Reuse wird aus acht Siliziumbronzelitzen gebildet und von einem Stahlseil getragen. Der Durchmesser jeder Reuse beträgt 3,65 m. Die Antennenisolatoren bestehen aus hohlem Porzellanrohr von 15 cm äußerem Durchmesser; ihre Prüflast beträgt 20 t, ihre Prüfspannung 200 000 Volt. Es sind jedesmal zwei Stück parallel und zwei Stück in Serie geschaltet. Die Erdanlage besteht aus eingepflügten Drähten, parallel zu jeder Reuse. Breite der Erdanlage: rechts und links von der Projektion jeder Reuse je 250 m. Unter der kleineren Antenne befindet sich ein Gegengewicht, das von 10 m hohen Stangen getragen wird. Die Sendeanlage besteht aus einem Röhrensender für Telegraphie (Welle 18 000 m) und einem zweiten für Telephonie. Die wassergekühlten Röhren der Western Electric Co. (Anodenspannung 10 000, Hochfrequenzleistung 10 kW) für beide Sender sind in fünf Gestellen zu je 18 Stück angeordnet. Für den Telegraphiesender sind drei Gestelle erforderlich, um eine Antennenleistung von 500 kW zu erzeugen. Die Leistung des Telephoniesenders wird mit 200 kW angegeben. Die Sender haben drei Stufen mit Stimmgabeloszillator. Die Kraftversorgung erfolgt durch Anschluß an das Überlandnetz (12 000 V Drehstrom). Der Anodenstrom für die Sender wird Hochspannungsmaschinen entnommen. Drei Maschinensätze sind aufgestellt, von denen jeder 500 kW hat und aus einem Motor, zwei Generatoren von je 3000 V und einer Erregermaschine besteht. Für den Betrieb werden 2 ... 3 Sätze in Serie geschaltet. Jeder Motor ist über einen besonderen Transformator an das Netz angeschaltet. Für die Heizung der Röhren sind Motorgeneratoren, 100 Hz, 200 kVA, aufgestellt. (A. St. Angwin u. Th. Walmsley, Veröff. d. Inst. of Civ. Engin. Bd. 221, Session 1925/26, Teil 1) *Sm.*

Beleuchtung.

Zur Haushalt-Lichtwerbung 1928[1]. — Eine von dem Schriftführer der Zentrale für Lichtwerbung, B. Seeger, stammende Übersicht über den bisherigen Verlauf der Werbung ergibt, daß Mitte Oktober im ganzen 42 Elektrogemeinschaften bestanden, die 59 Städte umfaßten. Einschließlich der Städte, in denen die Elektrizitätswerke außerdem die Werbung mittels des von der Zentrale zur Verfügung gestellten Materials aufgenommen haben, erstreckt sich die Haushalt-Lichtwerbung nunmehr auf insgesamt 91 Städte mit ungefähr 7,5 Mill. Einwohnern. An A.F.I.-Ausbildungskursen sind bisher 88 in 76 Städten vor rd. 1800 Hörern abgehalten worden. Weitere 37 Kurse wurden bis Mitte November in 35 Städten gewünscht, so daß auch dort im Anschluß daran mit der Gründung von Elektrogemeinschaften gerechnet werden kann.

Heizung. Öfen.

Über eisenlose Induktionsöfen. — Eine kritische theoretische Betrachtung solcher Öfen ist von Wichtigkeit in Anbetracht ihrer wachsenden Verwendung. Ist die Frequenz hinreichend hoch, so ist die Ermittlung der Konstruktionsform irgend eines Ofens ein Stromlinienproblem. Die Bestimmung des endgültigen Wertes der Frequenz wird von Burch und Davis mit Hilfe der bekannten Lösung für den Fall eines unendlich langen zylindrischen Ofens ausgeführt. Für eine endliche Länge des Schmelzgutes werden Korrektionen aus der Stromlinienlösung für eine Kugel abgeleitet. Die Arbeiten von Howe und H. Butterworth[1] sind herangezogen worden, um die Annäherung an den Widerstand einer kurzen Induktionspule in irgend einer Weise vorzuschlagen. Die Verringerung des induktiven Feldes infolge Verkürzung wird berücksichtigt, indem man den Schmelzgut-Wirk- und Blindwiderstand mit Oberflächen- und Volumen-Mittelwerten des Feldes, welches sich dem Schmelzgute anpaßt, multipliziert. Es ist festgestellt worden, daß unter bestimmten Umständen 50 Hz ebenso günstig sind wie eine höhere Frequenz, und in dem besonderen Falle, wo das vorteilhaft ist, stellt die Beseitigung des Motorgenerators sowohl eine Verbilligung als auch eine höhere Leistungsfähigkeit dar.

Die Verfasser beschreiben die Konstruktion des kleinsten Ofens, der unter günstigen Umständen bei 50 Hz einen guten Wirkungsgrad erzielt; derselbe enthält im ungünstigsten Falle ein Schmelzgut von 45 kg. Die äußere Grenze der aufgenommenen Leistung wurde bestimmt durch die mechanischen Kräfte, die auf das Schmelzgut wirken, und Berechnungen zeigten, daß im ungünstigsten Fall 11 kW in das Schmelzgut eingeführt werden konnten, ohne daß der elektrische „Springbrunnen" 15 cm Höhe überschritt. Obwohl es schwierig war, dieses Resultat wegen der Kürze des Induktors zu verbessern, konnte man hoffen, mindestens 15 kW dem Schmelzgut zuzuführen. Dieses hat einen Induktionsverlust von etwa 15 kW zur Folge, und es war notwendig, eine Wasserkühlung vorzusehen, indem man die Windungen hochkantig auflegte und an der äußeren Kante ein Kupferkühlrohr von quadratischem Querschnitt anlötete. Wasserein- und -austrittstellen wurden an je 6 Windungen vorgesehen, und die Kühlung zeigte sich als ausreichend. Diese Konstruktion hat den Vorteil gegenüber der Verwendung von flachgewalzten, hochkant gewickelten Kupferrohren, daß sie eine bessere Kupferverteilung besitzt. Rechnungen, die in der Absicht ausgeführt wurden, das Schmelzgut in 2 oder mehr Teile zu unterteilen, zeigten, daß der Ofen ein in 7 Teile unterteiltes Kupferschmelzgut schmelzen würde (da die Wirtschaftlichkeit bei ansteigender Temperatur des Schmelzgutes wächst), wogegen mit einem in gleicher Weise unterteilten Messingschmelzgut die Wirtschaftlichkeit auf etwa 20 % fallen würde, und es war zweifelhaft, ob ein solches Schmelzgut überhaupt geschmolzen werden könnte.

Diese allgemeinen Schlüsse ergaben sich aus der Praxis, und es war eine gute Übereinstimmung zwischen den berechneten und den beobachteten Werten für die Wirtschaftlichkeit an einem massiven, 43 kg schweren Schmelzgut festzustellen. Während die mechanischen Kräfte, die auf ein Schmelzgut wirken, erlaubten, daß 15 kW in ein Messingschmelzgut eingeführt wurden, schwebte ein 10 kg schweres Aluminiumschmelzgut in der Öffnung des Induktionsofens bei 750 A Induktorstrom.

Der 45 kg-Ofen ist zu klein, um einen wirklich guten Schmelzvorgang bei 50 Hz zu ergeben. Er wurde nur gewählt, um einen kritischen Fall in Anlehnung an die Theorie darzustellen. Aber da der allgemeine Gang der theoretischen Vorhersage so bestätigt ist, kann man die vorhergehenden Näherungsmethoden zweifellos anwenden. Man muß erwarten, daß ein Ofen, der 300 kg Messing oder Kupfer aus Stücken von nur wenigen Zentimetern Durchmesser enthält, bei 50 Hz einen Wirkungsgrad von 70 % hat. Ein kippbarer Ofen, der nach diesen Richtlinien konstruiert ist, wird eine Vorrichtung von außerordentlicher Einfachheit und von beträchtlichem Werte für den Metallurgen sein. (C. R. Burch u. N. R. Davis, Arch. El. Bd. 20, H. 3, S. 211.)

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Elektrisierung der spanischen Nordbahn und ihre wirtschaftlichen Ergebnisse[2]. — Die spanische Nordbahn hat als erste elektrisch betriebene Hauptbahnstrecke Spaniens während des Krieges mit dem elektrischen Ausbau der Pajares-Strecke zwischen Bustongo und Ujo begonnen. Diese 62 km lange Strecke der Bahnlinie Madrid—Gijón am Golf von Biscaya überschreitet in Asturien das Kantabrische Gebirge im Pajarespaß. Der Dampfbetrieb konnte auf dieser sehr schwierigen und verkehrsreichen Strecke den Betriebsanforderungen nicht mehr genügen. Die Strecke weist bei ununterbrochenen Krümmungen eine mittlere Steigung von 20 ‰ auf und führt durch 71 Tunnel von zusammen 26 km Länge. Während im Dampfbetriebe nur täglich 15 Züge mit 4950 tbr befördert werden konnten, ist durch die Elektrisierung die Leistungsfähigkeit auf 7260 t bei Verwendung einer und 13 200 t bei zwei Zuglokomotiven gesteigert worden. Die Umstellung des

---

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 691, 1409, 1482.

[1] G. W. O. Howe, J. Inst. El. Engs. Bd. 1, S. 152. — Butterworth. Proc. Royal Soc. Bd. 107, Serie A, S. 693.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 20.

Betriebes erfolgte während des Jahres 1924, in dem er noch gemischt geführt wurde; seit 1925 wird die Strecke indes rein elektrisch betrieben. Die seit 1925 vorliegenden Betriebs- und Wirtschaftlichkeitsergebnisse gestatten wertvolle Aufschlüsse. Stromsystem (3000 V Gleichstrom) und Strecken- sowie Lokomotivausrüstung wurden nach amerikanischem Vorbild gewählt und ganz aus Nordamerika bezogen. Je die Hälfte der Lokomotiven wurde von der General Electric Co. bzw. der Westinghouse Co. geliefert. Die Spurweite beträgt 1674 mm, das Gewicht des elektrischen Teils 35 t, des mechanischen Teils 45 t, der Achsdruck 13,33 t, der Raddurchmesser 1000 mm. Die geringe Fahrgeschwindigkeit von nur 48 km/h gestattete den Verzicht auf führende Laufachsen. In den beiden dreiachsigen Drehgestellen wird jede Achse durch einen Zahnradmotor angetrieben; die drei Motoren eines Drehgestells sind dauernd in Reihe geschaltet, während die beiden Motorgruppen in Reihe und parallel geschaltet werden können. Zur Nutzbremsung wird ein Motor zur Erzeugung des Erregerstromes benutzt, während die anderen fünf in Hintereinanderschaltung als Generatoren arbeiten. Die Steuerung ist eine einfache Vielfachsteuerung mit Druckluftschützen; der Steuerstrom wird von einem besonderen Motorgenerator mit parallel geschalteter Batterie erzeugt.

Die Stromerzeugung erfolgt mit 30 kV und 50 Hz in Cobertoria in einem nicht bahneigenen Kraftwerk, wo sich auch ein Umformerwerk befindet. Eine bahneigene Hochspannungsleitung führt zu einem zweiten Unterwerk in Pajares. Die Unterwerke weisen je zwei Umformergruppen auf, jede bestehend aus einem Drehstromtransformator von 1900 kVA und 30 000/3500 V sowie einem Motorgenerator von 1500 kW Leistung. Um die vom Stromlieferer geforderte Begrenzung der Stromspitzen zu erreichen, wurde im Unterwerk Cobertoria eine Leistungsbegrenzungsanlage aufgestellt, ein von der Hochspannungsseite gesteuerter Regler, der den Erregerstrom für beide Unterwerke beeinflußt.

Die Ergebnisse des mehr als zweijährigen rein elektrischen Betriebes auf der Pajares-Strecke liefern, denen des Dampfbetriebes gegenübergestellt, die folgenden für die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Zugbetriebes wertvollen Aufschlüsse. Während des Jahres wurden von den elektrischen Lokomotiven 585 639 km geleistet, davon 488 526 im Zugdienst, der Rest im Verschiebedienst und auf Leerfahrten, und hierbei 132 992 186 tkm in beiden Richtungen geleistet und 9 173 847 kWh aufgewendet. Im Jahre 1923 wurden im Dampfbetriebe 1 135 184 Lok.-km geleistet und 135 747 478 tkm. Die gleiche Zugleistung wurde also von den elektrischen Lokomotiven mit nur 51,6 % der Lok.-km geleistet. Der Stromverbrauch betrug rechnungsmäßig während des Jahres 1925 für 1 Lok.-km 15,7 kWh; für 1 tkm 53 Wh. Eine genaue Feststellung der durch die Nutzbremsung gesparten Energie, die von diesen Beträgen bereits abgezogen ist, war nicht möglich; die Beobachtung der Meßinstrumente auf den Lokomotiven ließ jedoch auf schätzungsweise 10 % des Stromverbrauchs der auf der Steigung liegenden Züge schließen. Zur Gegenüberstellung der Kosten des Dampfbetriebes bei gleicher Leistung wie im Jahre 1925 mußte der Kohlenverbrauch für die Pajares-Strecke rechnerisch aus den für das Jahr 1923 vorhandenen Unterlagen ermittelt werden. Man schlug hierfür vier verschiedene Verfahren ein, indem man einmal den Kohlenverbrauch auf den virtuellen Lokomotivkilometer ermittelte, dann auf Grund der Ergebnisse verschiedener früherer Versuchsfahrten berechnete und schließlich aus der Verminderung des Gesamtkohlenverbrauchs der weiterhin mit Dampf betriebenen Anschlußstrecken seit der Elektrisierung der Pajares-Strecke deren Kohlenverbrauch bei weiterem Dampfbetrieb errechnete. Alle diese Verfahren weisen andere Fehlerquellen auf, ergaben aber in ziemlicher Übereinstimmung einen der weiteren Rechnung zugrunde gelegten Wert von 104 t für den täglichen Kohlenverbrauch bei Dampfbetrieb im Jahre 1925. Stellt man den so ermittelten Gesamtkohlenverbrauch für das Jahr 1925 dem tatsächlichen Stromverbrauch unter Berücksichtigung der durch Nutzbremsung zurückgewonnenen Energie mit, wie erwähnt, 10 % gegenüber, so ergibt sich ein Wert von 3,723 kg Kohle gegenüber 1 kWh. 30 Dampflokomotiven im Werte von 5 565 307 Peseten, einem mittleren Kohlenpreis für die verschiedenen benutzten Kohlensorten von 53,8 Peseten/t, 7 % Verzinsung und Abschreibung auf die Lokomotiven, 0,784 Peseten Unterhaltungskosten der Lokomotiven für 1 Lok.-km und 516 096 Peseten Personalkosten stehen für die elektrische Zugförderung die folgenden Kosten entgegen: 62 km Fahrleitung einschließlich Montage 3 469 765 Peseten; 14 km 30 kV-Hochspannungsleitung 256 154 Peseten; Unterwerke 3 008 584 Peseten; 12 Lokomotiven 9 720 497 Peseten; zusammen 16 455 000 Peseten. Die Gegenüberstellung der Betriebskosten für den Dampfbetrieb, umgerechnet auf 1925, und der tatsächlichen Kosten des elektrischen Betriebes zeigt die folgenden Werte:

1. Dampfbetrieb:		
Zinsen und Abschreibungen	389 571	Peseten
Kohlenverbrauch	2 042 284	„
Unterhaltung der Lokomotiven	865 404	„
Personalkosten	516 096	„
Zusammen	3 813 355	Peseten.
2. Elektrischer Betrieb:		
Zinsen und Abschreibungen	1 151 850	Peseten
Stromverbrauch	917 384	„
Fahrleitungen	78 984	„
Unterwerke	50 679	„
Lokomotivpersonal	191 692	„
Lokomotivenunterhaltung	229 232	„
Zusammen	2 619 921	Peseten.

3. Ersparnis gegenüber dem Dampfbetrieb 1 193 434 Peseten oder nahezu ein Drittel der Kosten des Dampfbetriebes.

Zu der Kostenaufstellung des elektrischen Betriebes ist zu bemerken: In den für die beiden Unterwerke angegebenen Kosten ist neben rd. 40 000 Peseten für Personal ein Posten von zusammen 10 000 Peseten zunächst angenommen für Ausbesserungen und Ersatz von Transformatorenöl sowie Schmieröl und Bürstenersatz; die tatsächlichen Kosten sind in dem ersten Betriebsjahre natürlich weit geringer gewesen. Für die Unterhaltung der Fahrleitungen ist gleichfalls zunächst nur angenommen, daß jährlich 2 km zum Preise von 7400 Peseten erneuert werden müssen, was bei 62 km Fahrleitungslänge einer Lebensdauer von rd. 30 Jahren entspricht. Neben dem für den elektrischen Betrieb bereits sehr günstigen Ergebnis der Gegenüberstellung spricht weiter zu dessen Gunsten, daß die elektrische Ausrüstung der ganzen Strecke im Jahre 1920 zu verhältnismäßig hohen Preisen beschafft worden ist, und weil im Jahre 1925 durch den geringen Stromverbrauch die Vergünstigungen des Stromlieferungsvertrages noch nicht in Kraft getreten sind, die eine größere Stromlieferung zur Voraussetzung haben. Eine Steigerung des Verkehrs auf der Strecke zusammen mit der Leistungsbegrenzung läßt eine Verminderung der Stromkosten um 20 % erwarten.

Zusammenfassend lassen sich die durch die Einführung der elektrischen Zugförderung bei der spanischen Nordbahn erreichten Vorteile betrieblicher und wirtschaftlicher Art folgendermaßen kennzeichnen:

1. 30 Dampflokomotiven mit einem Gesamtgewicht von 2665 t und einer Leistung von 29 590 PS wurden durch nur 12 elektrische Lokomotiven von 948 t Gesamtgewicht und 18 960 PS Dauerleistung ersetzt.
2. Eine Ersparnis von 55 % im Preise der Zugförderungsenergie.
3. Eine Verminderung der Lokomotiv-km um 47 % und, wenn man die Zugewichte berücksichtigt, eine Verminderung um 87 %.
4. Eine Ersparnis von 73,5 % in den Kosten der Unterhaltung und Ausbesserung der Lokomotiven.
5. Eine Ersparnis an Personalkosten von 63 %.
6. Die Kosten von 1 tkm sind von 2,86 Centimos beim Dampfbetrieb auf 1,96 beim elektrischen Betrieb heruntergegangen; dies entspricht einer Verminderung um 31 % oder insgesamt einer jährlichen Ersparnis von rd. 1,2 Mill. Peseten durch den elektrischen Betrieb.

Die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Pajares-Strecke der spanischen Nordbahn hat sich demnach unter schwierigen Betriebsbedingungen hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit als ein wertvoller Fortschritt erwiesen. (Rev. d. Mines 1927, S. 146; W. D. Bearce, Gen. El. Rev. Bd. 29, S. 855.) *Gtr.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Die Durchschlagspannung zwischen scharfen Kanten unter Öl. — Der Durchschlag zwischen kantigen Elektrodenanordnungen wird in Isolierölen von verschiedener elektrischer Festigkeit experimentell untersucht. Dabei wird nicht hochgereinigtes und getrocknetes Öl verwendet, sondern Öle, wie sie in der Praxis in Gebrauch sind. Untersuchungen mit solchen Ölen bieten insofern Schwierigkeiten, als die Streuung der Versuchswerte die Auswertung der Ergebnisse erschwert. Eine vollständige Beseitigung der Streuung ist nicht möglich, denn selbst ganz reine Öle zeigen eine gewisse Streuung. Es ist aber wich-



tig, solche Versuchsmethoden zu wählen, durch welche keine weiteren Ursachen zur Erhöhung der „natürlichen" Streuung entstehen.

Aus den experimentell gefundenen Durchschlagspannungen wird die Durchschlagfeldstärke $\mathfrak{E}_D$ kantiger Elektrodenanordnungen für Öle von verschiedener elektrischer Festigkeit rechnerisch bestimmt. Mit „Durchschlagfeldstärke" ist diejenige Feldstärke bezeichnet, die, soweit die untersuchten Anordnungen in Frage kommen, im Moment des Durchschlags am Ende der von der Kante ausgehenden Kraftlinie herrscht. Die Kenntnis der Durchschlagfeldstärke $\mathfrak{E}_D$ ermöglicht es, die Durchschlagspannung U_d kantiger Elektrodenanordnungen mit Hilfe der von Schwaiger angegebenen Formel

$$U_d = \mathfrak{E}_D \, a \, H$$

zu berechnen. U_d bezeichnet die Durchschlagspannung, $\mathfrak{E}_D$ die Durchschlagfeldstärke, a den kürzesten Abstand der Elektroden, H den sog. „Ausnutzungsfaktor".

Zum Schluß wird die Frage aufgeworfen: In welchem Maße nimmt die Durchschlagspannung zwischen verschiedenen Elektrodenanordnungen mit der Güte des Öles zu? Die Ansicht, daß der Sicherheitsgrad einer Hochspannungskonstruktion unter Öl beispielsweise auf das Doppelte oder Dreifache steigt, wenn man die Durchschlagfestigkeit des Öles auf das Doppelte bzw. Dreifache erhöht, ist nur bedingt richtig. Die angestellten Versuche lehren, daß es Fälle gibt, wo es keinen Zweck hat, die Durchschlagfestigkeit des Öles über den Wert von etwa 60 kV/cm zu steigern, weil der Sicherheitsgrad der Konstruktion nicht in gleichem Maß wie die Durchschlagfestigkeit wächst[1]. (F. Wöhr, Arch. El. Bd. 20, H. 4, S. 444.)

Zur Theorie des elektrischen Durchschlags. — In einer früheren Arbeit[2] von P. Böning war als Durchschlagfunktion fester Isolierstoffe der Ausdruck

$$U_D = a\,d - b\,d^2$$

abgeleitet worden, wobei U_D die Durchschlagspannung, d die Dicke des Isolierstoffes, a und b Konstanten, u. zw. a die Durchschlagfestigkeit ist. Zugleich war angegeben worden, daß diese Funktion nur eine beschränkte Gültigkeit haben könne. Hiervon ausgehend, wird die Fortsetzung der Durchschlagfunktion entwickelt mit dem Ergebnis, daß die erste Fortsetzung lautet:

$$U_D' = k\,d + b\,d^2 \qquad (\text{mit } k \approx 0)$$

und die zweite:

$$U_D'' = a\,d\,.$$

Die Gültigkeitsbereiche ergeben sich durch die Schnittpunkte der Kurven, u. zw. für

$$U_D = f_1(d) \text{ von } d = 0 \ldots d = \frac{a}{2b}$$

$$U_D' = f_2(d) \text{ von } d = \frac{a}{2b} \ldots d = \frac{a}{b}$$

$$U_D'' = f_3(d) \text{ von } d = \frac{a}{b} \text{ ab}.$$

Es ist anzunehmen, daß die Kurven stetig ineinander übergehen. Die Kurve der Abhängigkeit der (mittleren) Durchbruchfeldstärke von der Dicke des Isolierstoffes, also $\mathfrak{E}_{Dm} = f(d)$, durchläuft hiernach ein Minimum. An zwei Beispielen kann gezeigt werden, daß die Theorie den Messungsergebnissen gerecht wird. — Im zweiten Teil der Arbeit wird die Durchschlagverzögerung behandelt. Nachdem darauf hingewiesen worden ist, daß zwischen der Wärmetheorie und der atomistischen Theorie des elektrischen Durchschlags technischer Isolierstoffe eine Lücke vorhanden ist, wird die Abhängigkeit der Durchschlagspannung von der Zeit auf Grund derselben Theorie wie oben abgeleitet. Es ergibt sich zunächst allgemein, daß der Zeiteinfluß um so größer ist, je dicker der Isolierstoff ist. Als endgültige Durchschlagfunktion mit Berücksichtigung des Zeiteinflusses wird abgeleitet:

$$U_D = a\,d - b\left(1 - e^{-\frac{c\,t}{d}}\right) d^2,$$

wobei c eine weitere Konstante bedeutet. Der Vergleich mit Meßergebnissen zeigt, daß diese sowohl bei konstanter als auch bei variabler Dicke des Isolierstoffs den theoretisch geforderten Verlauf aufweisen. (P. Böning, Arch. El. Bd. 20, H. 5/6, S. 503.)

[1] Vgl. A. Schwaiger, Über ein merkwürdiges Verhalten des Transformatorenöles. ETZ 1927, S. 1657.
[2] Arch. El. Bd. 20, S. 88. ETZ 1928, S. 1194.

Allgemeiner Maschinenbau.

Deutsche Lieferungen für Ägypten. — Die ägyptische Regierung erbaut in der Nähe von Esna am oberen Nil ein neues Kraftwerk. Turbinen, Schaltanlagen usw. werden von schweizerischen Firmen geliefert, die Kessel und Kohlenstaubfeuerung von deutschen Firmen (Humboldt und AEG). Bei den Feuerungen ist bemerkenswert, daß sie sowohl mit Kohlenstaub als auch mit Öl gefeuert werden können, so daß sich dadurch die ägyptische Regierung der Lage des Kohlen- bzw. Ölmarktes anpassen kann. *fi*

Neue Ergebnisse der Speisewasserforschung. — Zur Aufklärung der Schutzwirkung von Natriumsulfat gegen die Einwirkung von Laugen und Salzen auf Flußeisen bei hohen Drücken sind von Prof. E. Berl Versuche angestellt worden, über welche der Genannte auf der diesjährigen Hauptversammlung des VDI berichtete[1]. Diese Versuche, die in einer besonders hierfür entworfenen Bombe mit gepulvertem Eisen angestellt wurden, um einen schnelleren Angriff zu erzielen, zeigten ganz deutlich, daß man den Angriff von Natronlauge auf Flußeisen, der bei hohen Drücken mit der Konzentration der Natronlauge sehr schnell zunimmt, schon durch geringe Zusätze von Natriumsulfat in zulässigen Grenzen halten kann, wie schon früher von Parr mitgeteilt worden ist. Allerdings wird die Überlegenheit des Natriumsulfats gegenüber dem von anderer Seite befürworteten Verfahren, den Laugengehalt des Kesselwassers unter einer bestimmten, niedrigen Grenze zu halten, erst deutlich erkennbar, wenn der Gehalt des Kesselwassers an Natronlauge höhere Werte annimmt. Allein nach dem heutigen Stande unserer Kenntnis müssen wir immer damit rechnen, daß sich in Nietfugen oder in Blechrissen das Wasser mit Lauge sehr stark anreichert, so daß die Schutzwirkung des Natriumsulfats immer eine praktische Bedeutung erlangen kann.

Sehr bemerkenswert waren auch die Ergebnisse der Messungen über die Wärmeleitfähigkeit von Kesselsteinen, über die Prof. Eberle berichtete. Der Vortragende hat an der Hand genauer chemischer Analysen von Kesselsteinen, die er in wirklichen Anlagen gesammelt hatte, festgestellt, daß man die praktisch vorkommenden Arten von Kesselstein in drei Gruppen einteilen kann: in siliziumreiche, in kalkreiche und in gipsreiche. An Mischungen, die nach dem Durchschnittsergebnis der Analysen jeder dieser Gruppen künstlich hergestellt wurden, hat dann der Vortragende die Hauptwerte bestimmt, die für den Wärmedurchgang maßgebend sind. Dabei ergab sich folgendes: Die Dichte der kalkreichen Kesselsteine ist zwar im allgemeinen nur wenig geringer als die der gipsreichen, ihre Wärmeleitfähigkeit ist aber beträchtlich kleiner, da oberhalb 2 kg/dm³ Dichte die Leitfähigkeit mit abnehmender Dichte sehr stark fällt. Doch kann man auch diese Kesselsteine, deren Leitzahl etwa 1 kcal/m h ° C beträgt, im allgemeinen noch zu den ungefährlicheren rechnen. Gelegentlich können kalkreiche Kesselsteine aber auch sehr porös auftreten. Ihre Wärmeleitzahl sinkt dann unter 0,2.

Bei den siliziumreichen Kesselsteinen dagegen haben wir es in allen Fällen mit äußerst gefährlichen Stoffen zu tun. Selbst bei der größten Dichte liegt ihre Wärmeleitzahl unterhalb 0,2; bei der geringsten Dichte betrug diese Zahl 0,07, d. h. etwa 1/30 des Wertes, den die „Hütte" für allgemeine Fälle angegeben hat. Diese außerordentlich ungünstigen Wärmeleit-Eigenschaften erklären viele in den letzten Jahren bekanntgewordene Fälle, in denen nur ganz geringe Kesselsteinschichten zur Überhitzung von Kesselwänden geführt haben. Eine siliziumreiche Kesselsteinschicht braucht eben nur 1/20 ... 1/30 der Dicke einer dichten Kalk- oder Gips-Kesselsteinschicht zu haben, um bei sonst gleichen Betriebsbedingungen in gleichem Maße wie diese gefährlich werden zu können. Besonders gefährdet sind in solchen Fällen diejenigen Stellen des Kessels, an denen große Wärmemengen übertragen werden. Das sind z. B. die unteren Rohrreihen von Wasserrohrkesseln, die je nach der Bauart des Feuerraumes stündlich etwa 300 000 kcal/m² aufzunehmen haben. *Hr.*

Hochspannungstechnik.

500 kV-Kabelprüfanlage. — Von der AEG wurde für eine englische Kabelfabrik ein komplettes Hochspannungsprüffeld gebaut. Die Anlage sollte bis zu einer maximalen Prüfspannung von 500 kV verwendbar sein und Prüfung mit Drehstrom und Einphasenstrom ermöglichen. Die

[1] Arch. Wärmewirtsch., Juni 1928.



Prüffrequenz sollte zwischen 25 und 60 Hz regelbar sein. Die unter Prüfspannung stehenden Kabel sollten während der Hochspannungsprüfung mit ihrem Betriebstrom geheizt werden können. Besonderes Gewicht wurde auf saubere und übersichtliche Aordnung der Schaltanlage gelegt, die weitgehend mit elektrischen Fernsteuerungen ausgestattet werden und nach Möglichkeit zentrale Betätigung der Schalt- und Regelorgane erlauben sollte. Direkt zeigende Spannungsmeßverfahren sollten zur Anwendung kommen.

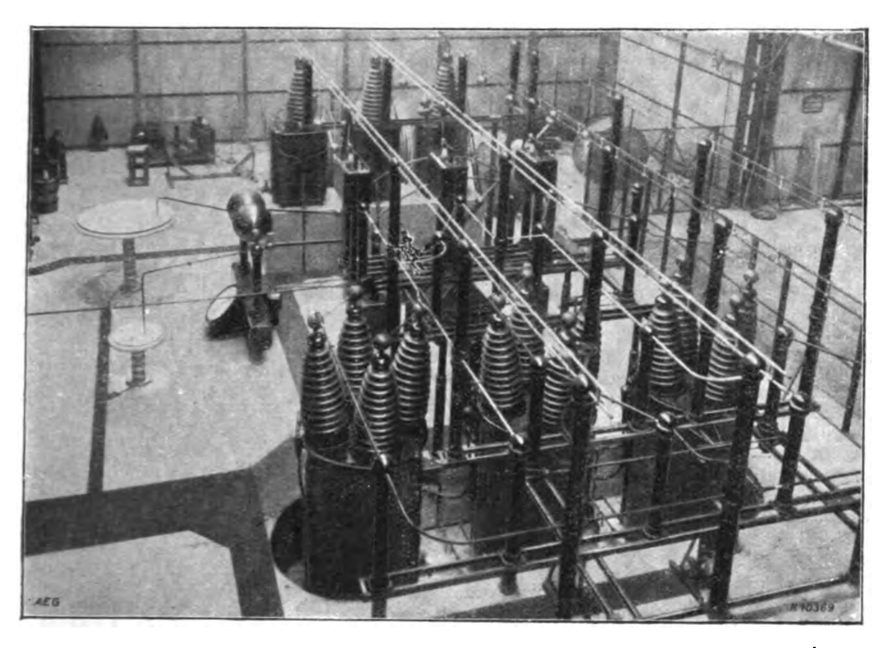


Abb. 6. Hochspannungsraum des Prüffeldes.

Die veilseitige Aufgabe wurde von der AEG in folgender Weise gelöst: Zur Spannungserzeugung bei variabler Frequenz wurde ein besonderer Leonardsatz aufgestellt. Der 450 kVA-Drehstromgenerator wurde für hohe kapazitive Belastungströme ausgelegt. Dämpferwicklung und lamellierte Pole gestatten einphasige Belastung mit 67 % der Nennleistung. Die zu 3 % garantierte Maximalabweichung der Spannungskurve von der Grundharmonischen wurde nicht voll in Anspruch genommen. Mit dem Leonardsatz wurden ein 90 kVA-Drehstromgenerator zur Kabelheizung und eine 15 kW-Gleichstrommaschine als Erregermaschine gekuppelt. Im ganzen kamen 6 Maschinen zur Aufstellung.

Zwei Transformatorenbänke zu je drei Einphasentransformatoren wurden vorgesehen. Ein Satz dient zur Hochspannungsgewinnung, der andere zur Isolierung des Heizgenerators von seiner unter Hochspannung stehenden Belastung. Durchwegs ist, einem alten Prinzip im Prüftransformatorenbau der AEG zufolge, die Anordnung so getroffen, daß sämtliche Transformatorenkästen geerdet werden können. Eine schwache Holzisolierung der Kästen ermöglicht jedoch jederzeit die Messung des kapazitiven Ladestromes durch Amperemeter in der Erdleitung des Kastens. Die Prüftransformatoren geben bei 50 Hz je 2 × 75 kV, bei einer Dauerleistung eines Transformators von 150 kVA. Bei Serienschaltung aller Hochvoltwicklungen sind 500 kV 5 min lang zulässig, wobei eine Klemme des mittleren Transformators geerdet werden muß. Die Prüfspannung gegen Erde beträgt bei sämtlichen Transformatoren 360 kV für 1 min. Um größte Beweglichkeit in der Wahl der Spannungen zu erzielen, wurden an jedem Prüftransformator alle 4 Hochvoltklemmen herausgeführt. Abb. 1 zeigt im Vordergrund die 3 Prüftransformatoren, im Hintergrund die 3 Heizwandler, beide Typen im vakuumfest versteiften, geerdeten Glattblechkasten von runder bzw. leicht ovaler Grundfläche.

Für die Schaltanlage war eine Reihe von Apparaturen neu zu entwickeln. Besonders bemerkenswert ist ein elektrisch gesteuerter Höchstspannungsumschalter, welcher die hochvoltseitige Serien-, Parallel-, Stern- und Dreieckschaltung der Prüftransformatoren auf den Impuls einer Meisterwalze hin vornimmt und den Vollzug zum Schaltpult zurückmeldet. Die bei Stern- und Serienschaltung der Transformatoren vorgesehene Erdung wird bei den entsprechenden Schaltvorgängen des Umschalters selbsttätig mitbewirkt. Die Schaltmesser sind auf hohen drehbaren Geax-Isolatoren befestigt. Für die direkte Spannungsmessung auf Hochvoltseite ist eine Kugelfunkenstrecke mit 750 mm Kugeldurchmesser und ein elektrostatisches Hochspannungsvoltmeter mit direkter Mittelwert- und Scheitelwertablesung angeordnet. Durch zwei besondere Voltmeterumschalter von ungewöhnlichen Dimensionen ist es möglich, die Meßgeräte nach Belieben an zwei der vier vorhandenen Spannungschienen anzulegen. Funkenstrecke und Voltmeterumschalter sind motorisch betrieben. Die vier Spannungschienen, welche den Hochvoltumschalter mit dem Prüfobjekt zu verbinden haben, sind mit Rücksicht auf die Hin- und Rückleitung des Heizstromes als Doppelschienen ausgeführt. Sie bestehen aus Kupferrohren von 30 mm Dmr. und 4 mm Wandstärke. Zur Vermeidung von Büschelentladungen sind parallel zu jedem Rohr zwei dünne Drähte von 3 mm Stärke geführt. Alle Stützisolatoren sind für 300 kV Prüfspannung vorgesehen.

Als Kommandobühne dient ein erhöht angeordnetes Podium, das dem leitenden Ingenieur einerseits Überblick über Prüfapparatur und -objekte selbst gewährt, anderseits dank der reichen Instrumentierung des auf der Bühne befindlichen Schaltpultes die Beurteilung des Belastungsgrades der Maschinen und Transformatoren ermöglicht. In der Kommandobühne laufen alle Betätigungsleitungen zusammen; neben dem Hochspannungsumschalter werden hier die Meßgeräte, die wichtigsten Niederspannungschalter und sämtliche Feldregler gesteuert. Die Niederspannung-Schalttafel befindet sich in der Nähe der Maschinen. Hier erfolgt die niederspannungseitige Parallel-, Stern- oder Dreieckschaltung der Prüftransformatoren mittels vier auf einem Paneel angeordneter Hebelschalter. Ein umfassendes System von Verriegelungs- und Sicherheitseinrichtungen dient dem Schutz des Bedienungspersonals und des Materials. (A. L e v i u. G. E r é n y i, AEG-Mitt. 1928, S. 440.) *fi.*

Anschluß von Eigenverbrauchstransformatoren und Spannungswandlern an große Elektrizitätswerke. — Beim Zusammenschluß mehrerer Kraftwerke zu immer größeren Netzen wachsen die Kurzschlußströme außerordentlich an. Findet daher ein Kurzschluß an der Anschlußstelle eines Eigenverbrauchstransformators oder Spannungswandlers statt, so erreicht sogar der Dauerkurzschlußstrom noch ein Vielfaches der Nennstromstärke des erkrankten Anlageteiles. Soll dieser durch Ölschalter oder Sicherungen abgeschaltet werden, so werden also diese Schaltapparate außerordentlich stark beansprucht, so daß bei Einbau von Apparaten kleiner Abschaltleistung die Anlage nicht mehr betriebsicher ist; anderseits sind entsprechend bemessene Schaltapparate unwirtschaftlich. Für Eigenverbrauchstransformatoren empfiehlt sich daher der Anschluß über eine kurzschlußfeste Drossel, die bei einer Kurzschlußspannung von z. B. rd. 3 % den Normalbetrieb nicht merklich beeinflußt; ebenso sind ihre Dauerverluste bei zweckmäßiger Ausführung vernachlässigbar. Infolge Verringerung der Kurzschlußströme fällt dann aber nicht nur der die Abschaltung bewirkende Ölschalter bedeutend kleiner aus, sondern das Oszillogramm zeigt, daß auch Sicherungen dann eine sanftere Stromunterbrechung bewirken. Die gleichen Überlegungen zeigen den hohen Wert solcher Drosselspulen für den Schutz von Stangentransformatoren usw.

Für Spannungswandler bietet der Schutz durch Schmelzsicherungen bei einigermaßen hohen Betriebspannungen große Schwierigkeiten und bekannte Nachteile. Insbesondere kann die Sicherung, ohne daß ein Fehler auftritt, mehr oder minder vollkommen zerstört werden, so daß gelegentlich sogar eine gewisse Restspannung am Wandler bestehen bleibt und die Zähler falsche Angaben machen; der entstehende Fehler der Energiezählung kann den Wert des Spannungswandlers weit überwiegen. Anderseits führen relativ kleine Kurzschlußströme bei hohen Spannungen schon solche Abschaltleistungen mit sich, daß dann oft Wandler und Sicherungen zerstört werden und hiermit die ganze Anlage gefährdet wird. Aus allen diesen Gründen ist man oft dazu übergegangen, jeglichen Schutz der Spannungswandler fortzulassen. Wo dies unerwünscht



ist, verwendet man mit Nutzen Hörnerschalter, die bei einer bestimmten Höchsttemperatur geeigneter Vorwiderstände selbsttätig gezogen werden, wobei dann der Abschaltstrom durch jenen Widerstand begrenzt ist; offenbar können hiermit bei hinreichender Temperaturempfindlichkeit der Vorwiderstände beginnende Fehler im Wandler erfaßt werden, ehe Schaden entsteht. Einige Versuche haben die erwarteten Resultate gezeigt und damit den Beweis für die Möglichkeit eines ungefährlichen Schutzes für Spannungswandler geliefert. Allerdings sind bedauerlicherweise die sehr unangenehmen Erscheinungen beim Abschalten nur eines Poles nicht messend verfolgt worden, so daß in dieser Angelegenheit noch nicht das letzte Wort gesprochen zu sein scheint. (F. Rutgers, Bull. SEV Bd. 19, S. 357.)

Oldff.

Verschiedenes.

Neue Normblätter des DNA. — Bibliothekswesen: DIN Vornorm 1502 Beiblatt 1, Zitiertitel, Grundsätze für das Zitieren wissenschaftlicher Zeitschriften.

Maschinenbau, allgemein: DIN 1480 Spannschlösser, offene Form.

Werkzeuge: DIN 5217 Armfeilen.

Rohrleitungen: DIN 2449 Nahtlose Flußstahlrohre (handelsüblich), Flußstahl St 00.29 DIN 1629, für Nenndruck 1 bis 25, Betriebsdrücke: W 1 bis W 25; G 1 bis G 20. — 2561 Ovale Gewindeflansche mit Ansatz für Nenndruck 10 und 16, Betriebsdrücke: W 10 und W 16, G 8 und G 13. — 2594 Flansche mit Ansatz für Nenndruck 64, Betriebsdrücke: W 64, G 50, H 40, Konstruktionsblatt. — 2595 Flansche mit Ansatz für Nenndruck 100, Betriebsdrücke: W 100, G 80, H 64, Konstruktionsblatt. — 2632 Vorschweißflansche, autogene Schweißung, für Nenndruck 10, Betriebsdrücke: W 10, G 8. — 2655 Lose Flansche mit Bund für Nenndruck 25, Betriebsdrücke: W 25, G 20. — 2656 Lose Flansche mit Bund für Nenndruck 40, Betriebsdrücke: W 40, G 32. — 2673 Lose Flansche mit Vorschweißbund, autogene Schweißung, für Nenndruck 10, Betriebsdrücke: W 10, G 8.

Stahlmöbel: DIN Vornorm 4547 Kleiderschränke aus Stahl für Werkstatt und Bureau, Außenmaße.

Bergbau: DIN BERG 101 Gezähe, Rollochhaue. — BERG 102 Gezähe, Keilhaue. — BERG 103 Gezähe, Keilhaue, gebogen. — BERG 104 Gezähe, Keilhaue mit Einsatz. — BERG 105 Gezähe, Lettenhaue. — BERG 106 Gezähe, Spitzhacke. — BERG 107 Gezähe, Kohlenhacke. — BERG 109 Gezähe, Kreuzhacke. — BERG 110 Gezähe, Stopf-Spitzhacke. — BERG 111 Gezähe, Tonhacke. — BERG 112 Gezähe, Spitzkratze-Ovalkratze. — BERG 113 Gezähe, Fülltröge. — BERG 115 Gezähe, Grubenbeil. — BERG 127 Gezähe, Spaten. — BERG 135 Gezähe, Treibfäustel. — BERG 136 Gezähe, Handfäustel. — BERG 137 Gezähe, Stufhammer. — BERG 138 Gezähe, Schienennagelhammer.

Eisenbahnwagenbau: DIN WAN 511 Blatt 1, Sonder-Formstahl, Abmessungen, Gewichte. — WAN 2201 (Auswahl aus DIN 1441) Rohe Scheiben für Bolzen.

Kraftfahrbau: DIN KrM 121 Kolbenbolzen für Pilzsicherung. — KrM 122 Kolbenbolzen ohne Pilzsicherung. — KrM 123 Pilze für Kolbenbolzen nach KrM 121. — Vornorm KrW 211 Speichenräder mit kegeliger Bohrung für Personenkraftwagen, Zusammenstellung. — Vornorm KrW 215 Stehbolzen für Speichenräder nach DIN Vornorm KrW 211. — Vornorm KrW 216 Speichenräder mit zylindrischer Bohrung für Personenkraftwagen, Zusammenstellung. — Vornorm KrW 217 Speichenräder mit zylindrischer Bohrung für Personenkraftwagen. — Vornorm KrW 218 Befestigungsschrauben für Speichenräder nach DIN Vornorm KrW 216. — KrW 250 Bremstrommeln zu Innenbackenbremsen, Richtlinien.

Krankenhauswesen: DIN Vornorm FANOK 2 Kinderbett, Geltungsdauer bis Ende April 1930. — Vornorm FANOK 3 Personalbett, Geltungsdauer bis Ende April 1930. — Vornorm FANOK 8 Säuglingsbett 100 × 65 cm, Geltungsdauer bis Ende April 1930.

Lokomotivbau: DIN LON 342 Blanke Zylinderkopf-Paßschrauben für 1 Kronenmutter oder 1 Mutter mit ≈ 1 *d* Höhe und Splint. — LON 397 Halbblanke niedrige Sechskantmuttern, Whitworth-Feingewinde 10 Gang auf 1″. — LON 3250 Hahnstellungsschild für Selbstschluß-Wasserstandanzeiger.

Textilmaschinen: DIN TEX 4104 Kardennadeln für Jutespinnereimaschinen. — TEX 4105 Gillnadeln für Jutespinnereimaschinen.

Geänderte Normblätter. Grundnormen: DIN 1301 Einheiten, Kurzzeichen (2. Ausgabe, geändert).

Maschinenbau, allgemein: DIN 571 Sechskant-Holzschrauben (3. Ausgabe, erweitert). — 632 Kugellager, einreihige leichte Spannhülsenlager, Bohrung $d = 15$ bis 100 (2. Ausgabe, geändert).

Rohrleitungen: DIN 2450 Nahtlose Flußstahlrohre, Flußstahl St 34.29 DIN 1629, für Nenndruck 1 bis 100, Betriebsdrücke: W 1 bis W 100; G 1 bis G 80; H 10 bis H 64 (2. Ausgabe, geändert). — 2451 Nahtlose Flußstahlrohre, Flußstahl St 45.29 DIN 1629, für Nenndruck 1 bis 100, Betriebsdrücke: W 1 bis W 100; G 1 bis G 80; H 10 bis H 64 (2. Ausgabe, geändert). — 2640 Lose Flansche für Bördelrohr für Nenndruck 2,5, Betriebsdrücke: W 2,5, G 2 (2. Ausgabe, geändert). — 2641 Lose Flansche für Bördelrohr für Nenndruck 6, Betriebsdrücke: W 6, G 5 (2. Ausgabe, geändert). — 2642 Lose Flansche für Bördelrohr für Nenndruck 10, Betriebsdruck: W 10 (2. Ausgabe, geändert).

Energiewirtschaft.

Konsumvermehrung. — Im Januar hat in Berlin eine Sondertagung der VDEW stattgefunden, die sich mit zwei auf das engste verknüpften Fragen der Elektrizitätswirtschaft beschäftigte, dem Tarifwesen und der Konsumerhöhung. Konsumerhöhung[1] bedeutet nicht etwa planlose Vermehrung der Energieabgabe, sondern zielbewußte Steigerung nach der Richtung hin, durch Mehrabsatz zu bestimmten Tageszeiten einen Ausgleich der für die Belastung öffentlicher Elektrizitätswerke typischen Belastungstäler zu erreichen. Die Konsumerhöhung muß also durch Energieabgabe zu anderen als Beleuchtungs- und den üblichen Kraftzwecken erfolgen. Der Ausspruch Dr. Paßavants, Berlin, „Die Elektrizitätswirtschaft ist in absehbarer Zeit berufen, der Welt Energie in jeder Form zur Verfügung zu stellen", kennzeichnet die von den Elektrizitätswerken verfolgten Ziele und den Willen, alle auftretenden Schwierigkeiten zu meistern. Eine Reihe von Referaten behandelte die Gebiete, die für den Mehrabsatz geworben werden müssen.

Aus den Ausführungen von Frau Ch. Mühsam-Werther, Vorstandsmitglied des Reichsverbandes deutscher Hausfrauenvereine, ist zu entnehmen, daß die elektrische Küche noch im Entwicklungsstadium steht. Der Wert der elektrischen Zusatzkochgeräte, wie Kaffee- und Teemaschinen, Koch- und Wärmeplatten, Kochtöpfe, Brat- und Backröhren, besonders im Unterhaushalt ohne Küche und ohne Küchenbenutzung sowie im bedienungslosen Haushalt ist unbestritten. Fast selbstverständlich ist im Haushalt der Staubsauger, viel verwendet der Bohnerapparat; vermißt wird eine gute und preiswerte Geschirrspülmaschine. Wertvoll zur Rationalisierung des Haushalts ist die elektrische Waschmaschine. Für Miethäuser wird Einrichtung von Waschküchen mit elektrischer Waschmaschine, Zentrifuge und Mangelmaschine angeregt. Gute Beleuchtung und elektrische Antriebe von Nähmaschinen werden als wichtige Hilfsmittel bezeichnet, Heimarbeiterinnen ihre Arbeit zu erleichtern. Der Industrie wird geraten, handliche, preiswerte und dauerhafte Apparate zu bauen, dem Verschleiß unterworfene Teile zwecks leichten Ersatzes zu normen. Der Haushaltverbrauch ist praktisch nahezu konjunkturunabhängig und gewährleistet eine gewisse Stabilität in dem Energieabsatz der Werke.

Dipl.-Ing. E. R. Ritter gab als Vertreter der elektrische Wärme- und Kochapparate erzeugenden Industrie bemerkenswerte Zahlen aus dem Schatz seiner reichen Erfahrungen auf diesem Sondergebiet. Etwa 50000 elektrische Küchen sollen in Deutschland in Betrieb sein, und zwar im wesentlichen Haushaltungsküchen, von denen wiederum überraschenderweise 95 % auf den einfachen Arbeiter- und Mittelstand entfallen. Allerdings sind das nicht nur Herdküchen, sondern auch Küchen, die von der Speichermöglichkeit der Wärme, wie z. B. der Elektro-Ökonom, Gebrauch machen. Mit diesen Apparaten ist für eine Mahlzeit für vier Personen der erstaunlich niedrige Energieverbrauch von weniger als 0,5 kWh erreicht worden. Ritter betrachtet die Energiekosten als nebensächlich für die Rentabilität der elektrischen Küche, vielmehr beruhe ihre wirtschaftliche Überlegenheit in der großen Ersparnis an Fetten und anderen wertvollen Zutaten, an Bedienungskosten und der qualitativen Verbesserung der Gerichte bei elektrischer Zubereitung.

Erfahrungen mit handelsüblichen Geräten haben Direktor Ziegler, Falkenberg, dazu veranlaßt, nach sorg-

[1] Teil II des von der VDEW über die Sondertagung herausg. Berichts.



fältig durchgeführten Vorversuchen die Fabrikation preiswerter elektrischer Kochgeräte mit hohem Wirkungsgrad und langer Lebensdauer selbst in die Hand zu nehmen. Es werden für den einfachen und mittleren bürgerlichen Haushalt Kombinationen von 2 ... 4 Kochplatten mit einer Brat- und Backröhre in der Preislage zwischen 50 bis 220 RM hergestellt. Die Energie für Kochzwecke ist auf Grund schweizerischer Erfahrungen mit 8 Pf/kWh verkauft worden. Ziegler bestätigt die Angaben über die Wirtschaftlichkeit des Kochens mit Speicherapparaten, insbesondere mit dem Elektro-Ökonom, bei dessen Benutzung ein Elektrizitätspreis von 24 Pf/kWh mit einem Gaspreis von 25 Pf/m³ durchaus konkurrieren kann. Auf Zieglers Anregung ist ein Sparherd mit Regelung auf konstante Temperatur entwickelt worden, bei dem nach einer Skala die für den gewünschten Arbeitsgag (Kochen, Braten, Backen usw.) benötigte Temperatur einstellbar ist.

In der Landwirtschaft ist ein lohnender Stromverbraucher der Kartoffeldämpfer, in Molkereibetrieben der Heißwasserspeicher. Direktor A. Petri, Stettin, Leiter des Überlandwerkes in einem vorwiegend landwirtschaftlichen Bezirk (Pommern) erwartet in absehbarer Zeit allgemeine Einführung elektrischer Kartoffeldämpfer in der Landwirtschaft infolge des höheren Nährwertes elektrisch gedämpfter Kartoffeln und der leichten Bedienung dieser Apparate. Versuche mit Heißwasser-Großspeichern, speziell in Molkereibetrieben, haben vor der Hand noch zu keinem abschließenden Ergebnis geführt; dies ist aber in erster Linie auf die Eigenart des Versuchsbetriebes zurückzuführen. Die elektrische Melkmaschine bietet vorwiegend hygienische Vorteile und fördert die Rationalisierung landwirtschaftlicher Betriebe, während der elektrische Energieverbrauch sich selbst bei Einführung im großen Stil kaum nennenswert bemerkbar machen dürfte.

Weiteste Perspektiven eröffnen den Elektrizitätswerken Bäckereibetriebe, für die elektrische Wärmespeicheröfen nach den Berichten von Dr.-Ing. W. Hensel, Berlin, sehr geeignet sind. Für einen mittleren Betrieb wird der Jahresbedarf an reinem Nachtstrom auf 60 000 bis 100 000 kWh geschätzt. Die Elektrizität genügt den übertriebensten Anforderungen hinsichtlich Sauberkeit und Hygiene. Ein Preis von etwa 4 Pf/kWh Nachtstrom wird i. a. als wirtschaftlich angesehen werden können. Auf Grund sorgfältiger Versuche gibt Hensel den Arbeitsverbrauch für 100 kg freigeschobenes Schwarzbrot zu 33,5 kWh, 100 kg Brötchen zu 38,1 kWh an.

Über elektrische Warmwasserspeicher für den Haushalt, die von vielen Elektrizitätswerken als Nachtstromverbraucher geschätzt werden, hat Dr.-Ing. Jacob, Stuttgart, ein Referat erstattet. Sorgfältigste Beobachtungen lassen ihn folgende Mindestforderungen an Qualitätsapparate stellen:

1. Einen mittleren Aufheizungswirkungsgrad von 85 %.
2. Keine größeren Wärmeverluste als 25 % bei 24stündigem Stehen vom Moment der Ausschaltung an.
3. Ein Nachlassen der Wassertemperatur bei Entnahme des ganzen Wasserinhalts darf nicht eher einsetzen, als bis etwa 90 % des Nenninhalts verbraucht sind.
4. Die Aufheizungszeit darf höchstens 8 h betragen.
5. Die Heizkörper müssen leicht auswechselbar sein, weil Durchbrennen durch Wärmestauung infolge Kesselsteinansatz unvermeidlich ist.

Die Erfahrungen in Stuttgart haben gelehrt, daß nur der Hochdruckspeicher allen Anforderungen gerecht wird. Stuttgart hat gute Umsätze in Heißwasserspeichern bei einem Strompreis von 6 Pf/kWh für die Zeit von 21 h bis 6 h und für eine Nachheizperiode von 12 h bis 13 h erreicht. Durch Versuch ist festgestellt worden, daß ein Bad von 200 l Inhalt und 40° Wassertemperatur einen Gasaufwand von 22,4 Pf und einen Elektrizitätsverbrauch von 41 Pf erfordert; es liegt hierbei ein Gaspreis von 14 Pf/m³ und ein Strompreis von 6 Pf/kWh zugrunde.

Direktor Coulon, Blankenese, gab eine Zusammenstellung grundlegender Richtlinien für den konstruktiven Aufbau elektrischer Heizkörper und knüpfte daran die Mahnung, nur erstklassige und absolut einwandfreie Erzeugnisse zu verwenden, da minderwertige Fabrikate den Abnehmer gefährden und die Elektrizität in Mißkredit bringen.

Das Gebiet der elektrischen Raumheizung scheint besonders in Holland gepflegt zu werden. Erens, Arnhem, berichtete kurz über die Erfahrungen, die bei der Heizung von Schulen gemacht worden sind.

Wenngleich das Leitmotiv der Tagung immer die Steigerung des Absatzes zu anderen als Lichtzwecken war, so wurde doch noch durch L. Schneider, Berlin, das Gebiet der Wohnungsbeleuchtung gestreift und darauf hingewiesen, daß hier oft am falschen Ort gespart werde, dazu noch in der Regel auf Kosten der Gesundheit des edelsten Organs, nämlich des Auges.

Die Tagung zeigte, daß in der Tat sich den Elektrizitätswerken bei zielbewußter Arbeit noch ein ungeheures Absatzgebiet erschließt. Die individuelle Werbetätigkeit der Werke wird durch eine zweckmäßige allgemeine Propaganda unterstützt, durch die sich die Werbeabteilung der VDEW unter Leitung von Dr.-Ing. H. F. Mueller Verdienste erworben hat. Rückwardt.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Unter Führung des Viag-Elektrowerke-Konzerns und der Gesellschaft für elektrische Unternehmungen ist nunmehr zur Errichtung des in der ETZ 1928, S. 1343, schon erwähnten Großkraftwerks Cosel in Oberschlesien die Ostkraftwerk A. G. mit 15 Mill. RM Kapital gegründet worden, u. zw. außer von den genannten Unternehmungen von der Elektrizitätswerk Schlesien A. G., dem Provinzialverband Oberschlesien und der Reichs-Kredit-Gesellschaft. Die Beteiligung der Viag bzw. der Elektrowerke beträgt 51, die der Gesfürel 49 %. Letztere hat nach der Frankf. Zg. 24 % an die ihr nahestehende Schlesische Elektricitäts- und Gas-A. G. weitergegeben. Eine Unterbeteiligung seitens der Viag soll auch das Überlandwerk Oberschlesien erhalten. Das neue Werk wird voraussichtlich im Laufe des nächsten Jahres begonnen und vorläufig auf 80 000 kW bemessen werden. Zweck der Gründung ist zunächst, wie die Elgawe-Tagesfragen berichten, die Schaffung einer gemeinschaftlichen Elektrizitätsquelle für das Überlandwerk Oberschlesien, die Schlesische Elektricitäts- und Gas-A. G. und das Elektrizitätswerk Schlesien. Von der Mitwirkung der Landeshauptmannschaft, der von der Viag-Beteiligung 5 % vorweg abgetreten sein sollen, wird eine weitgehende Interessierung der Landesbehörden und möglicherweise eine allmählich wachsende Fühlungnahme mit den Kommunen erwartet.

Die Wasserkräfte der Unteren Iller zwischen Kellmünz und Vöhringen werden von der Aktiengesellschaft gleichen Namens in zwei Stufen von je 14,5 m Nutzgefälle zwecks Gewinnung elektrischer Arbeit (Jahresdurchschnitt rd. 100 Mill. kWh) ausgebaut, die das Bayernwerk und die Lech-Elektrizitätswerke A. G., Augsburg, übernehmen. Die Untere Iller A. G. hat ihr Aktienkapital von 4 auf 8 Mill. RM erhöht.

Nach dem Geschäftsbericht der Pfalzwerke A. G., Ludwigshafen a. Rh., für 1927[2] betrug der Gesamtanschlußwert am Ende dieses Jahres ohne Bahnen 113 156 kW (104 703 i. V.). Erzeugt wurden 2,525 Mill. kWh (1,321 i. V.), bezogen 87,955 Mill. kWh (65,436 i. V.) und an das Hochspannungsnetz abgegeben 90,234 Mill. kWh (66,602 i. V.). Verkauft hat die Gesellschaft an ihre Abnehmer 75,261 Mill. kWh (56,464 i. V.), also um 33 % mehr als 1926, und an fremde Werke 7,756 Mill. kWh (5,212 i. V.), im ganzen also 83,017 Mill. kWh (61,676 i. V.). Der gesamte Ausbau des Überlandwerks war mit Ablauf des Geschäftsjahres im großen und ganzen beendet; von im ganzen 650 Gemeinden (rd. 0,932 Mill. Einwohner) versorgte die Gesellschaft 645 (0,925 Mill. Einwohner) mit Elektrizität. Das 100 kV-Umspannwerk bei Kaiserslautern (2 · 5000 kVA) kam in Betrieb, und der Bau einer weiteren derartigen Anlage bei Landau dürfte inzwischen vollendet worden sein. Von dort nach Speyer wurde eine etwa 26 km lange 100 kV-Leitung errichtet. Im Kraftwerk Ludwigshafen hat die Gesellschaft eine Dampfverteilungsanlage für die Belieferung des Fernheizwerks Ludwigshafen-Süd G. m. b. H. erstellt. Wie der Bericht weiter sagt, wirkt sich der 1924 eingeführte Zimmertarif günstig aus und findet besonders bei den ihre Anlagen ausgiebig benutzenden Abnehmern immer mehr Anklang. Das Kraftwerk Homburg A. G., Homburg/Saar, hat 1927 40,283 Mill. kWh größtenteils selbst erzeugt und bezogen und davon 36,138 Mill. kWh verkauft. Die Einnahmen der Pfalzwerke A. G. betrugen 8 633 613 RM (7 123 805 i. V.), der Gewinn mit Vortrag 751 450 RM (745 159 i. V.) und die Dividende wieder 8 % auf 9 Mill. RM Aktienkapital.

Der Strombezug der Überlandzentrale Grenzmark A. G., Flatow i. Westpr., ist in dem für die Landwirtschaft ungünstigen Jahr 1927 von 2,056 auf 2,155 Mill. kWh, d. h. um 4,8 %, der verkaufte Nutzstrom von 1,666 auf 1,758 Mill. kWh, mithin um 5,5 % gestiegen; dabei haben sich die Stromverluste im Netz von 19 auf 18,4 % ermäßigt. Mit der Stadt Flatow wurde auf weitere 15 Jahre ein neuer Lieferungsvertrag geschlossen. Die Einnahmen der Betriebsabteilung betrugen 377 489 RM (364 154

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1623.

[2] Über das Ergebnis der damit abgeschlossenen ersten fünfzehn Geschäftsjahre hat die Gesellschaft einen mit zahlreichen Abbildungen ausgestatteten Sonderbericht herausgegeben.

i. V.), der Überschuß der Installationsabteilung 25 453 RM (22 625 i. V.) und der Reingewinn 87 066 RM (95 353 i. V.). Hieraus verteilte die Gesellschaft auf 0,72 Mill. RM Aktienkapital wieder 12 % Dividende.

Die Überlandwerk Glauchau A. G., Glauchau, hat 1927/28 im Dampfkraftwerk 7,494 (6,170 i. V.), im Wasserkraftwerk Waldenburg 3,332 Mill. kWh (3,225 i. V.) erzeugt und aus dem Landesnetz und anderen Anlagen 7,612 Mill. kWh bezogen (5,456 i. V.), so daß sich bei im ganzen 18,439 Mill. kWh (15,193 i. V.) eine Zunahme von Produktion und Bezug gegen das Vorjahr um 21,4 % ergibt. Die nutzbare Stromlieferung ist von 13,057 auf 15,997 Mill. kWh, d. h. um 22,5 %, der Gesamtanschlußwert am Ende der Berichtszeit von 14 657 auf 15 926 kW, also um 8,7 %, gewachsen. Die Betriebseinnahmen, einschl. des Gewinns aus dem Warenverkauf werden mit 1 472 486 RM (1 216 045 i. V.) und der Reingewinn mit 86 635 RM (58 936 i. V.) ausgewiesen. Die Dividende stellte sich wieder auf 8 % von nunmehr 1 Mill. RM Aktienkapital, das auf 2 Mill. RM erhöht wurde.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Verschärfung der Ausübungsbestimmungen in Italien. — Bisher wurde es in Italien für genügend erachtet, zur Erfüllung der Ausübungsbestimmungen des Gesetzes die im Ausland hergestellten Gegenstände im Inlande zu verkaufen oder Lizenzangebote für die Fabrikation oder den Verkauf der patentierten Gegenstände zu machen. Nach einer Entscheidung des Mailänder Beschwerdegerichts vom 23. VI. 1928 wird es nun notwendig werden, direkt in Italien zu fabrizieren, wenn die Möglichkeit dafür gegeben ist. Den Beweis für letztere kann grade die Einfuhr der im Ausland fabrizierten Gegenstände bilden. Die Erteilung von Lizenzen würde nach dieser Entscheidung nur dann einen Wert haben, wenn ihr eine tatsächliche Fabrikation folgt. Das Beschwerdegericht hat sich sogar auf den Standpunkt gestellt, daß ein Patent für nichtig erklärt werden könne, wenn seine Ausbeutung unmöglich erscheine, da ja dann der Erfinder kein Recht von wirklichem Wert verlieren würde.

Dieses Urteil entspricht den Bestrebungen verschiedener neuerdings ihre Industrialisierung betreibender Länder, wie z. B. auch Spaniens, worüber hier bereits berichtet wurde, nicht nur auf dem Wege der Schutzzölle, sondern auch mit solchen Behelfen aus anderen Gebieten eine Industrie im eigenen Lande zu erzwingen. Die Unsinnigkeit solcher Bestrebungen vom weltwirtschaftlichen Standpunkte aus liegt klar zutage. Das Gefährliche aber ist, daß sie allzuleicht von weiteren Staaten als bequemes, risikoloses Rezept angesehen werden, um vermeintlich im eigenen Lande eine blühende Industrie auf Kosten des Auslandes schaffen zu können. Die Ironie dieser Entwicklung will dabei, daß England, das wenige Jahre vor dem Kriege den Anstoß dazu gab, nun unter den Folgen der Nachahmung durch andere Staaten selbst schwer zu leiden hat. Es wird notwendig, daß Amerika und Deutschland, die in erster Linie durch diese Entwicklung geschädigt werden, sich zu gemeinsamer Bekämpfung zusammentun. Dies kann mit um so besserem Gewissen geschehen, als beide Länder einen Ausübungszwang nur unter ganz besonderen Umständen kennen.

Eine weitere Beschwerdegerichts-Entscheidung hat auch die Bestimmungen über Einführungspatente in einer engeren Weise ausgelegt als bisher üblich war. In Italien konnte, selbst wenn ein ausländisches Patent desselben Erfinders bereits veröffentlicht war, ein Einführungspatent während der Dauer dieses ausländischen Patentes erhalten werden, vorausgesetzt, daß Dritte die Erfindung noch nicht in Italien ausgeführt hatten. Man hatte es sogar bisher für möglich gehalten, daß ein gültiges Einführungspatent noch dann zulässig sei, wenn andere Veröffentlichungen von nicht offiziellem Charakter bereits erschienen waren oder der Erfinder bzw. seine Rechtsnachfolger in Italien bereits die patentierten Gegenstände verkauft hatten. Nach der neuen Entscheidung stellt lediglich die offizielle Veröffentlichung des ursprünglichen Patentes keine neuheitschädliche Tatsache mehr dar. Jede andere Bekanntgabe, z. B. in Zeitungen, Berichten, Katalogen, auf öffentlichen Ausstellungen, durch Verkäufe oder dergl. würde, selbst wenn sie lediglich im Auslande erfolgt ist, der Erfindung den Charakter der Neuheit rauben. Dies bedeutet eine sehr einschneidende Umgestaltung der bisherigen Praxis, die nicht nur für neu anzumeldende, sondern auch für bereits bestehende Einführungspatente von großer Bedeutung sein kann.

Vertrag des Deutschen Reichs mit Siam. — Durch Gesetz vom 6. VIII. 1928 ist der Freundschafts-, Handels- und Schiffahrtsvertrag zwischen dem Deutschen Reich und dem Königreich Siam in Kraft getreten. Für den gewerblichen Rechtsschutz ist daraus wichtig, daß die beiden vertragschließenden Staaten ihren Angehörigen gegenseitig den gleichen Schutz in bezug auf Patente, Warenzeichen, Herkunftsbenennungen, Gebrauchs- oder Geschmackmuster, Modelle und Urheberrechte und zur Unterdrückung des unlautern Wettbewerbs einräumen.

Ausnutzung von Erfindungen in Rußland. — Eine Verfügung des Rats der Volkskommissare der UdSSR. vom 14. VII. 1928 bestimmt, daß der Oberste Volkswirtschaftsrat aus der Zahl der angemeldeten Erfindungen diejenigen ausscheidet, die für die Volkswirtschaft der UdSSR. von großer Bedeutung sein können. Von dem zuständigen Ressort wird dann eine Person ernannt, welche die Verantwortung für die Verwertung der Erfindung sowie für die Durchführung der erforderlichen Maßnahmen zur Ausarbeitung und Vervollkommnung trägt. Verträge mit den Erfindern dieser Anmeldungen werden unmittelbar vom Obersten Volkswirtschaftsrat oder einem anderen interessierten Ressort abgeschlossen, welche die dann erforderlichen Maßnahmen zur Ausnutzung der Erfindung ergreifen. Lehnt der Oberste Volkswirtschaftsrat die Ausnutzung der Erfindung und den Abschluß eines Vertrages ab, so muß er den Grund dem Volkskommissariat der Arbeiter- und Bauerninspektion mitteilen. Die Kosten für die Erwerbung solcher Rechte werden aus besonders im Staatsbudget festgesetzten Mitteln gedeckt und den Unternehmungen, denen die Erfindung zur Ausnutzung gegeben wird, in Rechnung gestellt.

Patentanmeldungen im Ausland oder Auslieferung von Erfindungen nach dem Ausland sind nur nach erfolgter Anmeldung im Komitee für Erfindungen gestattet und bedürfen auch der Genehmigung des Obersten Volkswirtschaftsrates. Die Verletzung letzterer Vorschrift hat strafrechtliche Haftung zur Folge.

Patentanwalt H. Herzfeld I, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

XXXIV. Jahresversammlung des VDE in Aachen vom 7. bis 9. Juli 1929.

Vorläufiger Zeitplan:

Sonntag, den 7. Juli:
Vorstands- und Ausschußsitzung.

Montag, den 8. Juli:
Vorm.: I. Verbandsversammlung.
Nachm.: Fachberichte und Besichtigungen.
Abends: Gemeinsames Essen.

Dienstag, den 9. Juli:
Vorm.: II. Verbandsversammlung.
Nachm.: Fachberichte und Besichtigungen.

Mittwoch, den 10. Juli.
beabsichtigt der E. V. Aachen einen Ausflug in die Eifel zu veranstalten.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zu einer gemeinsamen Festsitzung des Elektrotechnischen Vereins e. V. und der Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens e. V. am Dienstag, dem



27. November 1928, abends 7½ Uhr, im großen Sitzungssaal des ehemaligen Herrenhauses in Berlin W 9, Leipziger Str. 3.

Tagesordnung:

1. Verleihung der Heinrich-Hertz-Medaille.
2. Vortrag des Herrn Universitätsprof. Dr. E. Schrödinger über „Neue Wege in der Physik" (Atomistik, Quantentheorie, korpuskulares und undulatorisches Bild der Materie, Kausalproblem).

Mit Rücksicht auf die beschränkte Zahl von Plätzen in dem Sitzungssaal ist der Zutritt nur gegen besondere Eintrittskarten gestattet, die in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins in Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, erhältlich sind. **Die Mitgliedskarten berechtigen allein nicht zum Zutritt.**

Im Anschluß an die Festsitzung findet ein zwangloses Beisammensein (bei kaltem Büfett mit Bier) im Speisesaal und in der anschließenden Wandelhalle des Landtagsgebäudes statt. Die Eintrittskarte in den Speisesaal, die zur Beteiligung am Büfett (ohne Getränke) berechtigt, kostet 3,50 RM und ist bis spätestens 23. November mittags ebenfalls bei der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins zu beziehen (Postscheckkonto Berlin Nr. 13302). Ein Verkauf von Teilnehmerkarten am Festabend findet nicht statt.

Dunkler Anzug erbeten.

Die Garderobengebühr trägt der Elektrotechnische Verein.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Einladung.

zur Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am Dienstag, dem 20. November 1928, 8 Uhr abends, in der Technischen Hochschule in Charlottenburg, E. B., Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Oberingenieurs Adolf Schmolz: „Kurzschlußschutz in den 110 kV-Leitungs-Anlagen der Bayernwerk A. G.".

Inhaltsangabe:

Der im Jahre 1923 entwickelte Selektivschutz des Bayernwerkes wird kritisch betrachtet. Auf Grund von theoretischen Überlegungen und praktischen Versuchen werden die Forderungen aufgestellt, die ein neuzeitlicher Selektivschutz zu erfüllen hat. Praktische Ausführungen derartiger neuer Schutzrelais werden beschrieben.

Gäste willkommen!

Fachausschuß für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken.
Der Vorsitzende:
Rehmer.

Ordentliche Sitzung

am 23. Oktober 1928 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Hochschulprofessor Matthias.

Vorsitzender: Meine sehr verehrten Damen und Herren! Ich eröffne die Sitzung des Elektrotechnischen Vereins und heiße Sie herzlich willkommen. Ich danke Ihnen besonders für Ihr so außerordentlich zahlreiches Erscheinen.

Gegen den Bericht der Sitzung vom 25. September sind Einwendungen nicht erhoben worden; er gilt somit als festgestellt. — Inzwischen sind 15 Neuanmeldungen eingegangen, ein Verzeichnis liegt hier aus.

Am Dienstag, dem 13. November, veranstalten die technisch-wissenschaftlichen Vereine Berlins in sämtlichen Räumen des Zoologischen Gartens „Das Fest der Technik".

An Stelle der ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 27. November, wird der Elektrotechnische Verein gemeinsam mit der Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens eine Festsitzung im großen Sitzungssaal des ehemaligen Herrenhauses veranstalten.

Die außerordentliche Sitzung am 30. Oktober, in der ein Gleichrichterfilm von einem Vertreter der Firma Brown, Boveri & Cie. vorgeführt werden sollte, fällt vorläufig aus.

Ich weise ferner darauf hin, daß am 29. Oktober eine vom Elektrotechnischen Verein in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule veranstaltete Vortragsreihe über „Selbstanschluß-Fernsprechtechnik" beginnt.

Schließlich möchte ich Sie bereits jetzt davon benachrichtigen, daß wir unser Wintervergnügen, unseren „Geselligen Abend", am Freitag, dem 4. Januar, im Marmorsaal des Zoologischen Gartens abhalten werden. Der Abend besteht aus gemeinsamem Abendessen, Aufführungen und Ball.

Wir kommen nunmehr zum zweiten Teil unserer Tagesordnung, zum Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Dr. von Issendorf über: „Neuere Untersuchungen über das betriebsmäßige Verhalten von Quecksilberdampfgleichrichtern." Ich bitte Herrn Dr. v. Issendorf, das Wort zu nehmen.

Der Vortrag, der sehr großen Beifall auslöst, wird gehalten.

Vorsitzender: Meine Damen und Herren! Ihr Beifall und die Ausdauer der bedauernswerten Herren, die leider nicht mehr zu einem Sitzplatz gekommen sind, haben gezeigt, daß Sie den Ausführungen des Herrn Vortragenden mit großem Interesse gefolgt sind. Ich darf daher auch auf Ihren Beifall rechnen, wenn ich dem Herrn Vortragenden Ihren herzlichen Dank übermittle für die außerordentliche Mühe und den Fleiß, den er sich gegeben hat, ferner für die interessanten und anschaulichen Lichtbilder, mit denen der Vortrag begleitet war. (Lebhafter Beifall.)

(Der Vortrag sowie die anschließende Besprechung werden demnächst in der ETZ erscheinen.)

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein E. V.

Bernhöft, Emil, Obering., Berlin.
Dippmann, Arno, Ingenieur, Bln.-Wilmersdorf.
Hochmuth, Max, Ingenieur, Berlin.
Ibsch, Hellmuth, Elektrotechniker, Frankfurt a. O.
Kasai, Kan, Ingenieur, Tokio.
Klötzer, Johannes, Laborant, Berlin.
Knoblauch, Henning, Dipl.-Ing., Bln.-Halensee.
Lwow, Szymon, Ingenieur, Lwow (Lemberg).
Mettel, F. Anton, Obering., Berlin.
Schönauer, Harry, Elektroingenieur, Berlin.
Strauß, Fritz, Dipl.-Ing., Berlin.
Uhl, Wilhelm, Dipl.-Ing., Bln.-Reinickendorf-West.
Unterweger, Max, Ingenieur, Santa Ana, C. A.
Wegemund, Wilhelm, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Wettig, Werner, Ingenieur, Berlin.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 24. XI. 1928, abds. 8h, Zeichensaal der Städt. Gewerbeschule, Annaberg: Vortrag Dr. techn. Kurrein, „Feinmechanik und Maschinenbau".

Elektrotechn. Verein des Bergischen Landes, Elberfeld. 20. XI. 1928, abds. 8h, Kölner Straße, Gymnasium: Vortrag Obering. Rosenberg, „Die Anwendung der Elektrowärme in der Industrie" (m. Lichtb.).

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. 16. XI. 1928, abds. 8¼h, Saal des Bierhauses Engelhardt, Bernburger Straße: Vortrag Obering. Ohlmüller, „Kraftwerksbauten und Energiewirtschaft" (m. Lichtb.).

Elektrotechn. Gesellschaft zu Magdeburg. 20. XI. 1928, abds. 8¼h, Aula der Staatl. Ver. Maschinenbauschulen, am Krökentor 1: Vortrag Obering. R. Borgwald, „Der heutige Stand der Rundfunk-Empfangstechnik".

Elektrotechn. Verein München. 21. XI. 1928, abds. 8h, Hörsaal 848 der T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. Bemte, „Neuerungen auf dem Gebiete el. u. elektropneumat. Anlaß-, Schalt- und Steuerapparate" (m. Lichtb.).

Pommerscher Elektrotechn. Verein, Stettin. 16. XI. 1928, abds. 8¼h, Konzerthaus: Vortrag Dipl.-Ing. Birkenbeul, „Feuermeldeanlagen" (m. Lichtb.).

Physikal. Gesellschaft zu Berlin und Dt. Gesellschaft für techn. Physik. 16. XI. 1928, abds. 7½ h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. T. H.: Vortrag F. Koref, „Kristallisation aus der Gasphase".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

F. Monath †. — Am 6. November d. J. starb nach schwerem Leiden Herr Direktor Fritz Monath. Der Verstorbene war 25 Jahre Vorstandsmitglied der Bayerischen Elektrizitäts-Werke und trat im Jahre 1926 in den Aufsichtsrat dieser Gesellschaft über, an deren Entwicklung er in hervorragender Weise mitgewirkt hat.

A. Hettler. — Am 17. November d. J. begeht Dr.-Ing. E. h. Hettler, Direktor der Siemens & Halske A. G., seinen 70. Geburtstag. Seine Verdienste liegen auf dem Gebiete der Massen- und Serienfertigung und in der Bereicherung der Fabrikbauweisen. Sein zuerst beim Bau des jetzt 25 Jahre alten Wernerwerks verwirklichtes Normalbausystem hat für Fabriken, in denen mit leichten Maschinen Massenfertigung betrieben wird, als Ausführungsform eines vergrößerungsfähigen Fabrikbaues Bedeutung bekommen. Die Technische Hochschule Stuttgart, seine ehemalige Studienstätte, an der er auch das Staatsexamen für Maschinenbau und Elektrotechnik abgelegt hat, ehrte ihn 1923 durch Verleihung der Würde eines Ehrendoktors.

Hochschulnachrichten. — Herr Obering. Heinrich Büggeln, Stuttgart, ist von der Wirtschaftswissenschaftlichen Abteilung der Rechts- und wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen beauftragt worden, von diesem Wintersemester ab Vorlesungen über „Öffentliche Elektrizitätswirtschaft" zu halten.

Auszeichnungen. — Die T. H. Breslau hat dem Generaldirektor der Niederlausitzer Überlandzentrale in Cottbus, Herrn Paul Mebus, in besonderer Anerkennung seiner Verdienste um die wechselseitige Befruchtung von Technik und Wirtschaft auf dem Gebiete der Überlandzentralen und des Bauwesens die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf den Überschlag von Isolatoren.

In einer Untersuchung[1], über die auch kürzlich in der ETZ[2] berichtet wurde, behandeln die Herren J. T. LITTLETON jun. und W. W. SHAVER den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Überschlagspannung von Isolatoren. Hierbei gelangen die Verfasser zu der auch in dem Berichte besonders zum Ausdruck gekommenen Auffassung, daß ihre Messungen zum Teil stark von den Ergebnissen älterer Messungen von SCHWAIGER und mir abweichen. Soweit meine Messungen, die den Verfassern offenbar nicht voll bekannt waren, in Frage kommen, besteht ein derartiger Widerspruch nicht. Der Einfachheit halber sei der diese Frage im besonderen behandelnde Abschnitt aus meiner s. Z. allerdings nur auszugsweise in der ETZ[3] veröffentlichten Dissertation[4] nachstehend abgedruckt:

„Die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit unterhalb des Sättigungspunktes der Luft ist je nach der Größe des Isolators außerordentlich verschieden. Im ersten Teil der Arbeit war bereits auf den großen grundsätzlichen Unterschied im Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Funkenspannung zwischen zwei Elektroden hingewiesen worden, je nachdem, ob die Funkenspannung der Anfangsspannung oder der Grenzspannung der Büschelentladung angehört bzw. danach, welche Länge das Gleitbüschel hat. Dieser Unterschied tritt bei Isolatorenprüfungen in ganz besonderem Maße wieder hervor: Kleine Isolatoren, bei denen der Funkenentladung kaum Büschelbildung vorausgeht, lassen bis zur eintretenden Kondensation des Wasserdampfes keinerlei Einfluß der Luftfeuchtigkeit erkennen, bei mittelgroßen Isolatoren ist die Spannungserhöhung mit zunehmender Feuchtigkeit bereits deutlich bemerkbar, und bei ganz großen Isolatoren ist die Spannungssteigerung ganz außerordentlich. Die Kurven der Abb. 1, welche die Abhängigkeit der Funkenspannung von der relativen Luftfeuchtigkeit für drei verschieden große Stützenisolatoren darstellen, lassen den Unterschied des Einflusses der relativen Feuchtigkeit deutlich hervortreten: Während bei dem kleineren Isolator gar kein Unterschied wahrzunehmen ist, findet bei dem mittelgroßen zwischen 40 % und 90 % relativer Feuchtigkeit bereits eine Spannungssteigerung von etwa 9 % und bei dem größten von 20 % statt. Dagegen tritt bei Erreichung des Taupunktes und der dadurch bedingten Oberflächenbenetzung die Abnahme der Funkenspannung bei allen Isolatoren in gleicher Weise hervor."

Hiermit stehen spätere gelegentliche Messungen in vollem Einklang. Auch die von LITTLETON und SHAVER mit Zunahme der absoluten Feuchtigkeit beobachtete Erhöhung der Überschlagspannung stimmt hiermit grundsätzlich überein, da es bei konstanter Temperatur gleichgültig ist, ob man die relative oder absolute Feuchtigkeit zugrunde legt. Ein Widerspruch könnte zunächst nur zwischen der von LITTLETON und SHAVER an Metallelektroden (Schleifen von 4 mm-Kupferdraht) festgestellten Unabhängigkeit der Überschlagspannung von der Luftfeuchtigkeit erblickt werden, auf den LITTLETON, wie in dem ETZ-Bericht besonders hervorgehoben, auch selbst hinweist. Tatsächlich ist dieser jedoch nicht vorhanden, wenn man berücksichtigt, daß die Entladung zwischen Metallschleifen aus der Anfangs- bzw. Glimmgrenzspannung heraus (also ohne Büschelbildung) erfolgt. Dies wurde durch Kontrollversuche mit gleicher Anordnung in Hermsdorf bestätigt gefunden. Infolgedessen ist für diese Anordnung kein Einfluß der Feuchtigkeit zu erwarten, wie dies aus dem gleichen Grunde auch für den kleinsten Isolator der Abb. 1 zutraf.

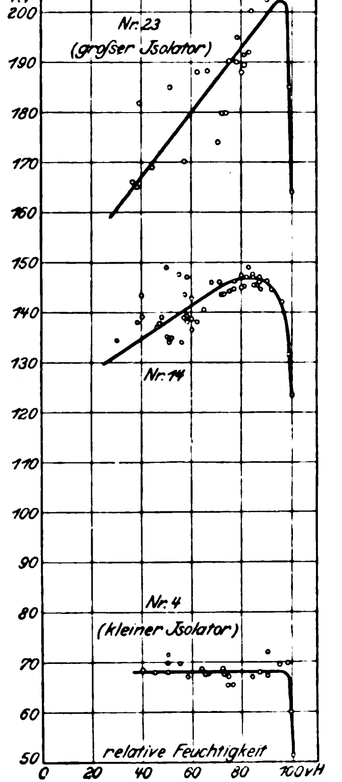


Abb. 1. Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Trocken-Überschlagspannung verschieden großer Freileitungs-Stützenisolatoren.

Zusammenfassend möge unter Bezugnahme auf die Arbeit von LITTLETON und SHAVER nochmals hervorgehoben werden:

1. Für den Überschlag an Isolatoren sind, wie auch von SCHWAIGER[5] hervorgehoben wurde, die Gesetze des Luftdurchschlages maßgebend.

2. Soweit der Überschlag, wie bei den Versuchen von SCHWAIGER im homogenen Feld, aus der Anfangs- oder Glimmgrenzspannung heraus erfolgt, fehlt der Einfluß der Feuchtigkeit oder es kann sogar nach SCHWAIGER[6] eine Herabsetzung der Überschlagspannung mit zunehmender Feuchtigkeit eintreten.

Dabei bedeuten Überschläge aus der Anfangspannung heraus solche ohne jede vorhergehende Lichterscheinung, Überschläge aus der Glimmgrenzspannung heraus solche aus einer auf die unmittelbare Nähe der Elektroden beschränkten Lichterscheinung.

3. Überschläge zwischen Metallschleifen, wie bei LITTLETON und SHAVER, erfolgen gleichfalls aus der Anfang- oder Glimmgrenzspannung, sind also gleichfalls von der Luftfeuchtigkeit unabhängig.

4. Die Überschlagspannung bei Überschlägen aus der Büschelgrenzspannung (d. h. nach voraufgegangener Büschelbildung) nimmt stark mit der Luftfeuchtigkeit zu, wie von mir[7] und später von PEEK[8] bei Entladungen zwi-

[1] J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 47, S. 189.
[2] ETZ 1928, S. 1308.
[3] ETZ 1910, S. 853 u. 888; 1911, S. 436 u. 460.
[4] „Zur Beurteilung von Hochspannungs-Freileitungs-Isolatoren, nebst einem Beitrag zur Kenntnis von Funkenspannungen". T. H. Dresden 1910, S. 62.
[5] ETZ 1927, S. 877.
[6] Elektrische Festigkeitslehre, Berlin 1925, S. 167, Abb. 124.
[7] ETZ 1911, S. 461, Abb. 8 u. 9.
[8] Transact. Am. Inst. El. Engs. Bd. 32, S. 812 und Bd. 33, S. 923.

schen Spitzenelektroden und größeren Isolatoren nachgewiesen und auch von LITTLETON und SHAVER an Isolatoren bestätigt gefunden wurde.

5. Die Überschlagspannung des gleichen Isolators kann, wenn die Form der Entladung von der Art der Armaturen und der Montage abhängig ist, von der Feuchtigkeit unabhängig sein oder nicht. Ganz das gleiche gilt natürlich für den Überschlag an Metallelektroden.

6. Bestimmte Formeln für die Abhängigkeit der Überschlagspannung von der Luftfeuchtigkeit bei einem bestimmten Isolator anzugeben, ohne Rücksichtnahme auf die jeweilige Entladungsform, aus der der Überschlag erfolgt, ist hiernach sachlich nicht möglich.

Hermsdorf i. Thür., 4. X. 1928.

Dr.-Ing. W. Weicker.

LITERATUR.

Besprechungen.

Theorie der Wechselstromübertragung. (Fernleitung und Umspannung.) Von Dr.-Ing. H. Grünholz. Mit 130 Abb. u. auf 12 Taf., VI u. 222 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geb. 36,75 RM.

Durch die Entwicklung der modernen Hochspannungsnetze ist die Beherrschung der Übertragungserscheinungen auf langen Wechselstromleitungen für alle, sei es bei der Berechnung und Projektierung, sei es im Betrieb tätigen Ingenieure zur unumgänglichen Notwendigkeit geworden. Die mathematische Theorie der Fernleitungsvorgänge ist in verschiedenen Werken behandelt. Die Bedürfnisse der praktischen Anwendung verlangen eine Erweiterung der theoretischen Hilfsmittel. An die Stelle der mathematischen Formeln treten anschauliche Kreisdiagramme, die in ihrem Zusammenhang einen klaren Einblick in die Übertragungserscheinungen gewähren und durch einfache Konstruktionen die exakte Ermittelung der technisch wichtigen Betriebsgrößen ermöglichen. Eine Reihe von Autoren haben sich in den letzten zehn Jahren mit verschiedenen Aufgaben aus diesem Gebiet befaßt, ihre Arbeiten sind in der Literatur zerstreut. Ein zusammenfassendes Werk, das die graphische Behandlung der mannigfaltigen Aufgaben der Wechselstromübertragung erschöpfend und in abgeschlossener Form behandelt und zugleich, den Bedürfnissen des Lernenden entsprechend, die Grundlagen in streng wissenschaftlicher Weise begründet, fehlte bisher. Diese Lücke will das vorliegende Buch ausfüllen, und es tut dies, wie vorweggenommen sei, in hervorragender Weise. Es ist aus der Darmstädter Dissertation des Verfassers hervorgegangen, deren Ergebnisse durch den kurzen Auszug in der ETZ 1927, S. 1869, bekanntgeworden sind.

Das Buch gliedert sich in fünf Teile und einen Anhang. Der erste Teil, betitelt Die Grundgesetze der Energieübertragung mittels Wechselstroms, greift das Problem auf breiter Grundlage an, um unabhängig von der Form und Art des Übertragungskreises zur Formulierung der allgemein gültigen Gesetze und deren Geltungsbereich zu gelangen, die der graphischen Behandlung zugrunde liegen. Ausgehend von einem beliebig vermaschten Wechselstromnetz, dessen Leiterströme nicht stationär sind, und in dem die Umlaufspannung über einen geschlossenen Kreis von Netzleitern von Null verschieden ist, wird gezeigt, unter welchen Voraussetzungen durch Einfügung von Kondensatoren für die elektrischen Kraftlinien und von Drosseln für die magnetischen ein Ersatzkreis mit stationären Strömen in den Leitern und der Umlaufspannung Null entsteht. In diesem Ersatzkreis ist der Begriff der Spannung eindeutig, und es kann für einen mehrfach gespeisten Ersatzkreis mit beliebigen konstanten Scheinwiderständen ein System von linearen Gleichungen zwischen den Knotenpunktspannungen und Strömen aufgestellt werden, deren Koeffizienten komplexe Scheinwiderstände bzw. Leitwerte sind; für die Wechselkoeffizienten zweier Knotenpunkte wird die paarweise Gleichheit nachgewiesen, wie sie für die Gegeninduktivitäten eines induktiven Systems besteht. In dem mehrphasigen Übertragungskreis, der aus zweimal m Knotenpunkten mit den beiden zugehörigen Nulleitern besteht, und bei dem einem System von Knotenpunkten Energie zugeführt, dem anderen entnommen wird, vereinfachen sich bei symmetrischer Anordnung und Belastung die Beziehungen, so daß für je eine Knotenpunktsspannung die Gleichung nur je einen Strom jedes der beiden Systeme mit den zugehörigen Koeffizienten enthält. Für zwei Spannungen entsprechender Phase beider Systeme werden bei vollkommener Phasensymmetrie je zwei der vier Koeffizienten gleich, und es ergibt sich sofort, unter welchen Bedingungen in dem Gleichungssystem

$$E_1 = C_1 E_2 + M J_2$$
$$J_1 = N E_2 + C_2 J_2$$

die Diskriminante $\Delta = C_1 C_2 - MN$ gleich 1 wird. Dieser Satz ist wohl noch nicht in dieser Allgemeinheit mit allen nötigen Einschränkungen bewiesen worden. Als Sonderfall ergibt sich der einphasige Übertragungskreis, dessen Ersatzbild der Vierpol ist und für den die Gültigkeit der Beziehung ohne weiteres folgt. Auch bei Phasenverdrehung von Strom und Spannung, z. B. durch Drehregler, gilt die Beziehung mit einer Einschränkung, die Diskriminante ist ihrem Betrag nach 1, aber eine komplexe Größe $e^{j2\alpha}$, wo α die Phasenverdrehung ist. Ist das Leerlaufspannungsverhältnis C_1 gleich dem Stromverhältnis C_2 bei Kurzschluß, so spielt sich der Übertragungsvorgang in beiden Richtungen in genau gleicher Weise ab, der Übertragungskreis ist richtungsymmetrisch.

Diesem wichtigsten Fall, dem symmetrischen Stromkreis, ist der zweite Hauptteil gewidmet, in dem nach der rechnerischen und graphischen Ermittelung der Grundgrößen insbesondere für die homogene Leitung die graphische Behandlung der Übertragungsvorgänge mittels der Diagramme des Spannungsverhältnisses, der Wirkleistung, der Blindleistung, der Verluste usf. gezeigt wird. Aus diesen Diagrammen sind alle Sonderfälle, wie die günstigsten Betriebsverhältnisse, kleinste Verluste, größte übertragbare Leistung usf., ohne weitere Rechnung zu übersehen, ebenso gewähren sie ein anschauliches Bild der Besonderheiten charakteristischer Leitungslängen, z. B. der Halb-Viertel-Wellenlängen, und sie gestatten die Gesamtheit der Betriebsfälle maßstäblich abzulesen. Als Sonderfall eines symmetrischen Stromkreises wird ferner der Transformator behandelt. Die Zusammenschaltung von Fernleitung und Transformatoren ergibt im allgemeinen keinen symmetrischen Stromkreis, und so werden im dritten Teil die besonderen Diagrammkonstruktionen für den unsymmetrischen Stromkreis behandelt, wobei mit Vorteil von dem „mittleren symmetrischen" Stromkreis (nach Kennelly) und dem Ungleichheitsfaktor Gebrauch gemacht wird. Im vierten Teil wird gezeigt, wie die Grundgrößen des Diagramms bei der Reihenschaltung und der Parallelschaltung zu ermitteln sind, während der fünfte Teil die praktische Anwendung auf eine Anzahl vollständig durchgerechneter Beispiele bringt. Der Anhang enthält eine kurze und klare Erläuterung der Darstellung der Wechselstromgrößen durch Vektoren und der Rechnung mit komplexen Größen, dann die Beweise für einige benutzte Beziehungen zwischen Kreisen und praktische Angaben für die Konstanten von Freileitungen und Kabeln. Eine Literaturzusammenstellung und ein Verzeichnis der wichtigsten Formeln bilden eine wertvolle Ergänzung.

Das Buch ist mit bewundernswerter Gründlichkeit und Strenge in der Beweisführung geschrieben. Die Durcharbeitung der mannigfaltigen Konstruktionen ist allerdings für den Anfänger keine leichte Arbeit. Nach Überwindung dieser Schwierigkeiten bietet sich ihm aber eine Fülle von Anregungen und eine so vollständige Beherrschung des Gegenstandes, daß sich die Mühe belohnt macht. Durch die konsequente Festsetzung und Durchführung der Vorzeichen und Richtungsbeziehungen ist die Darstellung gerade für den Anfänger ein sicherer Führer. Aber nicht nur dem, der für die praktischen Zwecke der Leitungsberechnung das Werk studiert, wird es Nutzen und Genuß bereiten, sondern allen, denen eine systematische Erforschung gesetzmäßiger Zusammenhänge nahe liegt, bringt es Anregungen in Fülle.

Der behandelte Stoff beschränkt sich auf die stationären Übertragungsvorgänge. Die Erweiterung auf unstabile Zustände und auf nicht stationäre Vorgänge war einem zweiten Teil vorbehalten. Ein tragisches Geschick, das den begabten Verfasser in der besten Schaffenskraft dahingerafft hat, hat leider diese Aussicht vernichtet. Die Fachwelt wird das wertvolle Vermächtnis, das ihr der Verfasser mit diesem Werk hinterlassen hat, dankbar zu wahren wissen. A. Fraenckel.

Siemens-Jahrbuch 1928. Herausg. v. der Siemens & Halske A. G. u. der Siemens-Schuckertwerke A. G. Mit zahlr. Abb. u. Taf., IX u. 504 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geb. 12 RM.

Der II. Band (1928) des Siemens-Jahrbuches steht im Zeichen des 25jährigen Bestehens der Siemens-Schuckert-Werke. In einer weit gespannten, sehr interessanten Einleitung schildert Köttgen die Entwicklung der SSW während dieser 25 Jahre. Dieser Einleitung schließen sich 37 Arbeiten an, deren Inhalt die verschiedenartigen Arbeitsgebiete des Konzerns behan-

delt. Es ist leider nicht möglich, in diesem Bericht jede einzelne Arbeit aufzuführen und zu würdigen. Auf dem Gebiete der elektrischen Stromerzeugung ist besonders die interessante und aktuelle Arbeit von R. Werner zu erwähnen, die das Gebiet des Belastungsausgleiches und der wirtschaftlichen Deckung der Belastungsspitzen behandelt. Auf dem Gebiete der elektromotorischen Betriebe beschreibt unter anderem Philippi die neuzeitliche Entwicklung der elektrischen Fördermaschinen. Die Gebiete der Meßtechnik, der Fernmeldetechnik und die Gebiete der mechanischen, elektrischen und chemischen Technologie und der Fertigung sind durch besonders zahlreiche Arbeiten vertreten. Von den Sondergebieten seien die Arbeiten über die Bodenfräse und die Flugzeugmotoren erwähnt. Mit der Beschreibung der Wohlfahrtspflege und der Neubauten des Siemens-Konzerns schließt das Buch. Eine Reihe schöner Bilder, unter denen besonders das Titelbild Wilhelms von Siemens zu erwähnen ist, schmücken das Werk. Ein großer Teil der Arbeiten, besonders jene, welche einige vom Konzern ausgeführte Anlagen und die geschichtliche Entwicklung des Konzerns oder einzelner Teilgebiete behandeln, sind geradezu packend geschrieben und würden sich hervorragend dazu eignen, in weitesten Kreisen verbreitet zu werden. Ich glaube, die Jugend, die ja allem Technischen das größte Interesse entgegenbringt, dürfte sich an der Schilderung der technischen Fortschritte besonders begeistern. Es ist deshalb zu begrüßen, daß sich die SSW entschlossen haben, das Buch im Buchhandel erscheinen zu lassen (V.D.I.-Verlag). In der Einleitung Köttgens steht der Satz, „daß nur wirkliche Qualitätsleistungen dauernden Erfolg bringen und daß diese nur möglich sind, wenn best ausgebildete Arbeitskräfte, von den Wissenschaftlern und Ingenieuren an bis zu den Fach- und Handarbeitern, am Werke mithelfen". Auf diesem Fundament wurden die Leistungen vollbracht, von denen das „Siemens-Jahrbuch" Kunde gibt.

A. Schwaiger.

Considérations sur l'auto-excitation des alternateurs branchés aux lignes de haute tension. Von G. Petresco. Mit 14 Textabb. u. 28 S. in gr. 8°. Veröff. Nr. 5 des Institut National Roumain, Bucarest 1927. Preis 5 RM.

Der Verfasser behandelt die Vorgänge, die bei der Speisung von Fernleitungen mit großer Kapazität durch Synchrongeneratoren auftreten und eine Folge des bekannten magnetisierenden Effektes des Kapazitätsstromes auf den Generator sind. Durch diesen Vorgang steigt die Spannung des Generators, hierdurch wieder der Kapazitätstrom usw. fort, bis eine gewisse durch die Sättigung der Maschine gegebene Grenze erreicht ist. Verwendet wird hierzu das bekannte Potiersche Dreieck. Der Verfasser weist darauf hin, daß die Streuung der Maschine infolge der bei induktiver und kapazitiver Belastung verschiedenen Richtungen der Streuflüsse im Ständer bei kapazitiver Belastung kleiner ist als bei induktiver. Die vom Verfasser für die Konstruktion der Spannungslinie benutzten Verfahren bieten gegenüber den sonst bekannten nichts Neues. Zum Schluß wird darauf hingewiesen, daß für solche Fälle die Maschine mit niedrigerer Streuung und geringer Ankerrückwirkung die geeignetere ist, während anderseits die Rücksichten auf den Preis und den Kurzschlußstrom der Maschine das Umgekehrte verlangen. Die rechte Lösung zwischen beiden Anforderungen zu finden, wird dem Geschick des Konstrukteurs überlassen. Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß die Isolation den zu erwartenden Spannungssteigerungen genügen muß.

M. Schenkel.

Netzanschlußgeräte. Von Dr. W. Bloch. (Radio-Reihe Bd. 23.) Mit 67 Textabb. u. 98 S. in 8°. Verlag von Rich. Carl Schmidt & Co., Berlin 1927. Preis geb. 3,50 RM.

Nach einer einleitenden Begründung der Notwendigkeit von Netzanschlußgeräten wird das Gleichstrom-Starkstromnetz kurz beschrieben und danach die Frage ausführlich behandelt, wie man Spannungsschwankungen unterdrückt. Weiter wird gezeigt, wie man die geglättete Spannung teilt. Der folgende Abschnitt erklärt, wie man den einem Starkstromnetz entnommenen Wechselstrom gleichrichtet. Daran schließt sich die Besprechung der Gegentaktschaltung. Beim Anschluß des Empfängers an ein Gleichstromnetz wird auf Fehler und Gefahren hingewiesen. Nach einem ganz kurzen Abschnitt über Spannungsmessungen folgt eine ausführliche Beschreibung der meisten käuflichen Netzanschlußgeräte. Den Schluß bilden die Bestimmungen des VDE.

Das Büchlein ist sehr klar und verständlich geschrieben und dürfte nicht nur dem Funkfreund sondern auch dem Ingenieur, der diesen Fragen fernsteht, gute Dienste leisten. Reichlich lang erscheint die Beschreibung der ausgeführten Geräte, während der unentwegte Bastler einen Abschnitt über Selbstbau vermißt. Bei einer Neuauflage könnte der Stoff etwas schärfer gegliedert werden, indem man das Teilen der Spannung vom Gleichrichten trennt und das Gleichrichten vor dem Glätten des gleichgerichteten Stromes bringt. Aber das soll nur ein Vorschlag, kein Tadel sein.

Mühlbrett.

Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen. Von Ober-Ing. K. Meller. (Elektrizität in industriellen Betrieben, herausg. v. W. Philippi, Bd. 7.) Mit 212 Textabb., 20 Tab., VIII u. 224 S. in 8°. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1927. Preis geh. 15 RM, geb. 18 RM.

Der Inhalt des Buches zerfällt in drei Teile: Grundlagen und Elemente des Einzelantriebes und ausgeführte Einzelantriebe. In der Einleitung ist ein Bild der Entwicklung gegeben vom Transmissionsantrieb über den Gruppenantrieb zum Einzelantrieb und von der besonderen Anordnung des Motors neben der Maschine mit Zwischenübertragung zum Stufenvorgelege zum systematisch durch das Zusammenarbeiten von Werkzeugmaschinenfabriken und Elektrizitätsfirmen entstandenen Einbau des Motors in die Maschine. Eingehend ist die Frage des Wirkungsgrades und der Umstände behandelt, die ihn beeinflussen. Es ist unter Gegenüberstellung der verschiedensten Ausführungsbeispiele gezeigt, wie durch den neuzeitlichen Einbau des Motors die Energieleitung verkürzt werden kann und wie durch Anordnung mehrerer kleiner Motoren statt eines einzigen großen, durch Erfassung der Leerlaufverluste, der Griffzeiten (mit Tabellen über Versuchsergebnisse) der Betrieb wirtschaftlicher gestaltet werden kann. Ausführlich ist der Wechsel der Übersetzung, die Vereinigung von Getrieben und Regelmotoren sowie das Anlassen, Umsteuern und Stillsetzen bis zur selbsttätigen Steuerung gewürdigt. Auch die Einrichtungen, die nur mittelbar mit dem Antriebe der Werkzeugmaschine zu tun haben, wie der Transport der Werkstücke, die Beleuchtung usw., sind nicht unberücksichtigt geblieben. Der Verfasser erläutert nacheinander die Punkte, die für die Wirtschaftlichkeit dieser Antriebsart Bedeutung haben, und gibt ganz besonders am Schlusse noch Preisvergleiche für die verschiedenen elektrischen Ausrüstungen von Werkzeugmaschinen. Im 2. Teil werden die Elemente des Einzelantriebes an Hand zahlreicher schematischer Abbildungen und Diagramme behandelt; es wird die elektrische Ausrüstung von den verschiedenen Motoren, Apparaten und Schaltungen an bis zu den Leitungen besprochen. Am umfangreichsten ist schließlich der 3. Teil mit den ausgeführten Einzelantrieben, von den gebräuchlichsten spanabhebenden Werkzeugmaschinen an bis zu den Biege- und Richtmaschinen und Hämmern. Hier nehmen naturgemäß die Drehbänke den größten Raum ein. Auf 30 Seiten werden die verschiedenartigsten Anordnungen des Motoreinbaues von der einfachen Drehbank bis zur Revolver- und großen Karusselldrehbank besprochen. Überall sind Tabellen und Diagramme über den Wirkungsgrad in den Text eingefügt, die das Buch besonders wertvoll machen. Bei der großen Bedeutung des Einzelantriebes für den neuzeitlichen Werkzeugmaschinenbau wird ein solches, die einschlägigen bei der fortschreitenden Entwicklung sich immer schwieriger gestaltenden und nicht jedem geläufigen Verhältnisse behandelndes Buch zweifellos einem Bedürfnis abhelfen. Es wird sicherlich sowohl für den Abnehmer und Hersteller von Werkzeugmaschinen als auch für den Betriebsingenieur wertvoll sein. Seine Benutzung wird erleichtert durch ein ausführliches Sachregister.

Witt.

Die Teilung der Zahnräder und ihre einfachste rechnerische Bestimmung. Von G. Hönnicke. Mit 26 Textabb., IV u. 115 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis kart. 6 RM.

Die Aufgabe einer Besprechung sollte sein: das Beste herauszuholen, was in einem neuen Buche steckt. Der Verfasser des vorliegenden Buches hat dankenswerterweise alles zusammengestellt, was das Schrifttum über die zulässige Belastung von Zahnrädern bietet, von Reuleaux über Bach, Friedrich Stolzenberg & Cie., Schuchardt & Schütte, Karraß, Krupp-Grusonwerk, Ludwig Loewe A.G., Dubbel und Hütte und hat die von diesen Urhebern angegebenen Formeln für die Zahnpressung als Ordinate zu der Geschwindigkeit als Abszisse übersichtlich in einem Kurvenbild Abb. 3 zusammengestellt. Bemerkenswert ist, daß die älteste Formel von Reuleaux den heutigen Erfahrungen am besten entspricht, während sich die Formel

von Bach am weitesten davon entfernt. Das Streben des Verfassers geht dahin, alles Probieren und Mehrfachrechnen zu beseitigen, Zahlentafeln an Stelle des Rechenschiebers zu setzen und starre Regeln an Stelle der Schätzung zu verwenden, also gewissermaßen die Berechnung der Zahnteilung zu mechanisieren. Das mag für abgegrenzte Gebiete wohl berechtigt sein: so etwa für die Zahnräder von Drehbänken, die unter stets gleichen Bedingungen arbeiten. Für Zahnräder des Kranbaues, die einmal unter sehr günstigen Bedingungen arbeiten — seltene Höchstlast, große Pausen —, ein andermal unter sehr ungünstigen — Schnellbetrieb mit stets voller Last, wie in Hüttenwerken —, ist Berechnung der Zahnteilung nach starrer Formel bereits nicht mehr statthaft. Will man aber gar alle Zahnräder der verschiedensten Gebiete unter einen Hut bringen, so wird man einmal viel zu stark bemessen und ein andermal viel zu schwach. Es darf grundsätzlich bezweifelt werden, ob es richtig ist, dem Ingenieur das Schätzen und Überlegen abzugewöhnen, statt ihn gerade dazu zu erziehen, den Einzelfall sorgfältig zu prüfen. Schließlich ist das Rechnen mit Zahlentafeln nur für den vorteilhaft, der mit dem Rechenschieber nicht umgehen kann. Übrigens zeigen die vom Verfasser durchgerechneten Beispiele, daß sein Rechenverfahren mindestens ebenso umständlich ist wie das Rechnen mit dem Rechenschieber.

Die alten Bezeichnungen „Krafträder" und „Arbeitsräder" dürften endlich einmal verschwinden; denn eine tatsächliche Grenze zwischen beiden gibt es nicht; es gibt Windenräder, die einer viel stärkeren Abnutzung ausgesetzt sind als Zahnräder anderer Maschinen. Ferner kommen Werkstoffe wie Rotguß, Holz, Vulkanfiber heute für Zahnräder überhaupt nicht mehr in Betracht. Geschmiedeter Flußstahl ist wohl für Ritzel zweckmäßig, die man von Rundstahl abstechen kann; für Räder größeren Durchmessers wäre dieser Werkstoff viel zu teuer, zumal er nur wenig mehr aushält als Stahlguß. Am allerwenigsten wäre es wirtschaftlich, das Gegenrad zu einem Rohhautritzel aus geschmiedetem Flußstahl herzustellen, wie es in dem Beispiel 8 vorgeschlagen wird. Die für Schneckentriebe vorgeschlagene Zahnbreite $b = 2{,}55\ t$ (Beispiel 9) ist unzweckmäßig, weil sie entweder unwirtschaftlich große Schneckendurchmesser verlangt oder sehr stark gekrümmte Schneckenradzähne erfordert. Praktisch ist nur eine Breite $b = 1{,}5\ t$ erreichbar. Die Beispiele 10 — Wasserrad mit dreifacher Übersetzung ins Schnelle — und 11 — verzahntes Schwungrad einer Dampfmaschine in ein Holzrad greifend — sind veraltet. Weiterhin wären auch noch einige andere Angaben zu beanstanden. Anzuerkennen ist die höchst mühevolle und fleißige Rechenarbeit des Verfassers. Wertvoller aber wäre die Nachrechnung einer möglichst großen Zahl von Zahnrädern aus den verschiedensten Betrieben. Solche „technische Statistik" oder, wie sie heute genannt wird, „Großzahlforschung" ist bekanntlich zuerst von Radinger mit ausgezeichnetem Erfolg durchgeführt worden. Kammerer.

Die Leistungsabstimmung bei Fließarbeit. Von Dr.-Ing. H. L. Lauke. Mit 75 Textabb. u. 129 S. in gr. 8°. Verlag von R. Oldenbourg, München u. Berlin 1928. Preis geh. 6,80 RM.

Nach einleitenden Betrachtungen über die verschiedenen Fabrikationsarbeiten und über die für Fließarbeit notwendigen Voraussetzungen untersucht der Verfasser die Abstimmung der Leistungen gekoppelter Arbeitsstellen. Dabei berücksichtigt er alle Bedingungen, welchen die Fabrikation bei der „reinen" und bei der „wechselnden" Fließarbeit unterliegt. Hand- und Maschinenarbeit werden getrennt behandelt. Eine beträchtliche Zahl gut gewählter Beispiele werden zur Erläuterung durchgerechnet und die mannigfachen Korrekturmöglichkeiten angedeutet, welche dort aushelfen müssen, wo arbeitstechnische und rechnerische Erwägungen nicht ineinander aufgehen.

Das Buch wird sicherlich manchen Kreisen, die bisher die Abstimmungschwierigkeiten nicht zu überwinden vermochten, willkommen sein, zumal die breit angelegte Betrachtung die wichtigsten Fragen der Fließarbeit einbezieht und anregend schildert.

Im Abschnitt IX „Ausnutzungs-, Beschäftigungs- und Arbeitsgrad" wendet sich der Verfasser der betriebswirtschaftlichen Betrachtung zu, was besonders anerkannt zu werden verdient. F. Mäckbach.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hans Voigtländer, Die Bedeutung der Anfahrbeschleunigung bei elektrisch betriebenen Stadtschnellbahnen. T. H. Breslau 1928.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Brand- und Betriebschäden an versicherten Maschinen (Generatoren) und Versicherungsdeckung[1]. — Ein Vertrag, betreffend Versicherung von Maschinen, ist als Feuerversicherungsvertrag zu behandeln, wenn er die Versicherung der Maschinen gegen Brand, Explosion oder Blitzschlag zusammen, einzeln oder in beliebiger Verbindung miteinander zum Gegenstande hat. Zu beachten ist aber hierbei stets, daß eine Versicherung gegen Feuersgefahr allein zufolge der gesetzlichen Bestimmung des § 82 V. V. G. ohne weiteres außer dieser Brandgefahr auch die beiden erwähnten weiteren Gefahren einer Explosion oder eines Blitzschlages in sich schließt.

Auch wenn also der Feuerversicherer einzelne Arten von Feuerschäden speziell aus dem Kreise seiner gesetzlichen Haftung für die übernommene Feuersgefahr ausscheidet, so z. B. die Ersatzleistung für unmittelbare Kurzschlußschäden bei der Versicherung elektrischer Maschinen auf Grund der vielfach in derartigen Versicherungsverträgen aufgenommenen Kurzschlußklausel, bleibt doch begrifflich der von dem Maschinenbesitzer abgeschlossene Feuerversicherungsvertrag ein Feuerversicherungsvertrag, der den erwähnten gesetzlichen Bestimmungen der §§ 81 ff. V. V. G. unterliegt, und der Versicherer haftet auch hier für Schäden infolge von Explosion und Blitzschlag an den Maschinen neben eigentlichen Feuerschäden (bei letzteren scheidet dann zufolge der Kurzschlußklausel nur die Haftung des Feuerversicherers für die unmittelbaren Kurzschlußfeuerschäden aus). Nimmt dann der Maschinenbesitzer für die von dem Feuerversicherer gemäß der in dem Vertrage aufgenommenen Kurzschlußklausel (bei elektrischen Maschinen) ausgeschlossene besondere Gefahrart des Kurzschlusses eine weitere (zweite) Versicherung, so hat er dementsprechend nunmehr wieder volle versicherungsmäßige Deckung, da für die Gefahren eines Kurzschlusses bzw. die Schäden an den Maschinen infolge eines solchen Kurzschlusses Versicherungsdeckung bei dem zweiten Versicherer besteht; die Versicherung des Besitzers elektrischer Maschinen gegen die unmittelbaren Folgen eines Kurzschlusses an den Maschinen bezeichnet man in der Praxis regelmäßig als Betriebschädenversicherung.

Bei der Maschinenfeuerversicherung ist es praktisch von größter Bedeutung, welche Art von Maschine von dem Maschinenbesitzer durch den Feuerversicherungsvertrag unter versicherungsmäßige Deckung gebracht wird. Insoweit es sich um die Versicherung elektrischer Generatoren oder Elektromotoren handelt, kommt für den Maschinenbesitzer insbesondere die versicherungsmäßige Deckung gegen Kurzschlußgefahr in Betracht; erhöht wird diese durch die an den äußeren Leitungen derartiger Maschinenanlagen bestehende weitere Gefahr eines Blitzeinschlages und seiner Wirkung auf die Maschinen selbst. Die Gefahr eines derartigen Blitzeinschlages trägt aber auch in derartigen Fällen der Feuerversicherer gemäß dem erwähnten § 82 V.V.G.

Wie bereits erwähnt wurde, erscheint es für den Maschinenbesitzer angesichts der Tatsache, daß die Feuerversicherer durch Aufnahme der Kurzschlußklausel in dem Maschinenfeuerversicherungsvertrag ihre Haftung für unmittelbare Kurzschlußfeuerschäden ausschließen (für die mittelbaren Brandfolgen bleibt also die Haftung des Feuerversicherers auch dann bestehen), als zweckmäßig, eine weitere (zweite) Versicherung gegen Betriebschäden bei einem Betriebschädenversicherer für seine (größeren) Maschinen einzugehen, um gegen derartige Kurzschlußfeuerschäden sowie auch gegen andere Betriebschäden Deckung zu haben, für die sein Feuerversicherer ihm keine Deckung gibt. In den Versicherungsbedingungen für Betriebschäden der größeren Versicherer derartiger Maschinenbetriebschäden wird dann der Umfang der versicherungsmäßigen Haftung des Betriebschädenversicherers regelmäßig näher umgrenzt und festgelegt.

Was nun den Umfang der Haftung des Feuerversicherers von Maschinen anbetrifft, so hat dieser nach § 83 V. V. G. im Falle eines Brandes, einer Explosion oder eines Blitzschlages den durch die Zerstörung oder Beschädigung der versicherten Maschinen entstehenden Schaden dem Maschinenbesitzer zu ersetzen, soweit die Zerstörung oder die Beschädigung auf der Einwirkung des Feuers, der Explosion oder des Blitzschlages beruht oder die unvermeidliche Folge eines derartigen Ereignisses ist. Der Versicherer hat auch den Schaden zu ersetzen, der bei dem Brand, der Explosion oder dem Blitzschlag durch Löschen, Niederreißen oder Ausräumen verursacht wird, desgleichen etwaige Diebstahlschäden hierbei. Demgemäß werden nach

[1] Aus einem in Z. Bayer. Rev.-V. Bd. 32, 1928, S. 243 erschienenen Aufsatz.

delt. Es ist leider nicht möglich, in diesem Bericht jede einzelne Arbeit aufzuführen und zu würdigen. Auf dem Gebiete der elektrischen Stromerzeugung ist besonders die interessante und aktuelle Arbeit von R. Werner zu erwähnen, die das Gebiet des Belastungsausgleiches und der wirtschaftlichen Deckung der Belastungsspitzen behandelt. Auf dem Gebiete der elektromotorischen Betriebe beschreibt unter anderem Philippi die neuzeitliche Entwicklung der elektrischen Fördermaschinen. Die Gebiete der Meßtechnik, der Fernmeldetechnik und die Gebiete der mechanischen, elektrischen und chemischen Technologie und der Fertigung sind durch besonders zahlreiche Arbeiten vertreten. Von den Sondergebieten seien die Arbeiten über die Bodenfräse und die Flugzeugmotoren erwähnt. Mit der Beschreibung der Wohlfahrtspflege und der Neubauten des Siemens-Konzerns schließt das Buch. Eine Reihe schöner Bilder, unter denen besonders das Titelbild Wilhelms von Siemens zu erwähnen ist, schmücken das Werk. Ein großer Teil der Arbeiten, besonders jene, welche einige vom Konzern ausgeführte Anlagen und die geschichtliche Entwicklung des Konzerns oder einzelner Teilgebiete behandeln, sind geradezu packend geschrieben und würden sich hervorragend dazu eignen, in weitesten Kreisen verbreitet zu werden. Ich glaube, die Jugend, die ja allem Technischen das größte Interesse entgegenbringt, dürfte sich an der Schilderung der technischen Fortschritte besonders begeistern. Es ist deshalb zu begrüßen, daß sich die SSW entschlossen haben, das Buch im Buchhandel erscheinen zu lassen (V. D. I.-Verlag). In der Einleitung Köttgens steht der Satz, „daß nur wirkliche Qualitätsleistungen dauernden Erfolg bringen und daß diese nur möglich sind, wenn best ausgebildete Arbeitskräfte, von den Wissenschaftlern und Ingenieuren an bis zu den Fach- und Handarbeitern, am Werke mithelfen". Auf diesem Fundament wurden die Leistungen vollbracht, von denen das „Siemens-Jahrbuch" Kunde gibt.

A. Schwaiger.

Considérations sur l'auto-excitation des alternateurs branchés aux lignes de haute tension. Von G. Petresco. Mit 14 Textabb. u. 28 S. in gr. 8°. Veröff. Nr. 5 des Institut National Roumain, Bucarest 1927. Preis 5 RM.

Der Verfasser behandelt die Vorgänge, die bei der Speisung von Fernleitungen mit großer Kapazität durch Synchrongeneratoren auftreten und eine Folge des bekannten magnetisierenden Effektes des Kapazitätstromes auf den Generator sind. Durch diesen Vorgang steigt die Spannung des Generators, hierdurch wieder der Kapazitätstrom usw. fort, bis eine gewisse durch die Sättigung der Maschine gegebene Grenze erreicht ist. Verwendet wird hierzu das bekannte Potiersche Dreieck. Der Verfasser weist darauf hin, daß die Streuung der Maschine infolge der bei induktiver und kapazitiver Belastung verschiedenen Richtungen der Streuflüsse im Ständer bei kapazitiver Belastung kleiner ist als bei induktiver. Die vom Verfasser für die Konstruktion der Spannungslinie benutzten Verfahren bieten gegenüber den sonst bekannten nichts Neues. Zum Schluß wird darauf hingewiesen, daß für solche Fälle die Maschine mit niedrigerer Streuung und geringer Ankerrückwirkung die geeignetere ist, während anderseits die Rücksichten auf den Preis und den Kurzschlußstrom der Maschine das Umgekehrte verlangen. Die rechte Lösung zwischen beiden Anforderungen zu finden, wird dem Geschick des Konstrukteurs überlassen. Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß die Isolation den zu erwartenden Spannungssteigerungen genügen muß.

M. Schenkel.

Netzanschlußgeräte. Von Dr. W. Bloch. (Radio-Reihe Bd. 23.) Mit 67 Textabb. u. 98 S. in 8°. Verlag von Rich. Carl Schmidt & Co., Berlin 1927. Preis geb. 3,50 RM.

Nach einer einleitenden Begründung der Notwendigkeit von Netzanschlußgeräten wird das Gleichstrom-Starkstromnetz kurz beschrieben und danach die Frage ausführlich behandelt, wie man Spannungschwankungen unterdrückt. Weiter wird gezeigt, wie man die geglättete Spannung teilt. Der folgende Abschnitt erklärt, wie man den einem Starkstromnetz entnommenen Wechselstrom gleichrichtet. Daran schließt sich die Besprechung der Gegentaktschaltung. Beim Anschluß des Empfängers an ein Gleichstromnetz wird auf Fehler und Gefahren hingewiesen. Nach einem ganz kurzen Abschnitt über Spannungsmessungen folgt eine ausführliche Beschreibung der meisten käuflichen Netzanschlußgeräte. Den Schluß bilden die Bestimmungen des VDE.

Das Büchlein ist sehr klar und verständlich geschrieben und dürfte nicht nur dem Funkfreund sondern auch dem Ingenieur, der diesen Fragen fernsteht, gute Dienste leisten. Reichlich lang erscheint die Beschreibung der ausgeführten Geräte, während der unentwegte Bastler einen Abschnitt über Selbstbau vermißt. Bei einer Neuauflage könnte der Stoff etwas schärfer gegliedert werden, indem man das Teilen der Spannung vom Gleichrichten trennt und das Gleichrichten vor dem Glätten des gleichgerichteten Stromes bringt. Aber das soll nur ein Vorschlag, kein Tadel sein.

Mühlbrett.

Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen. Von Ober-Ing. K. Meller. (Elektrizität in industriellen Betrieben, herausg. v. W. Philippi, Bd. 7.) Mit 212 Textabb., 20 Tab., VIII u. 224 S. in 8°. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1927. Preis geh. 15 RM, geb. 18 RM.

Der Inhalt des Buches zerfällt in drei Teile: Grundlagen und Elemente des Einzelantriebes und ausgeführte Einzelantriebe. In der Einleitung ist ein Bild der Entwicklung gegeben vom Transmissionsantrieb über den Gruppenantrieb zum Einzelantrieb und von der besonderen Anordnung des Motors neben der Maschine mit Zwischenübertragung zum Stufenvorgelege zum systematisch durch das Zusammenarbeiten von Werkzeugmaschinenfabriken und Elektrizitätsfirmen entstandenen Einbau des Motors in die Maschine. Eingehend ist die Frage des Wirkungsgrades und der Umstände behandelt, die ihn beeinflussen. Es ist unter Gegenüberstellung der verschiedensten Ausführungsbeispiele gezeigt, wie durch den neuzeitlichen Einbau des Motors die Energieleitung verkürzt werden kann und wie durch Anordnung mehrerer kleiner Motoren statt eines einzigen großen, durch Erfassung der Leerlaufverluste, der Griffzeiten (mit Tabellen über Versuchsergebnisse) der Betrieb wirtschaftlicher gestaltet werden kann. Ausführlich ist der Wechsel der Übersetzung, die Vereinigung von Getrieben und Regelmotoren sowie das Anlassen, Umsteuern und Stillsetzen bis zur selbsttätigen Steuerung gewürdigt. Auch die Einrichtungen, die nur mittelbar mit dem Antriebe der Werkzeugmaschine zu tun haben, wie der Transport der Werkstücke, die Beleuchtung usw., sind nicht unberücksichtigt geblieben. Der Verfasser erläutert nacheinander die Punkte, die für die Wirtschaftlichkeit dieser Antriebsart Bedeutung haben, und gibt ganz besonders am Schlusse noch Preisvergleiche für die verschiedenen elektrischen Ausrüstungen von Werkzeugmaschinen. Im 2. Teil werden die Elemente des Einzelantriebes an Hand zahlreicher schematischer Abbildungen und Diagramme behandelt; es wird die elektrische Ausrüstung von den verschiedenen Motoren, Apparaten und Schaltungen ab bis zu den Leitungen besprochen. Am umfangreichsten ist schließlich der 3. Teil mit den ausgeführten Einzelantrieben, von den gebräuchlichsten spanabhebenden Werkzeugmaschinen an bis zu den Biege- und Richtmaschinen und Hämmern. Hier nehmen naturgemäß die Drehbänke den größten Raum ein. Auf 30 Seiten werden die verschiedenartigsten Anordnungen des Motoreinbaues von der einfachen Drehbank bis zur Revolver- und großen Karusselldrehbank besprochen. Überall sind Tabellen und Diagramme über den Wirkungsgrad in den Text eingefügt, die das Buch besonders wertvoll machen. Bei der großen Bedeutung des Einzelantriebes für den neuzeitlichen Werkzeugmaschinenbau wird ein solches, die einschlägigen bei der fortschreitenden Entwicklung sich immer schwieriger gestaltenden und nicht jedem geläufigen Verhältnisse behandelndes Buch zweifellos einem Bedürfnis abhelfen. Es wird sicherlich sowohl für den Abnehmer und Hersteller von Werkzeugmaschinen als auch für den Betriebsingenieur wertvoll sein. Seine Benutzung wird erleichtert durch ein ausführliches Sachregister.

Witt.

Die Teilung der Zahnräder und ihre einfachste rechnerische Bestimmung. Von G. Hönnicke. Mit 26 Textabb., IV u. 115 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis kart. 6 RM.

Die Aufgabe einer Besprechung sollte sein: das Beste herauszuholen, was in einem neuen Buche steckt. Der Verfasser des vorliegenden Buches hat dankenswerterweise alles zusammengestellt, was das Schrifttum über die zulässige Belastung von Zahnrädern bietet, von Reuleaux über Bach, Friedrich Stolzenberg & Cie., Schuchardt & Schütte, Karraß, Krupp-Grusonwerk, Ludwig Loewe A. G., Dubbel und Hütte und hat die von diesen Urhebern angegebenen Formeln für die Zahnpressung als Ordinate zu der Geschwindigkeit als Abszisse übersichtlich in einem Kurvenbild Abb. 3 zusammengestellt. Bemerkenswert ist, daß die älteste Formel von Reuleaux den heutigen Erfahrungen am besten entspricht, während sich die Formel

von Bach am weitesten davon entfernt. Das Streben des Verfassers geht dahin, alles Probieren und Mehrfachrechnen zu beseitigen, Zahlentafeln an Stelle des Rechenschiebers zu setzen und starre Regeln an Stelle der Schätzung zu verwenden, also gewissermaßen die Berechnung der Zahnteilung zu mechanisieren. Das mag für abgegrenzte Gebiete wohl berechtigt sein: so etwa für die Zahnräder von Drehbänken, die unter stets gleichen Bedingungen arbeiten. Für Zahnräder des Kranbaues, die einmal unter sehr günstigen Bedingungen arbeiten — seltene Höchstlast, große Pausen —, ein andermal unter sehr ungünstigen — Schnellbetrieb mit stets voller Last, wie in Hüttenwerken —, ist Berechnung der Zahnteilung nach starrer Formel bereits nicht mehr statthaft. Will man aber gar alle Zahnräder der verschiedensten Gebiete unter einen Hut bringen, so wird man einmal viel zu stark bemessen und ein andermal viel zu schwach. Es darf grundsätzlich bezweifelt werden, ob es richtig ist, dem Ingenieur das Schätzen und Überlegen abzugewöhnen, statt ihn gerade dazu zu erziehen, den Einzelfall sorgfältig zu prüfen. Schließlich ist das Rechnen mit Zahlentafeln nur für den vorteilhaft, der mit dem Rechenschieber nicht umgehen kann. Übrigens zeigen die vom Verfasser durchgerechneten Beispiele, daß sein Rechenverfahren mindestens ebenso umständlich ist wie das Rechnen mit dem Rechenschieber.

Die alten Bezeichnungen „Krafträder" und „Arbeitsräder" dürften endlich einmal verschwinden; denn eine tatsächliche Grenze zwischen beiden gibt es nicht; es gibt Windenräder, die einer viel stärkeren Abnutzung ausgesetzt sind als Zahnräder anderer Maschinen. Ferner kommen Werkstoffe wie Rotguß, Holz, Vulkanfiber heute für Zahnräder überhaupt nicht mehr in Betracht. Geschmiedeter Flußstahl ist wohl für Ritzel zweckmäßig, die man von Rundstahl abstechen kann: für Räder größeren Durchmessers wäre dieser Werkstoff viel zu teuer, zumal er nur wenig mehr aushält als Stahlguß. Am allerwenigsten wäre es wirtschaftlich, das Gegenrad zu einem Rohhautritzel aus geschmiedetem Flußstahl herzustellen, wie es in dem Beispiel 8 vorgeschlagen wird. Die für Schneckentriebe vorgeschlagene Zahnbreite $b = 2{,}55\ t$ (Beispiel 9) ist unzweckmäßig, weil sie entweder unwirtschaftlich große Schneckendurchmesser verlangt oder sehr stark gekrümmte Schneckenradzähne erfordert. Praktisch ist nur eine Breite $b = 1{,}5\ t$ erreichbar. Die Beispiele 10 — Wasserrad mit dreifacher Übersetzung ins Schnelle — und 11 — verzahntes Schwungrad einer Dampfmaschine in ein Holzrad greifend — sind veraltet. Weiterhin wären auch noch einige andere Angaben zu beanstanden. Anzuerkennen ist die höchst mühevolle und fleißige Rechenarbeit des Verfassers. Wertvoller aber wäre die Nachrechnung einer möglichst großen Zahl von Zahnrädern aus den verschiedensten Betrieben. Solche „technische Statistik" oder, wie sie heute genannt wird, „Großzahlforschung" ist bekanntlich zuerst von Radinger mit ausgezeichnetem Erfolg durchgeführt worden. Kammerer.

Die Leistungsabstimmung bei Fließarbeit. Von Dr.-Ing. H. L. Lauke. Mit 75 Textabb. u. 129 S. in gr. 8°. Verlag von R. Oldenbourg, München u. Berlin 1928. Preis geh. 6,80 RM.

Nach einleitenden Betrachtungen über die verschiedenen Fabrikationsarbeiten und über die für Fließarbeit notwendigen Voraussetzungen untersucht der Verfasser die Abstimmung der Leistungen gekoppelter Arbeitsstellen. Dabei berücksichtigt er alle Bedingungen, welchen die Fabrikation bei der „reinen" und bei der „wechselnden" Fließarbeit unterliegt. Hand- und Maschinenarbeit werden getrennt behandelt. Eine beträchtliche Zahl gut gewählter Beispiele werden zur Erläuterung durchgerechnet und die mannigfachen Korrekturmöglichkeiten angedeutet, welche dort aushelfen müssen, wo arbeitstechnische und rechnerische Erwägungen nicht ineinander aufgehen.

Das Buch wird sicherlich manchen Kreisen, die bisher die Abstimmungsschwierigkeiten nicht zu überwinden vermochten, willkommen sein, zumal die breit angelegte Betrachtung die wichtigsten Fragen der Fließarbeit einbezieht und anregend schildert.

Im Abschnitt IX „Ausnutzungs-, Beschäftigungs- und Arbeitsgrad" wendet sich der Verfasser der betriebswirtschaftlichen Betrachtung zu, was besonders anerkannt zu werden verdient. F. Mäckbach.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hans Voigtländer, Die Bedeutung der Anfahrbeschleunigung bei elektrisch betriebenen Stadtschnellbahnen. T. H. Breslau 1928.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Brand- und Betriebschäden an versicherten Maschinen (Generatoren) und Versicherungsdeckung[1]. — Ein Vertrag, betreffend Versicherung von Maschinen, ist als Feuerversicherungsvertrag zu behandeln, wenn er die Versicherung der Maschinen gegen Brand, Explosion oder Blitzschlag zusammen, einzeln oder in beliebiger Verbindung miteinander zum Gegenstande hat. Zu beachten ist aber hierbei stets, daß eine Versicherung gegen Feuersgefahr allein zufolge der gesetzlichen Bestimmung des § 82 V. V. G. ohne weiteres außer dieser Brandgefahr auch die beiden erwähnten weiteren Gefahren einer Explosion oder eines Blitzschlages in sich schließt.

Auch wenn also der Feuerversicherer einzelne Arten von Feuerschäden speziell aus dem Kreise seiner gesetzlichen Haftung für die übernommene Feuersgefahr ausscheidet, so z. B. die Ersatzleistung für unmittelbare Kurzschlußschäden bei der Versicherung elektrischer Maschinen auf Grund der vielfach in derartigen Versicherungsverträgen aufgenommenen Kurzschlußklausel, bleibt doch begrifflich der von dem Maschinenbesitzer abgeschlossene Feuerversicherungsvertrag ein Feuerversicherungsvertrag, der den erwähnten gesetzlichen Bestimmungen der §§ 81 ff. V. V. G. unterliegt, und der Versicherer haftet auch hier für Schäden infolge von Explosion und Blitzschlag an den Maschinen neben eigentlichen Feuerschäden (bei letzteren scheidet dann zufolge der Kurzschlußklausel nur die Haftung des Feuerversicherers für die unmittelbaren Kurzschlußfeuerschäden aus). Nimmt dann der Maschinenbesitzer für die von dem Feuerversicherer gemäß der in dem Vertrage aufgenommenen Kurzschlußklausel (bei elektrischen Maschinen) ausgeschlossene besondere Gefahrart des Kurzschlusses eine weitere (zweite) Versicherung, so hat er dementsprechend nunmehr wieder volle versicherungsmäßige Deckung, da für die Gefahren eines Kurzschlusses bzw. die Schäden an den Maschinen infolge eines solchen Kurzschlusses Versicherungsdeckung bei dem zweiten Versicherer besteht; die Versicherung des Besitzers elektrischer Maschinen gegen die unmittelbaren Folgen eines Kurzschlusses an den Maschinen bezeichnet man in der Praxis regelmäßig als Betriebschädenversicherung.

Bei der Maschinenfeuerversicherung ist es praktisch von größter Bedeutung, welche Art von Maschine von dem Maschinenbesitzer durch den Feuerversicherungsvertrag unter versicherungsmäßige Deckung gebracht wird. Insoweit es sich um die Versicherung elektrischer Generatoren oder Elektromotoren handelt, kommt für den Maschinenbesitzer insbesondere die versicherungsmäßige Deckung gegen Kurzschlußgefahr in Betracht; erhöht wird diese durch die an den äußeren Leitungen derartiger Maschinenanlagen bestehende weitere Gefahr eines Blitzeinschlages und seiner Wirkung auf die Maschinen selbst. Die Gefahr eines derartigen Blitzeinschlages trägt aber auch in derartigen Fällen der Feuerversicherer gemäß dem erwähnten § 82 V.V.G.

Wie bereits erwähnt wurde, erscheint es für den Maschinenbesitzer angesichts der Tatsache, daß die Feuerversicherer durch Aufnahme der Kurzschlußklausel in dem Maschinenfeuerversicherungsvertrag ihre Haftung für unmittelbare Kurzschlußfeuerschäden ausschließen (für die mittelbaren Brandfolgen bleibt also die Haftung des Feuerversicherers auch dann bestehen), als zweckmäßig, eine weitere (zweite) Versicherung gegen Betriebschäden bei einem Betriebschädenversicherer für seine (größeren) Maschinen einzugehen, um gegen derartige Kurzschlußfeuerschäden sowie auch gegen andere Betriebschäden Deckung zu haben, für die sein Feuerversicherer ihm keine Deckung gibt. In den Versicherungsbedingungen für Betriebschäden der größeren Versicherer derartiger Maschinenbetriebschäden wird dann der Umfang der versicherungsmäßigen Haftung des Betriebschädenversicherers regelmäßig näher umgrenzt und festgelegt.

Was nun den Umfang der Haftung des Feuerversicherers von Maschinen anbetrifft, so hat dieser nach § 85 V. V. G. im Falle eines Brandes, einer Explosion oder eines Blitzschlages den durch die Zerstörung oder Beschädigung der versicherten Maschinen entstehenden Schaden dem Maschinenbesitzer zu ersetzen, soweit die Zerstörung oder die Beschädigung auf der Einwirkung des Feuers, der Explosion oder des Blitzschlages beruht oder die unvermeidliche Folge eines derartigen Ereignisses ist. Der Versicherer hat auch den Schaden zu ersetzen, der bei dem Brand, der Explosion oder dem Blitzschlag durch Löschen, Niederreißen oder Ausräumen verursacht wird, desgleichen etwaige Diebstahlschäden hierbei. Demgemäß werden nach

---
[1] Aus einem in Z. Bayer. Rev.-V. Bd. 32. 1928. S. 243 erschienenen Aufsatz.

dieser sehr weitgezogenen Gesetzesbestimmung (die in den Allgemeinen Bedingungen der Feuerversicherungsgesellschaften in dieser Form aufgenommen ist) von der Entschädigungspflicht des Feuerversicherers alle Schäden umfaßt, die auf der Einwirkung eines Brandes, einer Explosion oder Blitzschlages beruhen, d. h. also ursächlich auf ein solches Ereignis zurückgeführt werden können (über das Eingreifen der Kurzschluß- bzw. Blitzschlagklausel vgl. oben), ferner die letztbezeichneten sogen. mittelbaren Brandschäden (z. B. die durch zum Zwecke der Löschung auf die Maschine gespritzte Wassermassen entstandenen Wasserschäden).

Schlägt also beispielsweise in den Stator eines Generators ein Blitz, ein Teilblitz oder eine Blitzverästelung ein (welchem Falle gleich steht ein Blitzschlag in die äußere Leitung des Generators und seine Rückwirkung auf diesen), so sind alle hierdurch an dem Stator des Generators verursachten Brand- oder sonstigen Zerstörungsschäden von dem Feuerversicherer gemäß den §§ 82, 83 V.V.G. und den hiermit übereinstimmenden Allg. Versicherungsbedingungen der Feuerversicherer sowie der Blitzschädenklausel zu decken (nach dieser Blitzschlagschädenklausel gelten sonstige infolge Induktion oder Influenz durch atmosphärische Elektrizität hervorgerufene Schäden als Betriebschäden und fallen dann als solche dem Betriebschädenversicherer zur Last); sind durch den Übergang des Blitzes auch auf den Rotor an diesem Feuerschäden entstanden, so haftet der Feuerversicherer zufolge des Wortlautes der Blitzschädenklausel auch für diese Schäden des Rotors. Sind dagegen in diesem Beispielfalle die letzterwähnten Rotorschäden nur durch die Induktionswirkungen des Blitzes, der nur allein in die Wicklungen des Stators eingetreten und aus diesen herausgetreten ist, entstanden, so fallen diese Rotorschäden nicht unter die Haftung des Betriebschädenversicherers (der Feuerversicherer haftet dann nur für die Statorschäden, vgl. Wortlaut der Blitzschädenklausel, Satz 1).

Auf die praktischen Schwierigkeiten bei der Anwendung der Blitzschädenklausel dort, wo eine Abgrenzung der beiden Blitzschlagschäden zufolge Wortlautes der Blitzschädenklausel und Zweifelhaftigkeit der Schadensursache nötig ist, weist insbesondere S c h r a d e r (Rundschau für Feuerversicherung Nr. 5/6 vom 1. III. 1919) hin; er bemerkt zutreffend, daß insbesondere derjenige versicherte Maschinenbesitzer, der nur eine Feuerversicherung seiner Maschinen bei einem Feuerversicherer genommen hat, bei Blitzschlagschäden regelmäßig als Schadensursache den direkten Übergang des Blitzschlages auf den Maschinenkörper bezeichnen wird, wohingegen der Feuerversicherer sich zwecks Abwendung seiner Haftung auf den Satz 2 der Blitzschlagschädenklausel berufen wird, was insbesondere die gleichzeitige Eingehung einer Betriebschädenversicherung als zweckmäßig erscheinen läßt. D r. W e r n e b u r g.

Maschinenfabrik Oerlikon [1]. — Die Direktion der Gesellschaft lobt die im Geschäftsjahr 1927/28 geleistete Arbeit und hebt besonders den von der Bauleitung der Oberhasli-Kraftwerke gewünschten eigenartigen Aufbau der Generatoren in Verbindung mit Freistrahlturbinen, die Fortschritte im Bau von Gleichstrommaschinen und Eisenbahnmotoren sowie die durch tüchtige Akquisition erzielte v o l l e B e s c h ä f t i g u n g d e r W e r k s t ä t t e n hervor, klagt aber über das finanzielle Ergebnis, das infolge u n g e s u n d e r K o n k u r r e n z unter den Konstruktionsfirmen der aufgewendeten Mühe und Arbeit wie der Wichtigkeit der gelösten technischen Probleme nicht entsprach. „Die Preise", so sagt der Bericht, „welche die ausländische Konkurrenz auf Geschäften im eigenen Lande macht, und die zum Schaden ihrer eigenen Volkswirtschaft 30 und 40 % höher als die Preise der aus dem Ausland eingeführten Waren sind, werden dazu verwendet, im Ausland weit unter Selbstkosten zu verkaufen, um durch billige Preise und jahrelange Kredite die Bestellungen an sich zu reißen und sich ein Verkaufsmonopol zu schaffen. Was für Resultate eine solche Geschäftsführung auf die Länge zeitigt, zeigen die Verluste und Sanierungen allergrößter Firmen, die sich in einem Lande mit besonders ausgeprägter Trustbildung in den letzten Jahren wiederholten. Daneben wird viel von der Unentbehrlichkeit der 52-Stunden-Woche gesprochen, und von der Rationalisierung wird alles Heil erwartet. Versteht man unter Rationalisierung eine intensive, wohlüberdachte, auf Erfahrung beruhende Leitung des technischen und kaufmännischen Betriebes, Vermeidung von Verschwendung und vernünftige Gestaltung der Arbeit, so ist das nichts Neues. Aber weder die Rationalisierung noch die 52-Stunden-Woche, die, wir anerkennen es, für die Erreichung gewisser Lieferzeiten bisweilen eine Notwendigkeit ist, können die Nachteile aufwiegen, welche die eben gezeichneten Konkurrenzverhältnisse mit sich bringen. Ein Interesse an einer Besserung dieser unhaltbaren Verhältnisse haben aber nicht nur die leitenden Direktoren der Unternehmungen und die Aktionäre, sondern ebensosehr die Angestellten und Arbeiter, deren soziale Besserstellung zur Voraussetzung hat, daß die vermehrten Leistungen seitens der Unternehmer durch erhöhte Einnahmen hereingebracht werden können. Wir sehen eine Besserung der heutigen Verhältnisse keineswegs in Fusionen und großen Konzernen: die Gefahren, die darin liegen, sind zu offensichtlich. Aber muß darum das Gegenteil erstrebt werden: das Gegenseitig-sich-Zugrunderichten? Eine gesunde Wirtschaftspolitik sollte darauf bedacht sein, weder die Konkurrenz aus der Welt zu schaffen, noch sie ins Ungemessene zu verschärfen. Sie sollte sich bemühen, die sachlichen Meinungsverschiedenheiten durch bessere Leistungen auszufechten und durch g e g e n s e i t i g e V e r s t ä n d i g u n g solche Punkte zu regeln, die für ein Arbeiten auf gesunder Basis notwendig sind."

Im t e c h n i s c h e n T e i l des Berichts werden u. a. zahlreiche Aufträge auf S c h w u n g r a d g e n e r a t o r e n für direkte Kuppelung mit Dieselmotoren, auf Transformatoren von mehr als 100 kV sowie auf solche in Verbindung mit Stufenschaltern zur Spannungsregulierung ohne Betriebsunterbrechung erwähnt. Die von den Elektrizitätswerken den Abnehmern mit gutem Leistungsfaktor gewährte Tarifvergünstigung hat den Absatz von S y n c h r o n - I n d u k t i o n s m o t o r e n gesteigert, und sehr bedeutend war der Umsatz in Induktionsreglern zum Energieaustausch und zur Spannungsregulierung bei dem wachsenden Zusammenschluß der großen Werke. Als interessant bezeichnet die Direktion eine Bestellung auf solche Regler mit Öldrucksteuerung, die direkt für 17 kV Netzspannung gewickelt sind. Mit der Montage des ersten der vertikalachsigen Drehstromgeneratoren von je 28 000 bis 32 000 kVA für die Zentrale Handeck der Kraftwerke Oberhasli ist begonnen worden. Als bedeutender Erfolg auf dem Gebiete der G l e i c h s t r o m m a s c h i n e n nennt der Bericht u. a. eine Bestellung der A. S. Rjukanfos auf acht Generatoren zu 6000 kW. Zahlreiche Gesamtanlagen in Spanien finden Erwähnung. Während der Abteilung für T u r b o m a s c h i n e n rd. die doppelte Zahl von Turbinen in Auftrag gegeben worden ist wie 1926/27, mußte die Abteilung für e l e k t r i s c h e B a h n e n infolge Beendigung der „beschleunigten Elektrisierung" der Bundesbahnen eine beträchtliche Abnahme der Bestellungseingänge registrieren. Immerhin wurde die Gesellschaft im neuen Geschäftsjahr mit der Lieferung von sieben Schnellzugslokomotiven der leistungsfähigsten Type der Bundesbahnen betraut. Die Lizenznehmerin in Frankreich war weiterhin mit der Lieferung der 80 von der Paris-Orléans Bahn beorderten Lokomotiven beschäftigt und hat auch für die Paris - Lyon - Méditerranée-Bahn vier große Gleichstrom-Schnellzugslokomotiven (je 5400 PS bei 1500 V, Höchstgeschwindigkeit 130 km/h) in Arbeit. Für D i e s e l - e l e k t r i s c h e Fahrzeuge zeigt sich zunehmendes Interesse. Mit Gebrüder Sulzer, der die Berichterstatterin sechs Generatoren für nach Südamerika bestimmte Diesel-elektrische Lokomotiven lieferte, hat sie auch einen Diesel-elektrischen Triebwagen für die Bundesbahnen und zwei ähnliche Beförderungsmittel für die Appenzellerbahn zu beschaffen. In der zweiten Hälfte des Berichtsjahres wurde der Verkauf von M e t a l l g l e i c h r i c h t e r a n l a g e n aufgenommen; neue Konstruktionen von Straßenbahnkontrollern haben sich bei verschiedenen Unternehmungen eingebürgert. Bemerkenswert erscheint die elektrische Ausrüstung (1500 V Gleichstrom) einer Schneeschleudermaschine der Wengernalpbahn.

Die Betriebsergebnisse betrugen 5 628 809 Fr (6 207 573 i. V.), wozu an verschiedenen Einnahmen noch 163 249 Fr zu rechnen sind (150 761 i. V.). Aus dem Reingewinn von mit Vortrag 1 964 542 Fr (2 279 950 i. V.) wurden wieder 8 % Dividende auf 20 Mill. Fr Aktienkapital verteilt.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1715.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

F r a g e 267: Wer ist der Hersteller der zweiteiligen Porzellan-Mantelklemme „Weco" (D.R.G.M.)?

F r a g e 268: Welche Firma führt als Abkürzung das Zeichen „C. G. E."?

F r a g e 269: Wer fertigt hölzerne Nutenkeile an?

Abschluß des Heftes: 10. November 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 300 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Z e h m e in Berlin. — Verlag von J u l i u s S p r i n g e r in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

...HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 22. NOVEMBER 1928
(...701—1732)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 22. November 1928 | Heft 47

Zur Entwicklung der Operationssaalbeleuchtung.

Von Dr. H. Hartinger, Jena.

Übersicht. Die Entwicklung der Operations s a a l beleuchtung führte zur Operations f e l d beleuchtung, deren physikalisch-physiologische Bedingungen von denen für allgemeine Raumbeleuchtung verschieden sind. Die Bogenlampe als künstliche Lichtquelle größter Lichtstärke und höchster Lichtdichte wurde früher viel verwendet, scheidet aber heute fast aus. Die Krönig-Siedentopfsche Operationsfeldbeleuchtung benutzte die Bogenlampe. Die Einführung der hochwertigen Projektionsglühlampe führte zur Entwicklung der Operationsfeldbeleuchtung mittels der sog. Spiegelkugellampen. Eine Operationsfeldbeleuchtung besonders für gynäkologische Zwecke nach E. v. S c h u b e r t wird beschrieben. Von französischer Seite wurden in jüngster Zeit neue Wege beschritten. Mittels der sog. Scialytique-Lampe wird schlagschattenfreie Feldbeleuchtung erzeugt. Die letzte Phase der Entwicklung stellt die Operation-Spiegellampe Pantophos der Zeisswerke in Jena dar. Diese Lampe genügt in weitgehendem Maße allen lichttechnischen Anforderungen sowie auch den Ansprüchen der Asepsis und der Betriebsicherheit.

Die künstliche Operationssaalbeleuchtung hat sich in den letzten Jahrzehnten immer mehr zu einer Beleuchtung des Operationsfeldes entwickelt. Über diese Entwicklung soll kurz berichtet werden, ohne geschichtliche Einzelheiten besonders zu betonen. Dagegen wird der heutige Stand dieses besonderen Gebietes der Beleuchtungstechnik eingehender behandelt. Die Entwicklung einer wirklichen Operationsfeldbeleuchtung setzte wohl erst mit der Einführung des elektrischen Bogenlichts und der elektrischen Glühlampe ein. Es konnten sich jedoch diese neuen beleuchtungstechnischen Bestrebungen nicht allgemein durchsetzen. Man dürfte heute noch Operationssäle finden, wo man mit einer meist recht intensiven und physiologisch ganz unmöglichen Allgemeinbeleuchtung auszukommen sich bemüht. Wenn man von der gelegentlichen Verwendung von Beleuchtungseinrichtungen nach Art der sog. Sonnenbrenner absieht, die teilweise immer noch für die Schiffsbeleuchtung benutzt werden, so fällt der Beginn der Entwicklung einer Operationsfeldbeleuchtung mit der Einführung gerichteten Lichtes in den Operationssaal zusammen.

Will man den Gang dieser Entwicklung richtig beurteilen, so muß man die Anforderungen berücksichtigen, die heute an eine lichttechnisch gute und zweckmäßige Operationsfeldbeleuchtung gestellt werden müssen. Für den praktischen Wert der einzelnen Beleuchtungseinrichtungen sind natürlich auch die Eignung vom Standpunkt der Asepsis und die technische Durchbildung und Ausführung sowie die Betriebsicherheit in hohem Grade maßgebend.

Die Operationsfeldbeleuchtung stellt dem Lichttechniker die Aufgabe, einen im allgemeinen durch die Eröffnung des menschlichen Körpers an irgendeiner Stelle entstandenen, verhältnismäßig kleinen Hohlraum von Trichterform so auszuleuchten, daß der Chirurg seine schwierige Arbeit sorgfältigst durchführen kann. Eine ganze Reihe lichttechnischer oder physikalisch-physiologischer Bedingungen ist für die Lösung dieser Aufgabe erforderlich. Da für die Verrichtung feinster Arbeiten eine günstigste Beleuchtungstärke von rd. 200 „Lux auf Weiß" durch Versuche ermittelt wurde, so muß die Beleuchtung auf dem Operationsfeld entsprechend sein. Nimmt man das durchschnittliche Reflexionsvermögen der Wundflächen etwa zu 10 % an, so kann man die erforderliche wagrechte Beleuchtungstärke mit etwa 5000 Lux auf Weiß ansetzen. Es dürften dann auch die schrägliegenden Wundflächen noch ausreichend beleuchtet werden. Die Arbeit des Chirurgen verlangt aber außerdem eine relativ große Gleichmäßigkeit der Beleuchtung im Operationsfeld.

Da das Auge am leistungsfähigsten ist, wenn das Arbeitsfeld, in unserem Fall also die Operationswunde, stärker beleuchtet ist als die Umgebung, so soll die intensive Beleuchtung sich nur auf das Operationsfeld beschränken. Um eine Kontrastwirkung zu erzielen, ist deshalb die Verwendung dunkler Operationstücher vorgeschlagen worden. Auch die Wände, der Fußboden und selbst die Decke werden heute vielfach dunkel gehalten, um die Helladaptation und rasche Ermüdung der Augen zu verhindern[1]. Aus diesem Grunde muß auch eine Blendung des Chirurgen durch die Beleuchtungseinrichtung auf jeden Fall vermieden werden; das Auge des Operateurs darf also kein direktes Licht weder von den ungedämpften Lichtquellen noch von den optischen Teilen erhalten. Weiterhin wird gefordert, daß die Operationsfeldbeleuchtung auch enge und tiefe Wunden ausleuchte und möglichst ohne Schlagschatten sei. Kopf, Oberkörper und Hände des Chirurgen sowie die Operationsinstrumente dürfen keinesfalls scharf begrenzte dunkle Schlagschatten werfen, weil das die Arbeit wesentlich erschweren würde. Außerdem verlangt man noch, daß sich die Beleuchtungseinrichtung schnell und leicht in weitesten Grenzen verändern läßt. Bedeutungsvoll ist aber auch die Zusammensetzung oder Färbung des Lichtes. Das Glühlampenlicht enthält — verglichen mit dem Tageslicht — zuviel gelbe und rote Strahlung. Es ist vorteilhaft, dieses Übermaß zu verringern, weil dann die dem Chirurgen bei Tageslicht vertrauten

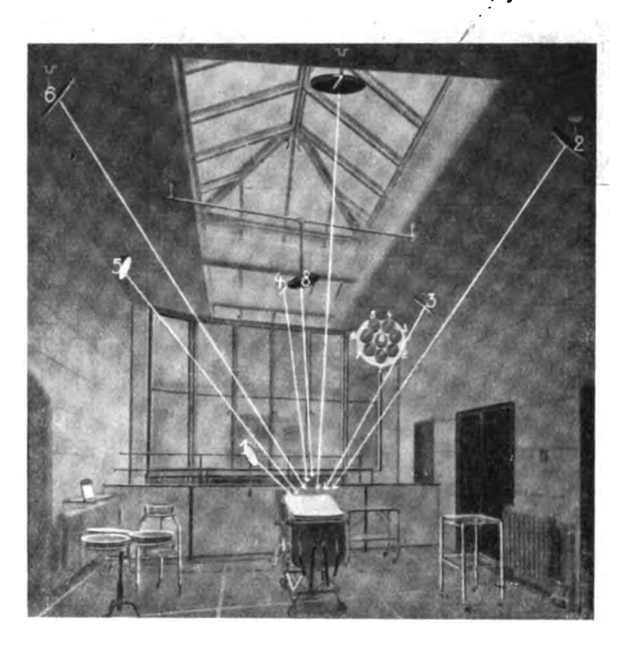


Abb. 1. Die Krönig-Siedentopfsche Beleuchtung mit Verteilersystem.

[1] Der schwedische Ophthalmologe Allvar G u l l s t r a n d hat schon im Jahre 1903 im Operationssaal der Universitäts-Augenklinik zu Upsala die Wände mit dunkel-blaugrauen und den Boden mit grauen und gelben Platten belegen und die Decke hellgrau ausführen lassen. Ebenso hat er dunkle Gardinen verwendet.

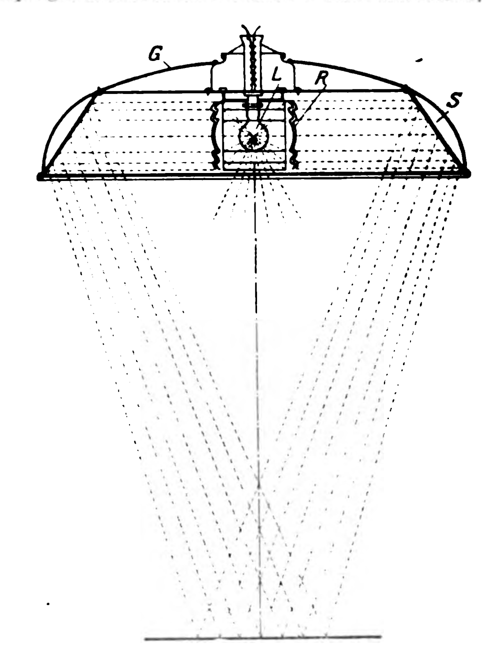
Gewebsverfärbungen leichter zu erkennen sind. Die für die Operationsfeldbeleuchtung in Betracht kommenden Lichtquellen sind Temperaturstrahler. Es soll deshalb dafür gesorgt werden, daß die mit der Lichtverdichtung einhergehende übermäßige Wärmeentwicklung zum Wohle des Patienten und des Chirurgen ganz erheblich vermindert werde.

Abb. 2. Operationssaalbeleuchtung mit fünf Spiegelkugellampen von Zeiss.

Will man nun durch Betrachtung kennzeichnender Beleuchtungseinrichtungen zeigen, wie sich die Operationsfeldbeleuchtung entwickelt hat, so kann man ohne weiteres eine Scheidung nach den zwei in Betracht kommenden Lichtquellen, dem Bogenlicht und der Glühlampe, vornehmen. Es ist einleuchtend, daß die für neuzeitliche Einrichtungen kaum noch in Frage kommende Bogenlampe als künstliche Lichtquelle größter Lichtstärke und höchster Leuchtdichte zunächst häufig verwendet wurde. Eine hierher gehörige Einrichtung ist die etwa zehn Jahre vor dem Krieg entstandene Krönig-Siedentopfsche Operationsfeldbeleuchtung der Zeisswerke in Jena. Ein Teil des Lichtstroms einer selbstregelnden Bogenlampe von 30 A, die sich meist außerhalb des Operationssaales befindet, wird mittels eines Hohlspiegels oder eines Linsenkondensors gesammelt und als schwach divergentes Lichtbündel auf einen neigbaren Planspiegel geleitet, der über dem Operationsfeld oder seitlich davon angebracht ist. Dieser Planspiegel, der auch neigbar und auf Schienen fahrbar angeordnet werden kann, wirft das Licht auf den Operationstisch und erzeugt dort ein begrenztes und außerordentlich helles Leuchtfeld. Eine solche mit nahezu parallelem Licht durchgeführte Beleuchtung muß natürlich scharfe und tiefe Schlagschatten auf dem Operationsfeld erzeugen, wenn undurchsichtige Gegenstände in das Strahlenbündel hineingebracht werden. Bei beweglichem Planspiegel ist die Änderung der Beleuchtungsrichtung leicht durchführbar.

Der Nachteil der Schlagschattenbildung wird wenigstens teilweise durch die Verwendung des Verteilersystems behoben, das aus einer Reihe eng benachbarter Planspiegel (etwa sechs an der Zahl) von verschiedener Stellung besteht (Abb. 1). Das schwach divergente primäre Lichtbündel trifft auf diese Spiegelvorrichtung und wird somit in eine entsprechende Anzahl verschieden gerichteter sekundärer Lichtbündel zerlegt. Eine gleiche Anzahl weiterer Planspiegel leitet das Licht der sekundären Bündel dem Operationsfelde zu, so daß es aus mehreren Richtungen intensives Licht erhält. Diese Beleuchtungsart bedeutet einen großen Fortschritt gegenüber der erstgenannten. An Stelle e i n e s scharfbegrenzten, tiefen Schlagschattens entstehen nun m e h r e r e und stark aufgehellte Schatten, so daß im allgemeinen auch die beschatteten Teile der Operationswunde noch direktes Licht erhalten. Schattenfrei ist die Beleuchtung aber nicht, und auch die Forderung nach stetiger Veränderlichkeit der Beleuchtungsrichtung kann natürlich durch die einzelnen verschieden gerichteten Lichtbündel nur unvollkommen erfüllt werden. Vielfach sind, aus Gründen einer strengen Asepsis, neben der Bogenlampe auch die Verteilerspiegel sowie die Beleuchtungsspiegel außerhalb des Operationssaales, und zwar über einem Glasdach angebracht. Eine übermäßige Wärmeentwicklung kann dadurch verhindert werden, daß man eine Wasserkammer vor die Bogenlampe schaltet. Allen Beleuchtungseinrichtungen mit Bogenlicht anhaftende Nachteile sind jedoch die nicht immer ausreichende Betriebsicherheit und die unbedingt erforderliche sorgfältige Wartung der Lichtquelle. Nachlässige Behandlung der Bogenlampe und starke Stromschwankungen können die Beleuchtung stark beeinträchtigen, wenn nicht gar unterbrechen.

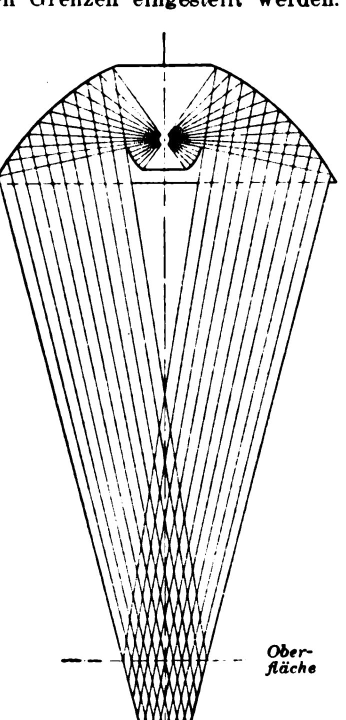
Deshalb zog man es bald vor, die in dieser Beziehung viel zuverlässigere Glühlampe für die Operationsfeldbeleuchtung zu verwenden. Nach Einführung der hochvoltigen Projektionsglühlampe mit großer Leuchtdichte und enger Fadenanordnung entwickelten wiederum die Zeisswerke kurz nach dem Krieg einen einfachen Beleuchtungskörper für die Operationsfeldbeleuchtung, die sog. Spiegelkugellampe, die weite Verbreitung fand und auch heute noch viel verwendet wird. Als Lichtquelle dient eine seidenmattierte Projektionsglühlampe von 100 W Stromverbrauch, deren Leuchtfaden in die Brennebene eines parabolischen Glassilberspiegels von 6,25 cm Brennweite und 17 cm Dmr. gebracht wird. An den Parabolspiegel schließt sich ein polierter vernickelter Metallspiegel von der Form eines Kugelringes an. Der Parabolspiegel erzeugt ein ausgesprochenes Scheinwerferlicht von etwa 10 000 HK Lichtstärke, während der Metallspiegel mit seinem Streulicht eine schwache, aber im allgemeinen ausreichende Allgemeinbeleuchtung des Operationssaales liefert. Die in Richtung der Spiegelachse verstellbare Lichtquelle und die Spiegel sind in ein hellgrau- bzw. weißlackiertes Messingblechgehäuse von glatter, abgerundeter Form eingebaut und durch eine Planglasscheibe dicht



G Metallgehäuse *L* Glühlampe *R* Ringlinse *S* Planspiegel

Abb. 3. Strahlengang in der französischen Operationslampe Scialytique.

abgeschlossen. Die Spiegelkugellampen können in einfachster Weise an Decken, Wänden, Säulen und Trägern von Glasdächern befestigt und mittels eines Kugelgelenks nach allen Richtungen in weiten Grenzen eingestellt werden. Die Operationsfeldbeleuchtung erfolgt nun durch eine Reihe solcher Spiegelkugellampen — meist werden 5 bis 8 Stück verwendet —, die ihre schwach divergenten Lichtbündel aus verschiedenen Richtungen auf das Operationsfeld werfen (Abbildung 2). In gynäkologischen Operationssälen verteilt man die Lampen an Decke und Wänden zweckentsprechend in anderer Weise als in allgemein chirurgischen Sälen. Die Beleuchtung entspricht etwa der Krönig-Siedentopfschen mit Verteilersystem und besitzt infolgedessen deren lichttechnische Vor- und Nachteile. Dagegen ist die Spiegelkugelbeleuchtung außerordentlich betriebsicher, verlangt keine besondere Wartung und verbraucht nur wenig Strom. Verteilt man die Lampen auf zwei oder mehrere Stromkreise und fügt man noch eine oder mehrere Spiegelkugellampen mit niedervoltigen, an Akkumulatorenbatterien angeschlossenen Glühlampen hinzu, so ist man gegen alle Fährnisse gesichert. Häufig wird diese Operationsfeldbeleuchtung noch durch besondere, an fahrbaren und neigbaren Dreifußständern befestigte Spiegelkugellampen ergänzt. Man kann sich mit diesen beweglichen Lampen rasch eine starke Zusatzbeleuchtung von beliebigen Richtungen verschaffen



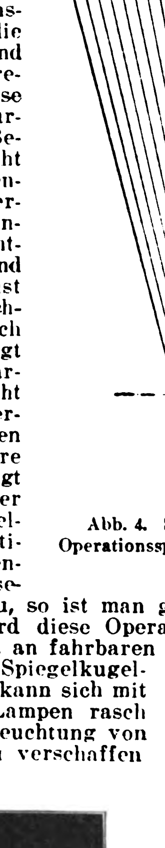
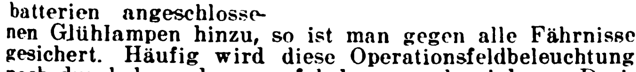


Abb. 4. Strahlengang in der Operationsspiegellampe „Pantophos.



und einem mit Wasser gefüllten Kühlgefäß, sendet wagerecht ein schwach divergentes Lichtbündel in den Operationssaal, wo über diesem Lichtbündel und gleichgerichtet mit ihm zwei Drahtseile ausgespannt sind, an denen vier unmittelbar benachbarte und für sich verstellbare Planspiegel verschoben werden können. Mit Hilfe dieser Planspiegel wird das Scheinwerferlicht auf das Operationsfeld gelenkt, das intensiv beleuchtet wird. Die Lichtrichtung ist rasch und stetig veränderlich, ohne jedoch schlagschattenfrei zu sein. Undurchsichtige Gegenstände in der Nähe des Operationsfeldes werfen meist mehrere, aber aufgehellte Schlagschatten. Die Betriebsicherheit dürfte ausreichend sein, wenn eine rasch einschaltbare zweite Glühlampe vorgesehen oder eine Notbeleuchtung vorhanden ist. Dagegen werden die über der Operationswunde befindlichen beweglichen Drahtseile und die fahrbare Spiegelvorrichtung nicht allgemein als den aseptischen Forderungen entsprechend beurteilt.

In jüngster Zeit wurden nun neue Wege im Bau der Beleuchtungseinrichtungen beschritten, die zu einer vollkommen schlagschattenfreien Beleuchtung des Operationsfeldes führten. Vor einigen Jahren brachte die Pariser Firma Barbier, Bénard et Turenne eine schlagschattenfreie Lampe unter dem Namen „Scialytique" auf den Markt. Diese Lampe enthält in einem durch eine ebene Glasscheibe abgeschlossenen graulackierten Metallgehäuse etwa von der Form eines halben flachen Rotationsellipsoids eine klare Scheinwerferglühlampe von 150 W Stromverbrauch, eine die Glühlampe eng umschließende Fresnelsche Ringlinse und einen geschlossenen Kranz von 39 schräggestellten Planspiegeln, der mit einem Durchmesser von ungefähr 89 cm die Ringlinse koaxial umgibt (Abb. 3). Diese nimmt einen größeren Teil des Lichtstroms der Glühlampe auf und verteilt ihn wagerecht nach allen Richtungen auf die 39 Planspiegel, die nun das Licht dem etwa einen Meter entfernten Operationsfeld zuleiten. Die Beleuchtung erfolgt demnach durch 39 lückenlos aufeinanderfolgende divergente Strahlenbündel, die annähernd einen Lichtkegelmantel endlicher Dicke von rd. 35° Öffnung bilden.

Die Helligkeit auf dem Operationsfeld entspricht reichlich der eingangs erwähnten Forderung, während die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung gerade noch ausreichen dürfte. Die Operationswunden werden, sofern sie nicht zu eng sind, gut und schlagschattenfrei ausgeleuchtet. Da der Kopf und die Hände des Chirurgen



Abb. 5. Das schlagschattenfreie Leuchtfeld der Operationsspiegellampe Pantophos.

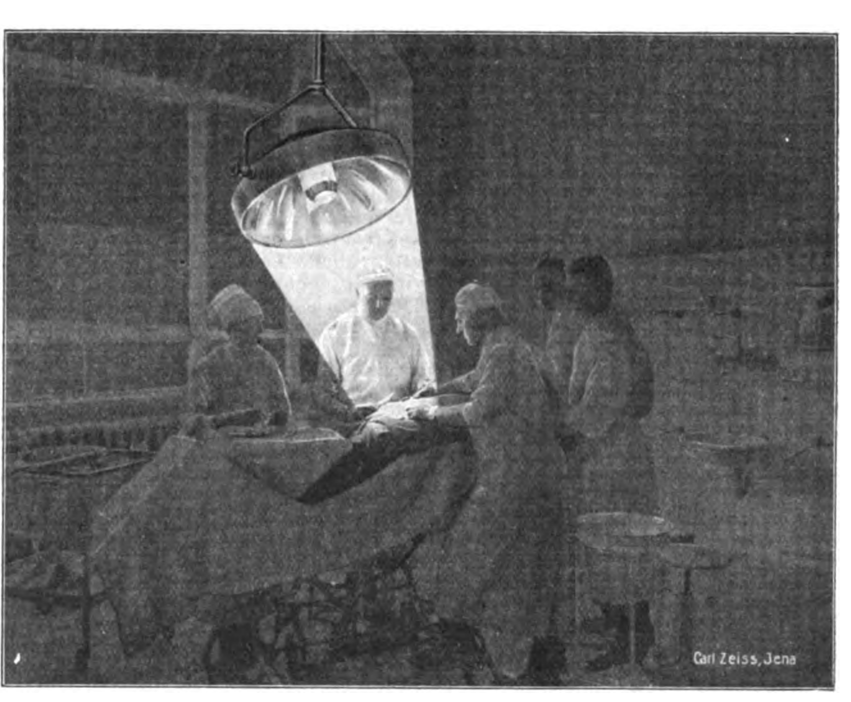


Abb. 6. Vollkommen blendungsfreie Operationsfeldbeleuchtung mit Pantophos.

Als ein weiteres Beispiel der Operationsfeldbeleuchtungen mit Glühlampenlicht soll die besonders für gynäkologische Zwecke verwendbare v. Schubertsche Einrichtung erwähnt werden. Ein an der Wand befestigter Scheinwerfer, bestehend aus einem versilberten parabolischen Glashohlspiegel von 60 cm Dmr., einer starken Glühlampe nur einen verhältnismäßig kleinen Teil aus dem Lichtkegelmantel herausblenden können, so treten in der Mitte des Leuchtfeldes keine Schlagschatten auf, wohl aber findet eine Minderung der Beleuchtungstärke statt. Sehr enge Wunden aber, bei denen vom Wundboden aus das Bild der Lichtquelle, ein scheinbar hinter den Planspie-



geln liegender leuchtender Ring, nicht mehr ganz zu übersehen ist, können nicht mehr voll ausgeleuchtet werden, womit auch die Schlagschattenfreiheit in Frage gestellt ist. Das Licht der Scialytique-Lampe weist, da es ungefildert werwendet wird, eine ausgesprochen rötlichgelbe Färbung auf. Unangenehmer jedoch ist die lästige Wärmeentwicklung, die auf dem Operationsfeld und im Lichtkegel infolge der intensiven ultraroten Strahlung auftritt. Die Beleuchtungsrichtung ist leicht und rasch veränderlich, doch kann bei den an Drahtseilen aufgehängten Lampen leicht ein störendes Pendeln eintreten, zumal wenn sie mittels eines auf Deckenschienen laufenden Wagens fahrbar eingerichtet sind. Die Wirtschaftlichkeit der Scialytique ist groß und die Betriebsicherheit genügt, sofern immer rechtzeitig für den Ersatz der leicht auswechselbaren Glühlampen gesorgt wird. Die neuerdings empfohlene Notbeleuchtung in Form mehrerer nackter, im Lampengehäuse angeordneter Glühlampen ist jedoch lichttechnisch vollständig unzulänglich. Trotz alledem stellt die Scialytique-Lampe einen beträchtlichen Schritt vorwärts in der Entwicklung einer physiologisch richtigen Operationsfeldbeleuchtung dar.

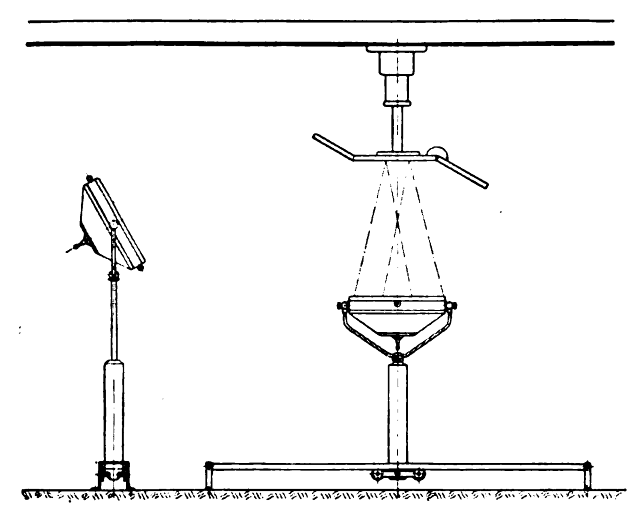


Abb. 7. Die allseitig bewegliche Operationsspiegellampe Pantophos mit fahrbarer Aufhängung.

In Frankreich entstand nun bald ein zweites Erzeugnis, das eine fast ebenso schattenfreie Operationsfeldbeleuchtung liefert, die sog. „Asciatique-Lampe". Diese Einrichtung ist bedeutend einfacher als die Scialytique. Sie besteht aus der Lichtquelle, einer Glühlampe, und einem offenen, innen vernickelten Metallspiegel, der aus verschiedenen Kegelstümpfchen zusammengesetzt erscheint. Gegenüber der Scialytique weist sie aber verschiedene Nachteile auf, vor allem auch in der technischen Durchbildung und Ausführung. Keinesfalls bedeutet sie einen weiteren Fortschritt auf dem Gebiet der Operationsfeldbeleuchtung.

Dieser Zweig der Beleuchtungstechnik ist erst im vergangenen Jahr wieder wesentlich gefördert worden, und zwar nunmehr durch ein deutsches Erzeugnis, nämlich durch die von den Zeisswerken entwickelte und hergestellte Spiegellampe „Pantophos"[2]. Die optische Einrichtung dieser Lampe besteht in einem rückwärts versilberten Glashohlspiegel von 80 cm Dmr., der das Licht einer gewöhnlichen Milchglasbirne von 100 ... 200 W Stromverbrauch oder in besonderen Fällen einer ganz mattierten Glühlampe auf das Operationsfeld leitet (Abb. 4). Die Form des Hohlspiegels erhält man durch Drehen eines Ellipsenbogens um eine Achse, die den einen der beiden Ellipsenbrennpunkte enthält und mit der großen Ellipsenachse einen spitzen Winkel bildet. Die Lichtquelle schließt diesen Brennpunkt ein. Die engste Einschnürung des entsprechenden kegelförmigen Lichtbündels, das Beleuchtungsfeld, ist etwa 100 cm vom Spiegelrand entfernt. Von irgendeinem Punkt dieses Feldes aus gesehen leuchtet der ganze große Hohlspiegel mit der nur um Reflexions- und Absorptionsverluste geminderten Leuchtdichte der Lichtquelle, also der opalisierten oder mattierten Glühlampe. Um einen dauernd hohen Wirkungsgrad zu erzielen, wird der Silberbelag des geschliffenen und polierten Hohlspiegels mit thermisch und chemisch widerstandsfähigen Lackschichten überzogen.

Die Pantophos-Spiegellampe gibt ein hinreichend großes, sehr gleichmäßiges und vollkommen schlagschattenfreies Leuchtfeld (Abb. 5). Die Beleuchtungsstärke beträgt bei Verwendung einer 150 W-Glühlampe mit Milchglasbirne über 5000 Lux und mit ganzmattierter Birne etwa 8000 Lux. Da praktisch von allen Punkten des großen Hohlspiegels Lichtstrahlen nach allen Stellen des Beleuchtungsfeldes gehen, so werden auch engste Operationswunden und Öffnungen in voller Tiefe gleichförmig ausgeleuchtet. Der Verlauf des gerichteten Lichtes und die Verwendung von Glühlampen geringer Leuchtdichte schließt auch jegliche Blendung des Operateurs und seiner Gehilfen aus (Abb. 6). Die Beleuchtungsrichtung kann rasch und allseitig in weitesten Grenzen verändert werden, da die Lampe in den Enden einer drehund ausziehbaren Gabel schwenkbar lagert und jede Stellung sofort beibehält. Will man die Beleuchtung für alle möglichen Lagen des Patienten ohne Verschiebung des Operationstisches einstellen, so muß man eine fahrbare Aufhängung der Lampe vorsehen (Abb. 7).

Ein weiterer Vorteil der Pantophos-Spiegellampe ist die Ausschaltung der lästigen Wärmeentwicklung auf dem Operationsfeld und im Lichtkegel. Die Lichtquelle ist nämlich mit einer etwa 2 mm dicken, schwach blaugrün gefärbten Glocke aus Eisenoxydulglas umgeben. Dieses Glas schwächt erheblich die gesamte Wärmestrahlung, besonders stark aber werden die in größter Menge vorhandenen kürzerwelligen Wärmestrahlen absorbiert. Es ist deshalb selbst im Operationsfeld, dem Ort der größten Verdichtung, eine Temperaturerhöhung kaum wahrnehmbar (Abb. 8). Dabei dämpft das Eisenoxydulglas

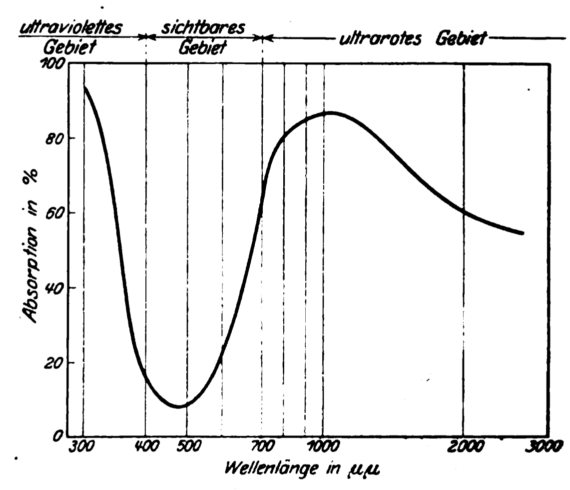


Abb. 8. Die Absorptionskurve einer 2 mm dicken Wärmeschutzglocke aus Robonglas in der Operationsspiegellampe Pantophos.

im sichtbaren Gebiet den roten und gelben Bezirk ganz erheblich, ohne das physiologisch am hellsten wirkende gelbgrüne Licht nennenswert zu schwächen. Mit dieser Filterung des Lichtes wird also nicht nur die unerwünschte Wärmestrahlung beseitigt, sondern auch die Farbe des künstlichen Lichtes der des Tageslichtes angeglichen.

Ein kugelringförmiger, auf der Wärmeschutzglocke angebrachter Hilfsspiegel erfaßt einen Teil des ungerichtet ausstrahlenden Lichtes und leitet es dem großen Hohlspiegel zu, um dessen Lichtdichte und den Wirkungsgrad der Lampe noch zu erhöhen.

Den Forderungen der Asepsis ist ebenfalls entsprochen. Alle Teile sind abgerundet ohne Kanten und Ecken, in denen sich Staub und Schmutz ansammeln könnte. Äußere bewegliche Teile, wie Drahtseile, Kabel usw., sind vermieden. Um Widerstandsfähigkeit gegen Wasser und Gase zu erzielen, sind alle zugänglichen Teile in Messing ausgeführt und weiß lackiert. Die ganze Konstruktion ist so kräftig gehalten, daß sie jeder sachgemäßen Behandlung standhält. Der große Hohlspiegel ist vollkommen federnd gelagert. Die Abschlußglasscheibe des Lampengehäuses ist durch ein eingeschmolzenes Drahtgitter gegen Splitterung und Herabfallen ge-

[2] H. Hartinger, Die Operations-Spiegellampe „Pantophos" der Zeisswerke in Jena, ein neuer Fortschritt auf dem Gebiet der künstlichen Operationsfeldbeleuchtung. Z. ges. Krankenhauswesen Bd. 24, H. 14, S. 394.

sichert. Die Betriebsicherheit der Pantophos-Spiegellampe, auch sofern sie von der Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit der Glühlampen abhängt, entspricht allen Anforderungen. Man muß nur für eine rechtzeitige Erneuerung der Glühlampen sorgen, z. B. nach je 200 Brennstunden. Wenn trotzdem einmal eine Glühlampe während einer Operation versagt, so kann sie sehr leicht und schnell ausgewechselt werden, wenn man es nicht vorzieht, bei einer Notbeleuchtung etwa mit Spiegelkugellampen die Operation zu beenden.

In dieser kurzen Schilderung der Entwicklung neuzeitlicher Operationsfeldbeleuchtung konnten natürlich Einrichtungen für Sonderzwecke nicht berücksichtigt werden. Die lichttechnischen Anforderungen an solche Beleuchtungen werden auch von den eingangs skizzierten allgemeinen Bedingungen meist erheblich abweichen. So ist z. B. für augenärztliche Operation ein möglichst scharf begrenztes, sehr kleines Leuchtfeld von außerordentlich großer Helligkeit und, mindestens in gewissen Fällen, Schlagschattenbildung erforderlich. Da selbstverständlich eine Einrichtung für allgemeine Operationsfeldbeleuchtung derartiges nicht leisten kann, so müssen für solche Zwecke Sonderkonstruktionen entwickelt werden.

Zur mechanischen Sicherheit von Freileitungsseilen.

Von Dr.-Ing. **A. Fuchs** und Dipl.-Ing. **H. Wiesthaler**, Berlin-Siemensstadt.

Übersicht. **Die zur Zeit geltenden Vorschriften des VDE über die mechanischen Beanspruchungen von Leitungswerkstoffen für Freileitungen werden besprochen, und es wird gezeigt, daß sie nicht mehr dem Stande der heutigen Erkenntnis entsprechen. Einführung des Begriffes der Dauerfestigkeit. Vorschlag für eine Neufassung der Vorschriften. Auswirkung des Vorschlages bei Verwendung der verschiedenen Leitungswerkstoffe.**

Bei Verwendung verschiedener Leitungswerkstoffe muß in erster Linie eine gewisse erforderliche mechanische Sicherheit der Leitungen gewährleistet sein, wenn nicht die Betriebsicherheit der ganzen Freileitungsanlage gefährdet sein soll. Diese mechanische Sicherheit von Freileitungseilen ist einerseits von den physikalischen Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe, anderseits von den höchsten im Betrieb vorkommenden Zugbeanspruchungen abhängig. Die höchsten Zugbeanspruchungen erleiden Freileitungseile im Betrieb durch tiefe Temperaturen, Eisbehänge und Wind. Sie müssen bei Berechnung des Durchhangs so berücksichtigt werden, daß eine ausreichende Sicherheit gegen ein Reißen der Seile vorhanden ist. Die Höhe der notwendigen Sicherheit wird durch die Erfahrung bestimmt, die im Laufe der Jahrzehnte an im Betrieb befindlichen Freileitungen gesammelt werden konnte. Sie ist abhängig von den örtlichen Eislast-Verhältnissen. Wie verschieden diese in Deutschland sind, geht aus den Arbeiten der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen hervor, deren Ergebnisse in einem Merkblatt „Über Eislast auf Leitungen" zusammengefaßt sind[1]. Die Vorschriften für Starkstromfreileitungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker schreiben für die Höchstbeanspruchung von Leitern aus verschiedenen Werkstoffen eine Mindestsicherheit vor, die unter normalen Verhältnissen ausreicht. Die Verschiedenheit der örtlichen Verhältnisse wird nur insoweit berücksichtigt, als für Gegenden, in denen erfahrungsgemäß im Mittel höhere Eislasten auftreten, die Mindestsicherheit durch Herabsetzung der Höchstbeanspruchung oder durch andere Maßnahmen zu erhöhen ist. Dadurch werden Betriebstörungen durch starke Belastungen in den Wintermonaten nach Möglichkeit ausgeschlossen. Die durch die Vorschrift so festgelegte Mindestsicherheit muß aber auch in allen Gebieten, auf die sich die Vorschrift erstreckt, die wirtschaftlichste Ausnutzung der verschiedenen Leiterbaustoffe in mechanischer Hinsicht gestatten. Es ist dies eine Forderung, die im Interesse unserer Volkswirtschaft erfüllt werden muß.

Wie entsprechen die VDE-Vorschriften der Forderung „ausreichende Mindestsicherheit bei wirtschaftlichster Ausnutzung der mechanischen Eigenschaften der Baustoffe"?

Nach den VDE-Vorschriften — Stand vom 1. I. 1928 — soll die auftretende Höchstzugspannung, die der Durchhangsberechnung zugrunde zu legen ist, bei normalen Baustoffen, und zwar bei eindrähtigen Kupferleitern nicht mehr als 12 kg/mm², bei Kupferseilen nicht mehr als 19 kg/mm², bei Aluminium nicht mehr als 9 kg/mm² betragen. Diese Höchstzugspannung darf sowohl bei — 20° als auch bei — 5° und Zusatzlast nicht überschritten werden, wobei die Zusatzlast mit $180\sqrt{d}$ in Gramm/Meter Seillänge in Richtung der Schwerkraft wirkend angenommen wird; d bedeutet dabei den Leitungsdurchmesser in Millimeter. Als Sicherheit des Leiters gegen ein Reißen im Betrieb ist dabei das Verhältnis der zugelassenen Höchstzugspannung zur Bruchfestigkeit des Leiters angenommen. Für ein Kupferseil wäre diese Sicherheit also 40 : 19, also eine 2,1fache, entsprechend einer Bruchfestigkeit des Kupfers von 40 kg/mm², für ein Aluminiumseil 18 : 9, d. h. eine 2fache, entsprechend einer Bruchfestigkeit des Aluminiums von 18 kg/mm². Gäbe dieses Verhältnis tatsächlich ein eindeutiges Maß, so müßte die mechanische Sicherheit einer mit Aluminiumseil belegten Freileitung nahezu die gleiche sein wie die einer mit Kupferseil ausgerüsteten. Die an verlegten Strecken gemachten Erfahrungen scheinen jedoch das Gegenteil zu beweisen. Aluminiumleitungseile zeigen verschiedentlich infolge strenger Winter und der damit verbundenen hohen Eislasten bleibende Durchhangsvergrößerungen; auch kommen vereinzelt Seilbrüche vor, während unter den gleichen Verhältnissen an Kupferleitungen derartige Erscheinungen bis jetzt nicht beobachtet werden konnten.

Wie schon B ü r k l i n in einem Aufsatz über die mechanische Sicherheit von Freileitungseilen aus Aluminium und Stahlaluminium nachweist[2], ist die wirkliche Sicherheit von Seilen aus verschiedenen Werkstoffen bei Einhaltung der oben genannten VDE-Vorschriften eine verschiedene. Bürklin nimmt diejenige Zusatzlast als ein Maß für die mechanische Sicherheit der Leiterseile an, bei der die Bruchlast des Seiles erreicht wird. Er sieht diese Zusatzlast für die Beurteilung der Sicherheit als allein maßgebend an und kommt auf Grund aufgestellter Berechnungen zu dem Ergebnis, daß der so errechnete Sicherheitsgrad von dem im allgemeinen als Sicherheitsgrad bezeichneten Verhältnis zwischen der Bruchlast des Leiters und der Zugspannung bei der normalen Zusatzlast wesentlich verschieden ist.

Bei der Berechnung nach Bürklin wird angenommen, daß jede Zusatzlast bei derselben Temperatur, nämlich bei — 5°, auftritt. Es ist zweckmäßig, da die Zusatzlast vom Seildurchmesser abhängig ist, die errechnete Höchstzusatzlast, die also das Seil bis zur Bruchgrenze beanspruchen würde, als Vielfaches der einfachen $180\sqrt{d}$ darzustellen. Für Seile aus verschiedenen Werkstoffen entsprechend einem Kupferquerschnitt von 95 mm² ergibt sich dann bei 200 m Spannweite für ihre mechanische Sicherheit das durch Zahlentafel 1 dargestellte Bild. Ein Vergleich der Sicherheit gegen Bruch nach VDE mit dem Sicherheitsgrad nach Bürklin zeigt schon die Verschiedenheit, die durch die Berechnung von Freileitungsanlagen nach den derzeit in Kraft stehenden VDE-Vorschriften hinsichtlich der mechanischen Sicherheit der Leiterseile besteht. Er zeigt ferner, wie ungleich die Festigkeitseigenschaften der einzelnen Werkstoffe ausgenutzt werden.

Entsprechend den neuesten Forschungsergebnissen sind diese Überlegungen auf die Dauerfestigkeit der Werkstoffe auszudehnen. Die wirkliche mechanische Sicherheit eines Freileitungseiles ist von der Zusatzlast abhängig, bei der die Dauerfestigkeit des Werkstoffes erreicht wird, aus dem das Seil hergestellt ist. Die folgenden Darlegungen sollen dies erläutern.

Auftretende Zugbeanspruchungen können durch zwei Größenangaben gekennzeichnet werden: 1. durch die Höhe des Zuges, 2. durch die Zeitdauer seiner Einwirkung. Der Bruch selbst ist eine Funktion dieser beiden Größen. Diese Tatsache ist allgemein bekannt und wird auch vom VDE in seinen Vorschriften bereits berücksichtigt. Es wird bei Festigkeitsangaben z. B. in DIN VDE 8200 eine Zuglast

---

[1] Elektrizitätswirtsch. Bd. 6. S. 91.

[2] ETZ 1927, S. 355.



Zahlentafel 1. Mechanische Sicherheiten von Freileitungseilen nach Bürklin für Seile entsprechend 95 mm² Kupfer bei einer Spannweite von 200 m.

Werkstoff	Seilkonstruktion	Max. Spannung bei —5° + Zusatzlast nach VDE	Bruchlast kg/mm²
Kupfer	2,5 × 19 = 93,3	19	40
Aluminium	2,25 × 37 = 147	9	18
Stahlaluminium	Stahl 2,2 × 7 = 26,6 Al. 2,75 × 26 = 154,4	11	28,9 nach Bürklin
Bronze	2,25 × 37 = 147	25,6	64
Aldrey*	2,42 × 37 = 170	12,6	31,5

	Sicherheit gegen Bruch nach VDE	Vielfache Zusatzlast bis zur Bruchlast	Sicherheitsgrad nach Bürklin für Kupfer = 2,1 gesetzt
Kupfer	2,1	6,25	2,1
Aluminium	2	4,05	1,36
Stahlaluminium	2,62	8,75	2,94
Bronze	2,5	17,9	6,01
Aldrey	2,5	10,4	3,50

* Über Aldrey siehe: Schweiz. Bauzg. Bd. 87, S. 323. Z. Metallk. Bd. 19, S. 361 u. 459. Elektrizitätswirtsch. Bd. 27, S. 91. ETZ 1928, S. 126 u. 684.

vorgeschrieben, die mindestens 1 min wirken soll, ohne zum Bruch zu führen. Diese Zuglast ist kleiner als die Höchstzuglast, die der Draht bei schnellsteigender Belastung bis zum Bruch aushält. Mit verlängerter Einwirkungszeit wird die zum Reißen notwendige Belastung immer kleiner, bis sie schließlich einen Mindestwert annimmt. Man kommt so zu dem Begriff der statischen Dauerzugfestigkeit als derjenigen Zuglast in kg/mm², bei der bei unendlich langer Einwirkungszeit kein Bruch erfolgt.

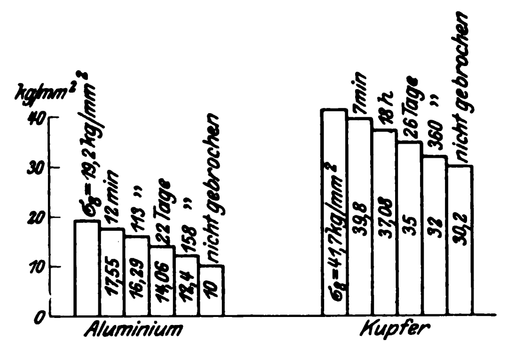


Abb. 1. Seilfestigkeit in Abhängigkeit von der Belastungszeit.

Welter[3] hat in letzter Zeit den Einfluß längerer statischer Belastungen auf die Höhe der Bruchfestigkeit im unter- und überelastischen Bereich von Nichteisenmetallen durch Versuche studiert. Aus den Welterschen Versuchen geht hervor, daß sämtliche Metalle und Legierungen gegen Dauerbelastung nicht völlig widerstandsfähig sind. Bei Dauerbeanspruchungen bis herab zur Streckgrenze versagten z. B. besonders die reinen Metalle, wie Kupfer und Aluminium. Eine statische Dauerzugfestigkeit an der Elastizitätsgrenze und zum großen Teil auch darüber kann auf Grund der Versuche wohl als sicher angesehen werden. Vor allem aber beweisen die Welterschen Versuche wieder, wie wichtig es ist, die Prüfung von Werkstoffen so durchzuführen, daß sie sich den tatsächlichen praktischen Bedingungen der Verwendung angleicht. Besonders im Hinblick auf Werkstoffe, über die für einen bestimmten Verwendungszweck noch keine praktischen Erfahrungen vorliegen, können derartige Prüfungen ein Urteil für ihre Brauchbarkeit geben.

Zum besseren Verständnis sind in Abb. 1 einige Versuchsergebnisse über Dauerbelastung an Kupfer- und Aluminiumseilen dargestellt. Es ist daraus deutlich zu ersehen, welchen großen Einfluß die Zeit auf die Zugfestigkeit hat. Eine Berücksichtigung des Einflusses der Zeit auf die Festigkeitseigenschaften von Freileitungseilen, bei Festlegung der Höchstbelastung für die Durchhangsberechnung und bei Beurteilung des mechanischen Sicherheitsgrades, ist nach alledem wohl unerläßlich. Die Definition des Begriffes der Dauerfestigkeit ist dabei natürlich von der längsten Zeitdauer abhängig, bei der eine Einwirkung der höchsten Belastung im Betrieb voraussichtlich zu erwarten ist. Die höchste Zugbeanspruchung wird durch Eisbehang hervorgerufen. Es ist allgemein bekannt, daß Eisbehänge den errechneten Wert nach der Formel $180\sqrt{d}$ weit übersteigen können. Die Lebensdauer einer Freileitung dürfte mit 30 Jahren nicht zu lang bemessen sein. In einem Jahr könnten als durchschnittliche Zeit, mit der eine Freileitung in Deutschland durch Rauhreif mit der größten auftretenden Last beansprucht wird, etwa zehn Tage angenommen werden. Hieraus würde sich für die oben angenommene Lebensdauer der Anlage von 30 Jahren eine Belastungsdauer von 300 Tagen ergeben. Deshalb könnte der Begriff der Dauerfestigkeit für Freileitungswerkstoffe in Übereinstimmung mit den im Betrieb vorliegenden Verhältnissen wie folgt festgelegt werden: Als Dauerfestigkeit gilt diejenige Höchstbelastung, die ein Freileitungswerkstoff in Form von Draht ein Jahr lang aushalten muß. Wird die Dauerfestigkeit eines Werkstoffes entsprechend dieser Definition bestimmt, ist der erhaltene Wert den Betriebsverhältnissen weitgehend angeglichen und gibt ein gutes Maß zur Beurteilung seiner Verwendbarkeit. Für Abnahmeprüfungen ist dieser Versuch natürlich nicht brauchbar. Das ist aber auch nicht notwendig, da ein bestimmter Werkstoff mit einer garantierten Zugfestigkeit, im Normal-Zerreißversuch ermittelt, und sonst gleichen physikalischen Eigenschaften immer die gleiche Dauerfestigkeit entsprechend obiger Definition hat.

[3] Z. Metallk. Bd. 18, S. 75 u. 171; Bd. 20, S. 51.

Man könnte auch daran denken, die Streckgrenze oder die Elastizitätsgrenze statt der Dauerfestigkeit als Materialkonstante zur Bestimmung der mechanischen Sicherheit von Freileitungswerkstoffen zu wählen. Gegenüber der Streckgrenze hat die Dauerfestigkeit nach der oben angegebenen Definition den Vorteil, daß ihre Bestimmung der praktischen Beanspruchung angepaßt ist, daß also aus der Dauerfestigkeit unmittelbar ein Schluß auf das praktische Verhalten des Werkstoffes bei seiner Verwendung zu ziehen ist; die Streckgrenze dagegen als diejenige Spannung in kg/mm², bei der die bleibende Dehnung den Wert von 0,2 ... 0,5 % erreicht, sagt über das Verhalten des Werkstoffes bei der Verwendung nichts aus. Als Elastizitätsgrenze wird diejenige Spannung in kg/mm² angenommen, bei der die bleibende Dehnung den Wert 0,001 % erreicht. Ebenso wie bei der Streckgrenze ist ihre Beziehung zur praktischen Verwendung nicht eindeutig. Es ist überhaupt fraglich, ob eine Elastizitätsgrenze im reinen Sinne des Wortes vorhanden ist. Denn je genauer man die Elastizitätsgrenze zu erfassen sucht, desto mehr verschwindet sie[4]. Die Dauerfestigkeitsgrenze dagegen ist bei den Freileitungswerkstoffen als eine bestimmte, von Null deutlich verschiedene Spannung nach der früher gegebenen Definition in Übereinstimmung mit der Betriebsbeanspruchung zu bestimmen. Auch den Vorteil einer Materialkonstante, deren Bestimmung als laufende Abnahmeprüfung möglich wäre, geben weder die Streckgrenze noch die Elastizitätsgrenze.

Die Zahlentafel 2 bringt als Erweiterung der Zahlentafel 1 die Vergleichsmöglichkeit des Sicherheitsgrades

Zahlentafel 2. Mechanische Sicherheiten von Freileitungseilen nach Dauerfestigkeit für Seile entsprechend 95 mm² Kupfer bei einer Spannweite von 200 m.

Werkstoff	Seilkonstruktion	Max. Spannung bei —5° + Zusatzlast nach VDE	Bruchlast kg/mm²
Kupfer	2,5 × 19 = 93,3	19	40
Aluminium	2,25 × 37 = 147	9	18
Stahlaluminium	Stahl 2,2 × 7 = 26,6 Al. 2,75 × 26 = 154,4	11	28,9 nach Bürklin
Bronze	2,25 × 37 = 147	25,6	64
Aldrey	2,42 × 37 = 170	12,6	31,5

	Sicherheit gegen Bruch nach VDE	Vielfache Zusatzlast bis zur Bruchlast	Sicherheitsgrad nach Bürklin für Kupfer = 2,1 gesetzt
Kupfer	2.1	6,25	2,1
Aluminium	2	4,05	1,36
Stahlaluminium	2,62	8,75	2.94
Bronze	2,5	17,9	6,01
Aldrey	2,5	10,4	3,50

	Dauerfestigkeit kg/mm²	Verhältnis Dauerfestigkeit zu max. Spannung	Vielfache Eislast bis zur Dauerfestigkeit	Sicherheit nach Dauerfestigkeit für Kupfer = 2,1 gesetzt
Kupfer	34	1,79	4,55	2,1
Aluminium	12	1,33	1,89	0,87
Stahlaluminium	(23) 15,4	(2,09) 1,4	(5,78) 2,54	(2,67) 1,19
Bronze	52	2,03	11,75	5.41
Aldrey	26	2,06	7,3	3,37

[4] Vgl. Z. VDI Bd. 72, S. 539



nach der Dauerfestigkeit mit dem nach der Bruchfestigkeit errechneten. Die für Dauerfestigkeit eingesetzten Werte wurden entsprechend der gegebenen Definition durch Versuche bestimmt. Die Dauerfestigkeit liegt danach im allgemeinen zwischen der Elastizitätsgrenze und der Streckgrenze. Ihr Wert ist für alle in Frage kommenden Baustoffe eindeutig; nur die Festlegung der Dauerfestigkeit von Stahlaluminiumseilen ist schwierig. Man bekommt zwar eine Höchstbelastung, die ein Jahr lang ohne ein Reißen des Seiles getragen werden kann. Es würde aber bei Belastungen schon weit unter dieser Grenze das Aluminium über seine Streckgrenze beansprucht werden und ganz erhebliche bleibende Dehnungen erfahren, während der Stahlkern erst elastisch beansprucht wird. Die Folge könnte eine Lockerung der Aluminiumdecklage bei einem Rückgang der Belastung sein sowie eine Störung des gesamten mechanischen Gleichgewichts bei den aus zwei so verschiedenen Werkstoffen zusammengesetzten Seilen. Man muß daher, um diese mögliche schädliche Einwirkung an Stahlaluminiumseilen zu vermeiden, die Belastung als Dauerfestigkeit annehmen, bei der die Aluminiumdecklage bis zu ihrer Dauerfestigkeit beansprucht wird. Das wäre also bei den genormten Seilen 15,4 kg/mm², wie leicht rechnerisch zu ermitteln ist. Die Berechnung erfolgt nach den in dem Aufsatz von Bürklin[5] angegebenen Formeln.

Die Abb. 2 bis 4 zeigen die mechanische Sicherheit von Freileitungseilen gegen die Bruchfestigkeit, ausgedrückt durch die vielfache Eislast bis zum Bruch. Zum Vergleich dazu sind in den Abb. 5 bis 7 die vielfachen Eislasten bis zur Dauerfestigkeit gegeben. Unberücksichtigt geblieben ist dabei der Einfluß der kritischen Spannweite. Der Berechnung sind die derzeit geltenden VDE-Vorschriften für die Höchstbeanspruchung bei — 5 ° + Zusatzlast zugrunde gelegt (s. a. Zahlentafel 2). Die Sicherheit nach der Dauerfestigkeit ist natürlich im allgemeinen geringer als die nach der Bruchfestigkeit. Ihre Erniedrigung ist entsprechend dem ungleichen Verhältnis der Dauerfestigkeit zur Bruchfestigkeit für die einzelnen Werkstoffe eine verschiedene. Besonders zeigt dies der Vergleich der Kurven für Bronze und Aluminium. In den Kurven drückt sich auch der Einfluß der Formel $180\sqrt{d}$ bzw. der Einfluß

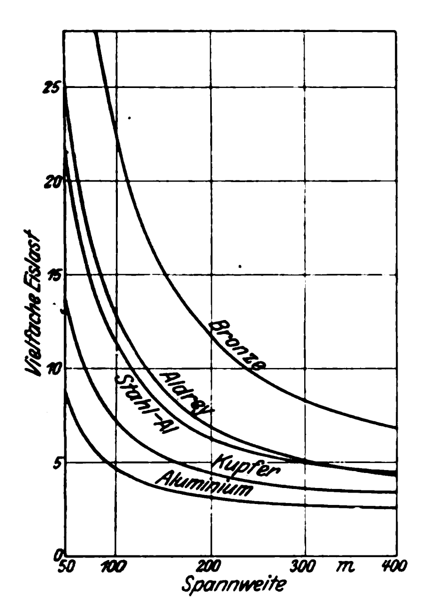


Abb. 2. Mechanische Sicherheit gegen Bruchfestigkeit für Seile entsprechend 50 mm² Kupfer.

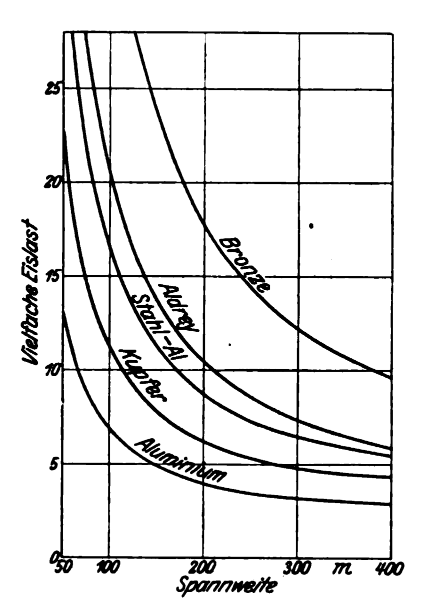


Abb. 3. Mechanische Sicherheit gegen Bruchfestigkeit für Seile entsprechend 95 mm² Kupfer.

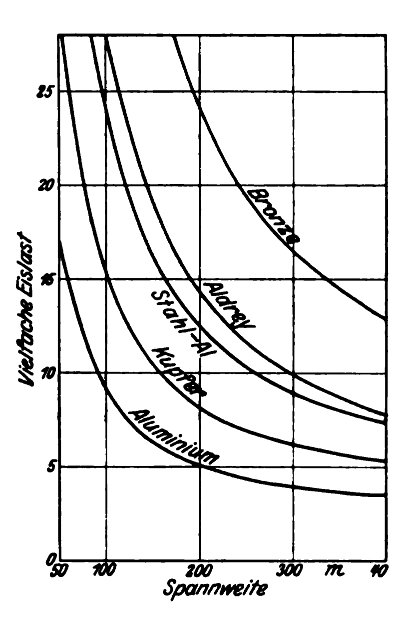


Abb. 4. Mechanische Sicherheit gegen Bruchfestigkeit für Seile entsprechend 150 mm² Kupfer.

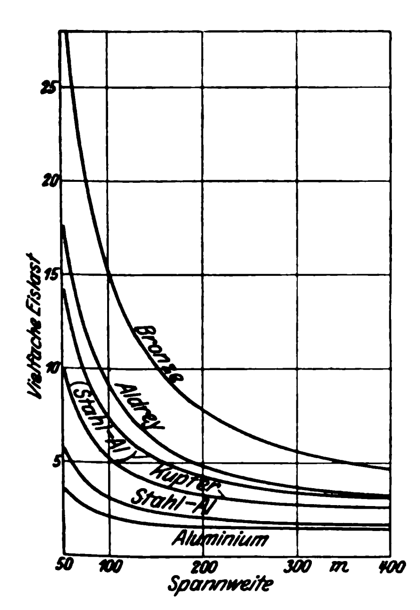


Abb. 5. Mechanische Sicherheit gegen Dauerfestigkeit für Seile entsprechend 50 mm² Kupfer.

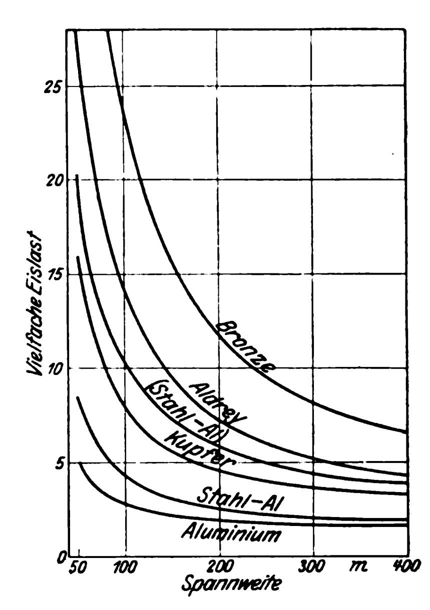


Abb. 6. Mechanische Sicherheit gegen Dauerfestigkeit für Seile entsprechend 95 mm² Kupfer.

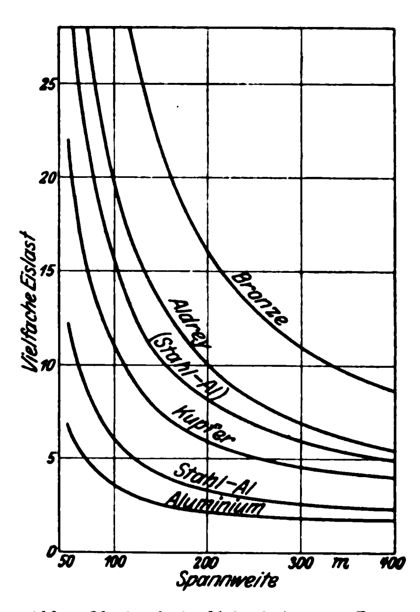


Abb. 7. Mechanische Sicherheit gegen Dauerfestigkeit für Seile entsprechend 150 mm² Kupfer.

[5] ETZ 1924, S. 1143.

der verschiedenen Querschnitte aus. Weiter sieht man, daß die Erfahrung „größere Sicherheit bei kurzen Spannweiten" ihre Erklärung findet.

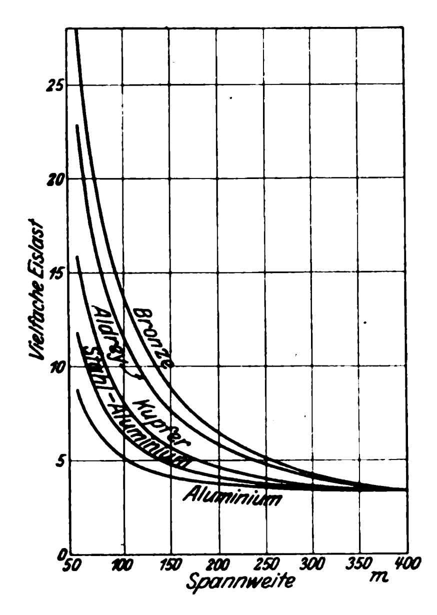


Abb. 8. Mechanische Sicherheit gegen Dauerfestigkeit für Seile entsprechend 95 mm² Kupfer. Höchstbeanspruchung entsprechend gleicher Sicherheit gewählt.

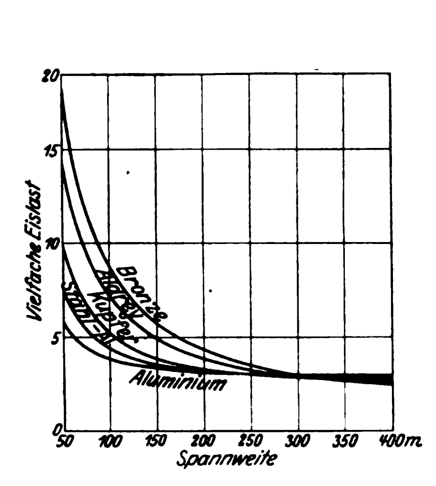


Abb. 9. Mechanische Sicherheit gegen Dauerfestigkeit für Seile entsprechend 50 mm² Kupfer. Höchstbeanspruchung entsprechend gleicher Sicherheit gewählt.

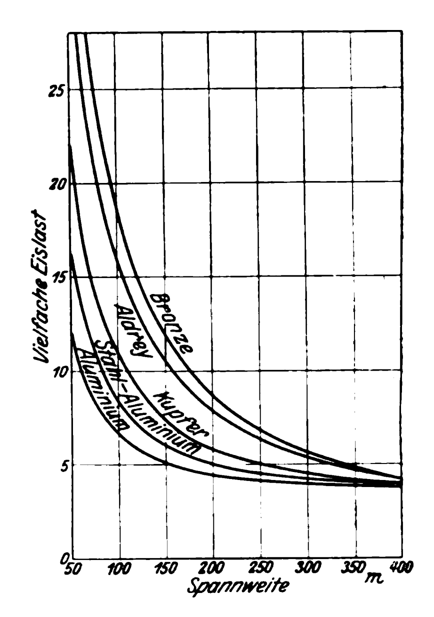


Abb. 10. Mechanische Sicherheit gegen Dauerfestigkeit für Seile entsprechend 150 mm² Kupfer. Höchstbeanspruchung entsprechend gleicher Sicherheit gewählt.

Das Ziel, die verschiedenen Leitungswerkstoffe wirtschaftlich voll auszunutzen, stellt nun die Aufgabe, die Höchstbeanspruchung bei $-5°$ + Zusatzlast so festzulegen, daß sich gleiche Sicherheiten ergeben. Die für die verschiedenen Werkstoffe aufgestellten Sicherheitskurven müßten sich also bei vollkommener Lösung der Aufgabe decken. Um dies zu erreichen, müßte man für jeden Querschnitt und für jede Spannweite von allen Seilen aus den gegebenen Werkstoffen verschiedene Höchstbeanspruchungen festlegen. Praktisch ist dies nicht durchführbar. Wohl aber kann man eine sinngemäße Annäherung der Kurven erreichen. Abb. 8 zeigt dies, dargestellt für 95 mm² kupferäquivalente Seilquerschnitte, wobei die Kupferkurve als Norm angenommen wurde. Die sich ergebenden Höchstbeanspruchungen bei $-5°$ + Zusatzlast wären:

für Kupfer	19	kg/mm²
„ Aluminium	5	„
„ Stahlaluminium	7,3	„
„ Bronze	41,5	„
„ Aldrey	15,9	„

Die Abb. 9 und 10 zeigen die Sicherheit gegen die Dauerfestigkeitsgrenze nach den genannten Höchstbeanspruchungen, gerechnet für 50 und 150 mm² kupferäquivalente Seilquerschnitte. Auch hier ist die Deckung der Sicherheitskurven eine sinngemäße.

Die Konstruktionen der verglichenen Seile gibt die Zahlentafel 3 an. Für die Berechnung der Querschnitte ist als Leitfähigkeit des Aluminiums 35 m/Ω mm² bei 20° angenommen worden[6]. Den untersuchten Bronzeseilen wurde die Bz. II nach DIN VDE 8300, Blatt 1 mit 36 m/Ω mm² Leitfähigkeit zugrunde gelegt. Die Stahlaluminium-Querschnitte wurden entsprechend der Erhöhung der Leitfähigkeit des Reinaluminiums nach Zahlentafel 4 eingesetzt. Die für die Berechnungen gewählten

(Forts. S. 1710.)

[6] Vgl. ETZ 1928, S. 116.

Zahlentafel 4.
Stahlaluminiumseile für Starkstrom-Freileitungen.

Seil-Nr.	Gesamtquerschnitt mm²	Seil-Dmr. mm	Gewicht kg/1000 m	Querschnittsverhältnis Al./Ku.	Al./St.
35	65,3	10,6	von 211 bis 256	1,64	5,72
50	95,8	12,8	„ 314 „ 370	1,67	5,79
70	132,2	15,0	„ 436 „ 508	1,71	5,81
95	181,0	17,6	„ 603 „ 689	1,66	5,80
120	223,0	19,6	„ 742 „ 852	1,62	5,76
150	284,7	22,1	„ 951 „ 1077	1,65	5,84
185	346,0	24,4	„ 1166 „ 1306	1,62	5,77
240	461,1	28,1	„ 1534 „ 1739	1,63	6,01

Seil Nr.	Stahlseil: Drähte Anzahl	Stahlseil: Drähte Dmr. mm	Stahlseil: Seil Dmr. mm	Stahlseil: Seil Querschnitt mm²	Aluminiummantel: Drähte Anzahl	Aluminiummantel: Drähte Dmr. mm	Aluminiummantel: Seil Drahtlagen-Anzahl	Aluminiummantel: Seil Querschnitt mm²
35	7	1,33	3,99	9,72	26	1,65	2	55,[illegible]
50	7	1,6	4,80	14,1	26	2,0	2	81,[illegible]
70	7	1,88	5,64	19,4	26	2,35	2	112,8
95	7	2,2	6,6	26,6	26	2,75	2	154,4
120	7	2,45	7,35	33,0	26	3,05	2	190,0
150	7	2,75	8,25	41,6	26	3,45	2	243,1
185	7	3,05	9,15	51,1	26	3,8	2	294,9
240	19	2,1	10,5	65,8	26	4,4	2	395,3

Zahlentafel 3. Konstruktion der verglichenen Seile.

Werkstoff	Effektiver Seilquerschnitt mm²	Äquivalenter Kupferquerschnitt mm²	Drahtzahl	Draht-Dmr. mm	Seil-Dmr. mm	Spez. Gewicht	Elastizitätsmodul kg/mm²
Kupfer	48,3	50	19	1,8	9	8,9	13 000
Aluminium	80	50	19	2,32	11,6	2,7	6 000
Stahlaluminium	14,1 + 81,7	50	7 + 26	1,6 + 2,0	12,8	3,5	7 450
Bronze	80	50	19	2,32	11,6	8,9	13 000
Aldrey	89,6	50	19	2,45	12,2	2,7	6 400
Kupfer	93,3	95	19	2,5	12,5	8,9	13 000
Aluminium	147	95	37	2,25	15,7	2,7	6 000
Stahlaluminium	26,6 + 154,4	95	7 + 26	2,2 + 2,75	17,6	3,5	7 450
Bronze	147	95	37	2,25	15,7	8,9	13 000
Aldrey	170	95	37	2,42	16,9	2,7	6 400
Kupfer	147	150	37	2,25	15,7	8,9	13 000
Aluminium	242	150	61	2,25	20,3	2,7	6 000
Stahlaluminium	41,6 + 243,1	150	7 + 26	2,75 + 3,45	22,1	3,5	7 450
Bronze	227	150	37	2,8	19,6	8,9	13 000
Aldrey	270	150	37	3,05	21,4	2,7	6 400

Zahlentafel 5. Dehnungs- und Elastizitätszahlen des Kupferseiles.

Mittlerer Drahtdurchmesser $d = 2{,}110$ mm, Mittlerer Drahtquerschnitt $f = 3{,}497$ mm² — Seildurchmesser $D = 10{,}7$ mm, Versuchslänge $L = 665$ cm bei Seil 1; 681 cm bei Seil 2 — Seilquerschnitt $F = \varepsilon f = 66{,}44$ mm² — Meßlänge $l = 600$ cm, Nullast $P_0 = 400$ kg — Spannung $\sigma_0 = 6{,}0$ kg/mm²

Seilabschnitt Nr.	Last P in kg	600		800		1000			1200			1400		1600		1800			2000			2200			
	Spannung σ in kg/mm²	9,0		12,0		15,1			18,1			21,1		24,1		27,1			30,1			33,1			
	Belastung Nr.	1	2	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4
1	Dehnung in % bei und nach den übergeschriebenen Lasten P in kg und Spannungen σ in kg/mm² — Gesamt ε	0,028	0,025	0,058	0,055	0,087	0,088	—	0,123	0,118	0,122	0,153	0,155	0,193	0,195	0,235	0,248	0,250	0,287	0,295	0,297	0,357	0,367	0,370	0,377
	Federnd ε'	0,026	0,023	0,056	0,053	0,079	0,081	—	0,108	0,103	0,107	0,128	0,130	0,153	0,155	0,168	0,175	0,177	0,200	0,202	0,204	0,224	0,225	0,223	0,230
	Bleibend ε''	0,002	—	0,002	—	0,008	—	—	0,015	0,015	—	0,025	—	0,040	—	0,067	0,073	—	0,087	0,093	—	0,133	0,142	0,147	—
	Elastizitätsmodul $\frac{\sigma - \sigma_0}{\varepsilon'} \cdot 100$ kg/mm²	12 300		11 000		11 400			11 500			11 700		11 700		12 000			11 900			12 000			
2	Dehnung in % bei und nach den übergeschriebenen Lasten P in kg und Spannungen σ in kg/mm² — Gesamt ε	0,028	0,027	0,057	0,058	0,087	0,092	0,092	0,128	0,128	—	0,163	0,163	0,203	0,207	0,248	0,250	—	0,297	0,300	—	0,370	0,372	—	—
	Federnd ε'	0,028	0,027	0,054	0,055	0,074	0,079	0,079	0,108	0,108	—	0,131	0,131	0,151	0,155	0,181	0,183	—	0,205	0,208	—	0,238	0,240	—	—
	Bleibend ε''	0	—	0,003	—	0,013	0,013	—	0,020	—	—	0,032	—	0,052	—	0,067	—	—	0,092	—	—	0,132	—	—	—
	Elastizitätsmodul $\frac{\sigma - \sigma_0}{\varepsilon'} \cdot 100$ kg/mm²	10 900		11 000		11 400			11 100			11 500		11 800		11 600			11 700			11 300			

Zahlentafel 6. Dehnungs- und Elastizitätszahlen des Aluminiumseiles.

Mittlerer Drahtdurchmesser $d = 2{,}100$ mm, Mittlerer Drahtquerschnitt $f = 3{,}464$ mm² — Seildurchmesser $D = 10{,}6$ mm, Versuchslänge $L = 680$ cm — Seilquerschnitt $F = \varepsilon f = 65{,}82$ mm² — Meßlänge $l = 600$ cm, Nullast $P_0 = 200$ kg — Spannung $\sigma = 3{,}0$ kg/mm²

Seilabschnitt Nr.	Last P in kg	300			400		500				600		700				800		
	Spannung σ in kg/mm²	4,6			6,1		7,6				9,1		10,2				12,2		
	Belastung Nr.	1	2	3	1	2	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	1	2	3
3	Dehnung in % bei und nach den übergeschriebenen Lasten P in kg und Spannungen σ in kg/mm² — Gesamt ε	0,030	0,030	—	0,060	0,062	0,092	0,093	—	—	0,130	0,132	0,167	—	0,173	0,175	0,213	nach 2 min 0,227	0,228
	Federnd ε'	0,027	0,027	—	0,048	0,050	0,070	0,071	—	—	0,095	0,097	0,117	—	0,120	0,122	—	0,147	0,148
	Bleibend ε''	0,003	—	—	0,012	—	0,022	—	—	—	0,035	—	0,050	nach 5 min 0,050	0,053	—	—	0,080	—
	Elastizitätsmodul $\frac{\sigma - \sigma_0}{\varepsilon'} \cdot 100$ kg/mm²	5600			6200		6500				6300		6300				(6200)*		
4	Dehnung in % bei und nach den übergeschriebenen Lasten P in kg und Spannungen σ in kg/mm² — Gesamt ε	0,027	0,030	0,032	0,058	0,062	0,090	0,098	0,100	0,102	0,128	0,132	0,172	nach 2 min 0,182	0,183	—	0,227	nach 2 min 0,235	0,238
	Federnd ε'	0,024	0,027	0,029	0,045	0,049	0,070	0,071	0,073	0,075	0,088	0,092	—	0,125	0,126	—	—	0,148	0,151
	Bleibend ε''	0,003	0,003	—	0,013	—	0,020	0,027	0,027	—	0,040	—	—	0,057	—	—	—	0,087	—
	Elastizitätsmodul $\frac{\sigma - \sigma_0}{\varepsilon'} \cdot 100$ kg/mm²	5400			6500		6200				6800		(6100)				(6100)		

* Wegen des Einflusses der längeren Lastwirkung auf die Dehnungen nicht ohne weiteres mit den vorherstehenden E-Werten vergleichbar und deshalb in ( ) gesetzt.

Zahlentafel 8. Dehnungs- und Elastizitätszahlen des Bronzeseiles.

Mittlerer Drahtdurchmesser $d = 2{,}105$ mm, Mittlerer Drahtquerschnitt $f = 3{,}480$ mm² — Seildurchmesser $D = 10{,}8$ mm, Versuchslänge $L \approx 685$ cm — Seilquerschnitt $F = \varepsilon f = 66{,}12$ mm² — Meßlänge $l = 600$ cm, Nullast $P_0 = 500$ kg — Spannung $\sigma_0 = 7{,}6$ kg/mm²

Seilabschnitt Nr.	Last P in kg	750		1000		1250		1500		1750		2000		2250		2500		2750			3000		
	Spannung σ in kg/mm²	11,3		15,1		18,9		22,7		26,5		30,2		34,0		37,8		41,6			45,4		
	Belastung Nr.	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	1	2	3
7	Dehnung in % bei und nach den übergeschriebenen Lasten P in kg und Spannungen σ in kg/mm² — Gesamt ε	0,033	0,033	0,065	0,065	0,100	0,100	0,133	0,135	0,175	0,175	0,210	0,212	0,255	0,258	0,300	0,305	0,355	nach 2 min 0,365	0,365	0,428	nach 2 min 0,432	0,437
	Federnd ε'	0,033	0,033	0,060	0,060	0,093	0,093	0,120	0,122	0,152	0,152	0,178	0,180	0,208	0,211	0,233	0,238	—	0,273	0,273	—	0,299	0,304
	Bleibend ε''	0	—	0,005	—	0,007	—	0,013	—	0,023	—	0,032	—	0,047	—	0,067	—	—	0,092	—	—	0,133	—
	Elastizitätsmodul $\frac{\sigma - \sigma_0}{\varepsilon'} \cdot 100$ kg/mm²	11 500		12 600		12 200		12 500		12400		12 700		12 600		12 800		(12 500)*			(12 600)*		
8	Dehnung in % bei und nach den übergeschriebenen Lasten P in kg und Spannungen σ in kg/mm² — Gesamt ε	0,032	0,032	0,063	0,065	0,100	0,102	0,135	0,137	0,172	0,173	0,212	0,213	0,255	0,255	0,302	0,303	0,360	—	0,365	0,430	—	0,433
	Federnd ε'	0,030	0,030	0,058	0,060	0,092	0,094	0,120	0,122	0,147	0,148	0,179	0,180	0,208	0,208	0,237	0,238	0,267	—	0,272	0,302	—	0,305
	Bleibend ε''	0,002	—	0,005	—	0,008	—	0,015	—	0,025	—	0,033	—	0,047	—	0,065	—	0,093	—	—	0,128	—	—
	Elastizitätsmodul $\frac{\sigma - \sigma_0}{\varepsilon'} \cdot 100$ kg/mm²	12 600		12 800		12 200		12 500		12800		12 600		12 700		12 700		12 600			12 500		

* Wie Fußnote in Zahlentafel 6

Zahlentafel 7. Dehnungs- und Elastizitätszahlen des Aldreyseiles.

Mittlerer Drahtdurchmesser $d = 2{,}092$ mm Mittlerer Drahtquerschnitt $f = 3{,}437$ mm² Seildurchmesser $D = 10{,}6$ mm Seilquerschnitt $F = \varepsilon f = 65{,}30$ mm²

Seilabschnitt Nr.	Last P in kg		600		800		1000		1200			1400			1600		
	Spannung σ in kg/mm²		9,2		12,3		15,3		18,4			21,4			24,5		
	Belastung Nr.		1	2	1	2	1	2	1		2	1	nach 2 min	2	1	nach 2 min	2
6	Dehnung in % bei und nach den übergeschriebenen Lasten P in kg und Spannungen σ in kg/mm²	Gesamt ε	0,047	0,045	0,093	0,093	0,153	0,153	0,218	—	0,218	0,290	0,303	0,310	0,392	0,407	0,410
		Federnd ε'	0,049	0,047	0,093	0,093	0,143	0,143	0,195	—	0,195	—	0,238	0,245	—	0,295	0,298
		Bleibend ε''	0,002	—	0	—	0,010	—	0,023	—	—	—	0,065	—	—	0,112	—
	Elastizitätsmodul $\frac{\sigma - \sigma_0}{\varepsilon'} \cdot 100$ kg/mm²		6400		6600		6400		6300			(6300)*			(6200)*		
										nach 2 min			nach 2 min			nach 2 min	
9	Dehnung in % bei und nach den übergeschriebenen Lasten P in kg und Spannungen σ in kg/mm²	Gesamt ε	0,050	0,048	0,098	0,098	0,155	0,158	0,217	0,223	0,222	0,292	0,302	0,302	0,395	0,410	0,413
		Federnd ε'	0,050	0,048	0,096	0,096	0,142	0,145	—	0,190	0,189	—	0,240	0,240	—	0,292	0,295
		Bleibend ε''	0	—	0,002	—	0,013	—	—	0,033	—	—	0,062	—	—	0,118	—
	Elastizitätsmodul $\frac{\sigma - \sigma_0}{\varepsilon'} \cdot 100$ kg/mm²		6300		6400		6400		(6500)*			(6400)*			(6300)*		

* Wie Fußnote in Zahlentafel 6.

Elastizitätsmoduln wurden entsprechend der Veröffentlichung des Neuentwurfes der Vorschriften für Starkstromfreileitungslinien (ETZ 1928, S. 1132) angenommen, wobei für Aluminium und Aldrey eine Nachprüfung durch das Staatliche Materialprüfungsamt berücksichtigt wurde. Die Zahlentafeln 5 ... 9 zeigen das Ergebnis dieser Nachprüfung.

von Jahren in einem außerordentlich strengen Winter stundenweise eine höhere Eislast als die zweifache auftreten sollte, würden die Leiter zwar etwas gedehnt werden, doch nicht reißen. Dabei noch einen Unterschied zwischen normalen und nicht normalen Baustoffen zu machen und z. B. für Bronze und Aldrey eine höhere als die hier angegebene Sicherheit vorzuschreiben, wäre bei dem heutigen Stande der Werkstofforschung nicht mehr am Platz. Nach den Vorschriften (Vorschriftenbuch des VDE, 15. Auflage 1928, S. 424) sind als normale Baustoffe für Freileitungen die Metalle anzusehen, deren physikalische Beschaffenheit als völlig erforscht und nur in engen Grenzen als veränderlich gelten kann. Die hier genannten, für den Leitungsbau hauptsächlich in Frage kommenden Werkstoffe sind in ihren Eigenschaften derart durchforscht, daß sie selbst ohne die vorliegende Betriebserfahrung als normal, entsprechend obigen Bedingungen, anzusehen sind. Die mechanischen Eigenschaften eines neuen Werkstoffes können durch die Bestimmung der Dauerfestigkeit als weitestgehend durchforscht gelten. Es wird im allgemeinen bei neuen Werkstoffen nur wegen ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die chemischen und elektrolytischen Einflüsse der Atmosphärilien eine Unsicherheit bestehen, wobei auch hierüber auf Grund ausgedehnter Forschungen und möglicher Schnellversuche bereits ein annähernd richtiges Bild gegeben werden kann. Gegen chemische und elektrolytische Korrosionen bietet aber auch eine höhere mechanische Sicherheit keinen Schutz. Einen Unterschied zwischen normalen und nichtnormalen Baustoffen wie früher aufrecht zu halten würde eine unnütze Hemmung jedes Fortschrittes bedeuten und die langjährige wissenschaftliche Arbeit besonders auf dem Gebiete der Werkstofforschung verneinen. Auch wäre es gegen das Interesse unserer deutschen Volkswirtschaft.

Die Forderung einer zweifachen Sicherheit bis zur Dauerfestigkeit kann bei Kupferseilen als erfüllt gelten, wenn die Höchstbeanspruchung bei $-5° +$ Zusatzlast, die der Durchhangsberechnung zugrunde gelegt wird, 19 kg/mm² nicht überschreitet, und zwar bei allen Querschnitten, unabhängig von der Spannweite. Für 10 mm²-

Zahlentafel 9. Festigkeitszahlen der Seile.

Seilabschnitt Nr.	Werkstoff des Seiles	Seilquerschnitt mm²	Belastung bei rd. 0,03% bleibender Dehnung: Gesamt $P_{0,03}$ kg	Belastung bei rd. 0,03% bleibender Dehnung: Spannung $\sigma_{0,03}$ kg/mm²	Belastung bei rd. 0,2% bleibender Dehnung: Gesamt $P_{0,2}$ kg	Belastung bei rd. 0,2% bleibender Dehnung: Spannung $\sigma_{0,2}$ kg/mm²	Bruchlast: Gesamt P_B kg	Bruchlast: Spannung σ_B kg/mm²	Bruchbeschreibung
1	Kupfer	66,44	1470	22,1	2400	36,1	2700	40,6	Bruch im freien Teil in einem Draht
2	„	66,44	1375	20,7	2400	36,1	2750	41,6	
	Mittel	66,44	1425	21,4	2400	36,1	2725	41,0	—
3	Aluminium	65,82	540	8,2	1020	15,5	1300	19,8	Bruch in der Einspannung in sämtlichen Drähten
4	„	65,82	500	7,6	1000	15,2	1200	18,2	Wie bei 1 und 2
	Mittel	65,82	520	7,9	1010	15,4	1250	19,0	—
6	Aluminiumlegierung ..	65,30	1240	19,0	1760	26,9	2200	33,7	Bruch in der Einspannung in 6 Drähten
9	Aldrey	65,30	1170	17,9	1780	27,3	2125	32,5	Bruch im freien Teil in der Einspannung
	Mittel	65,30	1205	18,5	1770	27,1	2165	33,1	—
7	Bronze	66,12	1900	28,7	3280	49,6	3950	59,7	Wie bei 3
8	„	66,12	1850	28,0	3270	49,4	3930	59,5	Wie bei 3
	Mittel	66,12	1875	28,4	3275	49,5	3940	59,6	—

Die vorher angeführten Höchstbeanspruchungen würden entsprechend ihrer Ableitung annähernd gleiche mechanische Sicherheit gewähren. Sie entsprechen jedoch der zweiten aufgestellten Forderung nicht, in allen Gebieten, auf die sich die Vorschrift erstreckt, eine wirtschaftliche Ausnutzung der verschiedenen Leiterwerkstoffe in mechanischer Hinsicht zu gestatten. Würden die oben genannten Höchstbeanspruchungen als Grundlage für eine Neufassung der VDE-Vorschriften gewählt werden, so könnten Aluminium- und Stahlaluminiumseile im Freileitungsbau als unwirtschaftlich nicht mehr angewendet werden. Das wäre mit der Erfahrung unvereinbar, wonach sich besonders Stahlaluminiumseile in Gegenden, in denen keine übernormalen Eislastbeanspruchungen zu erwarten sind, bis jetzt bewährt haben. Um die hier gewonnene Erkenntnis, wonach die vielfache Eislast bis zur Dauerfestigkeitsgrenze die mechanische Sicherheit von Freileitungseilen bestimmt, für eine Neufassung der VDE-Vorschriften auswerten zu können, ist zuerst folgende Frage zu beantworten:

Welche Mindestsicherheit für Leiter aus verschiedenen Werkstoffen muß eingehalten werden, damit sie unter normalen Verhältnissen ausreicht?

Für den größten Teil Deutschlands, vor allem für den Hauptteil der Norddeutschen Tiefebene, der Niederrheinischen Tiefebene, für Teile Mittel- und Süddeutschlands ist selbst in strengen Wintern kaum eine höhere Eislast zu befürchten als die der Formel $180\sqrt{d}$ entsprechende. Es würde daher für diese Teile eine Höchstbeanspruchung bei $-5° +$ Zusatzlast, die bis zur Erreichung der Dauerfestigkeit noch eine zweifache Eislast zuläßt, eine ausreichende Sicherheit gewähren. Selbst wenn innerhalb

Kupferseile würde sich eine Beschränkung bei 520 m Spannweite ergeben; eine derartige Spannweite kommt jedoch praktisch bei einem Kupferseil so kleinen Querschnittes niemals in Frage. Für Stahlaluminiumseile wäre zur wirtschaftlichen Verwendung wohl eine Höchstzugbeanspruchung von 11 kg/mm² zu wählen. Dabei würde sich bei Seilen unter 240 mm² kupferäquivalentem Querschnitt eine Beschränkung in der Höchstspannweite ergeben, bzw. müßte bei Überschreitung der Grenzspannweite die der Durchhangsberechnung zugrunde zu legende Höchstbeanspruchung heruntergesetzt werden (s. a. Abb. 11). Bei Reinaluminiumseilen wären auch je nach Festlegung der Höchstbeanspruchung die Grenzspannweiten verschieden. In Abb. 12 sind diese in Abhängigkeit vom Seilquerschnitt für Zugspannungen von 7, 8 und 9 kg/mm² dargestellt. Wie aus den Kurven zu ersehen ist, würde bei 8 kg/mm² Höchstzugbeanspruchung noch eine wirtschaftliche Bauweise mit Aluminiumseilen bei für normale Eislastverhältnisse ausreichender Sicherheit möglich sein.

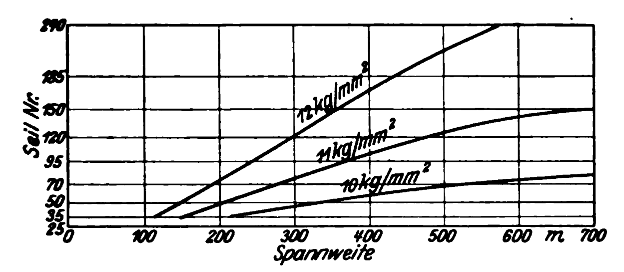


Abb. 11. Grenzspannweiten für Stahlaluminiumseile bei zweifacher Eislast bis zur Dauerfestigkeit.

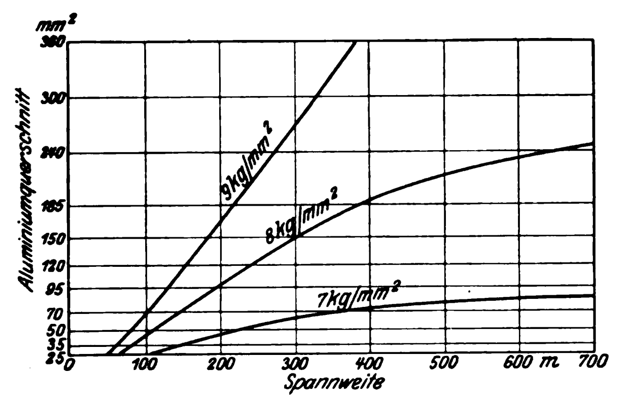


Abb. 12. Grenzspannweiten für Aluminiumseile bei zweifacher Eislast bis zur Dauerfestigkeit.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die mechanische Sicherheit von Freileitungsseilen von der vielfachen Eislast bis zur Dauerfestigkeit abhängig ist. Eine Berücksichtigung dieser Erkenntnis bei Neufassung der VDE-Vorschriften müßte unter Einhaltung der Forderung ausreichender Mindestsicherheit bei wirtschaftlichster Ausnutzung der mechanischen Eigenschaften der Baustoffe erfolgen.

Auf Grund der durchgeführten Berechnungen wäre dem § 7 der Vorschriften für Starkstromfreileitungslinien V.S.F./1929, wie sie in der ETZ 1928, S. 1132, angekündigt sind, folgende Fassung zu geben:

§ 7.

„Bei Verwendung von Leitern in Gegenden, in denen normal keine größeren Zusatzlasten als dem Wert $180\sqrt{d}$ entsprechend zu erwarten sind, sind bei Verwendung von Leitern aus den in § 5 genannten Leitungswerkstoffen die zulässigen Höchstzugspannungen, die der Durchhangsberechnung entsprechend § 9 zugrunde zu legen sind, derartig zu wählen, daß für

eindrähtige Leiter eine vierfache normale Zusatzlast,

und für

verseilte Leiter eine zweifache normale Zusatzlast

den Werkstoff erst bis zur Dauerfestigkeit beansprucht.

Diese Bedingung ist erfüllt, und ein Nachweis kann entfallen, wenn die Höchstzugspannung für

eindrähtige Kupferleiter . . . . 12 kg/mm²

und für

Kupferseile . . . . 19 kg/mm²,
Aluminiumseile . . . . 8 kg/mm²,
Stahlaluminiumseile, die den Bedingungen der §§ 5 a und 6 a entsprechen, auf den Gesamtquerschnitt bezogen . . . . . 11 kg/mm²,

beträgt und bei verseilten Leitern die Spannweiten die in der Zahlentafel 10 angegebenen Werte nicht überschreiten."

Zahlentafel 10. Grenzspannweiten für verseilte Leiter aus verschiedenen Werkstoffen.

Nennquerschnitt* mm²	Grenzspannweiten in m Kupfer	Aluminium	Stahlaluminium
35	unbeschränkt	80	150
50		110	200
70		140	270
95		190	350
120		240	470
150		300	700
185		390	—

* Für Stahlaluminiumseile geben die Zahlen die entsprechenden Seilnummern an.

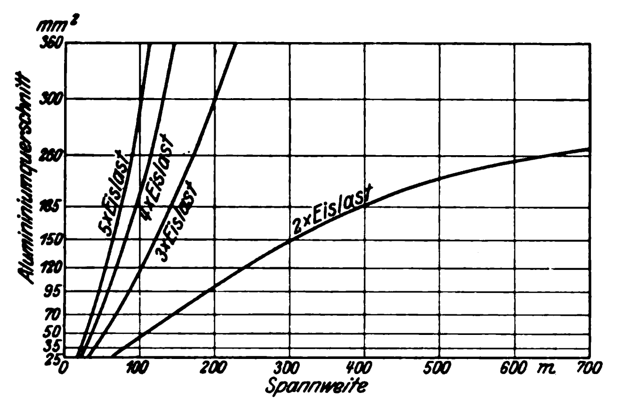


Abb. 13. Grenzspannweiten für Aluminiumseile bei mehrfacher Eislast bis zur Dauerfestigkeit (Höchstbeanspruchung 8 kg/mm²).

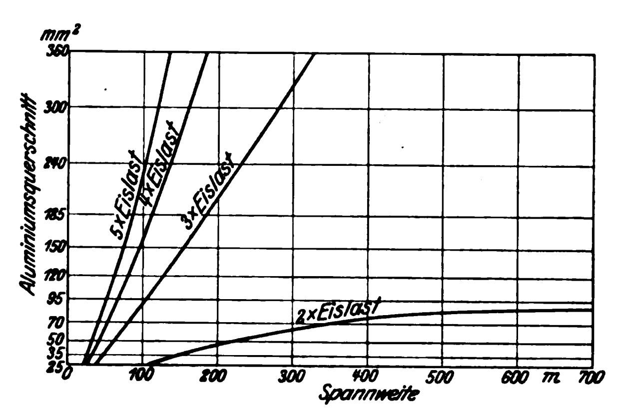


Abb. 14. Grenzspannweiten für Aluminiumseile bei mehrfacher Eislast bis zur Dauerfestigkeit (Höchstbeanspruchung 7 kg/mm²).

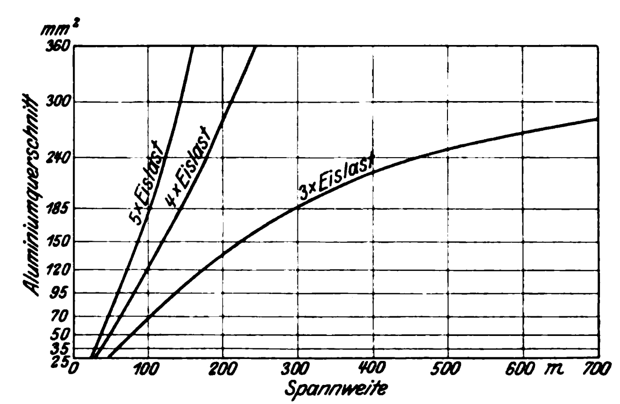


Abb. 15. Grenzspannweiten für Aluminiumseile bei mehrfacher Eislast bis zur Dauerfestigkeit (Höchstbeanspruchung 6 kg/mm²).



Der genannte Entwurf für § 7 gibt also eine Vorschrift für die mechanische Sicherheit in Gegenden, in denen keine höheren Eislasten, als sie der Formel $180 \sqrt{d}$ entsprechen, zu erwarten sind. In diesen Gegenden können alle Leiterwerkstoffe, die derzeit in Frage kommen, wirtschaftlich verwendet werden. Für die Werkstoffe Kupfer, Aluminium und Stahlaluminium ist dabei eine Nachrechnung, ob die vorgeschriebene Sicherheit, die eine 2fache Eislast bis zur Dauerfestigkeit bietet, eingehalten wird, nicht notwendig, wenn die in dem Entwurf genannten Beanspruchungen und Grenzspannweiten nicht überschritten werden. Für die beiden im Entwurf nicht genannten Werkstoffe Bronze und Aldrey, von denen besonders Aldrey in vielen Fällen das Kupfer wirtschaftlich zu ersetzen gestattet[7], ergibt die Rechnung, daß bei Verwendung unter derartigen Eislastverhältnissen beide hinsichtlich der Spannweiten praktisch unbeschränkt sind, wenn die unter normalen Verhältnissen wirtschaftliche Höchstbeanspruchung bei $-5° +$ Zusatzlast bzw. bei $-20°$ der Berechnung der Durchhänge zugrunde gelegt wird. Für die untersuchte Bronze wäre diese wirtschaftliche Höchstbeanspruchung etwa 30 kg/mm², für Aldrey etwa 14 kg/mm².

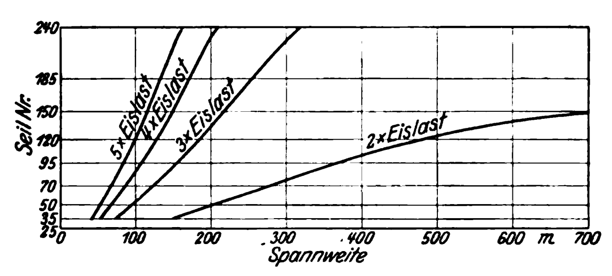


Abb. 16. Grenzspannweiten für Stahlaluminiumseile bei mehrfacher Eislast bis zur Dauerfestigkeit (Höchstbeanspruchung 11 kg/mm²).

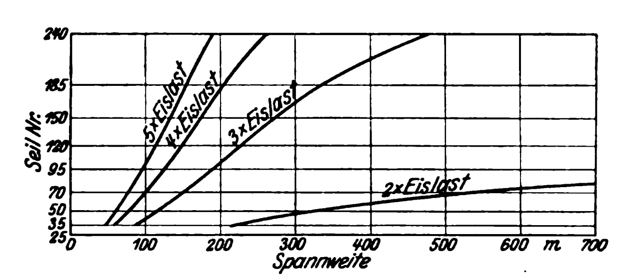


Abb. 17. Grenzspannweiten für Stahlaluminiumseile bei mehrfacher Eislast bis zur Dauerfestigkeit (Höchstbeanspruchung 10 kg/mm²).

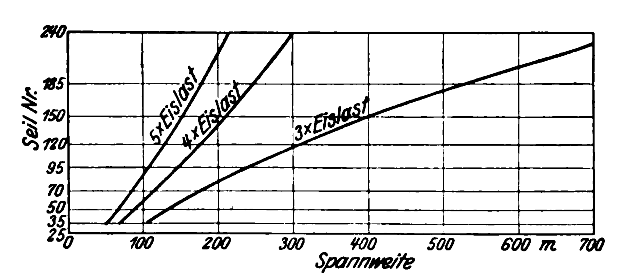


Abb. 18. Grenzspannweiten für Stahlaluminiumseile bei mehrfacher Eislast bis zur Dauerfestigkeit (Höchstbeanspruchung 9 kg/mm²).

Für Gegenden, in denen erfahrungsgemäß höhere als die der Formel $180 \sqrt{d}$ entsprechende Eislasten zu erwarten sind, muß der dadurch auftretenden höheren Beanspruchung der Leiterwerkstoffe durch Einhaltung einer höheren Sicherheit begegnet werden, wie es auch der § 9 d der V.S.F./1929 vorsieht. Es wären dann also die Höchstzugspannungen, die der Durchhangsberechnung zugrunde zu legen sind, derartig zu wählen, daß nicht eine 2fache, sondern je nach den örtlichen Verhältnissen eine 3fache, 4fache, 5fache usw. der normalen Zusatzlast $180 \sqrt{d}$ den Werkstoff erst bis zur Dauerfestigkeit beanspruchen würde, oder es wären die Grenzspannweiten bei gleichen Höchstzugspannungen entsprechend kleiner zu halten. Dadurch verschiebt sich natürlich die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Freileitungswerkstoffe für diese Gebiete zugunsten der mechanisch hochwertigeren Werkstoffe, wie Kupfer, Bronze und Aldrey. Bei diesen kann bei noch nicht übermäßigen Durchhängen auch bei einer höheren Sicherheit mit wirtschaftlichen Spannweiten gebaut werden, während bei Reinaluminium und Stahlaluminium die Durchhänge bzw. die Spannweiten sich ungünstig verschieben würden. Die Abb. 13, 14 und 15 geben für Reinaluminium die Grenzspannweiten bei Höchstzugspannungen von 8, 7 und 6 kg/mm² in Abhängigkeit von den verschiedenen Seilquerschnitten für verschiedene Sicherheitsgrade an; ebenso geben die Abb. 16, 17 und 18 die entsprechenden Höchstspannweiten bei 11, 10 und 9 kg/mm² Höchstzugspannung für die verschiedenen Stahlaluminiumseile. Der Vorteil des Stahlaluminiumseiles gegenüber den Reinaluminiumseilen zeigt sich durch größere Grenzspannweiten bei kleineren Durchhängen. Noch günstiger stellt sich Kupfer, wie aus der Abb. 19 zu ersehen ist, welche die Grenzspannweiten bei 19 kg/mm² Höchstzugspannung bei $-5° +$ Zusatzlast bringt, wobei eine 3fache, 4fache bzw. 5fache Eislast den Werkstoff erst bis zur Dauerfestigkeit beansprucht. Die gleiche wirtschaftliche Bauweise wie Kupfer in Gegenden mit erfahrungsgemäß höherer Eisbeanspruchung gestattet auch Aldrey, für das die Grenzspannweiten in Abb. 20 zusammengestellt sind. In Abb. 21 sind nun noch die entsprechenden Werte für Bronze angegeben, wonach die Bronze besonders für große Tal- und Flußkreuzungen in Rauhreifgebieten der gegebene Leiterwerkstoff

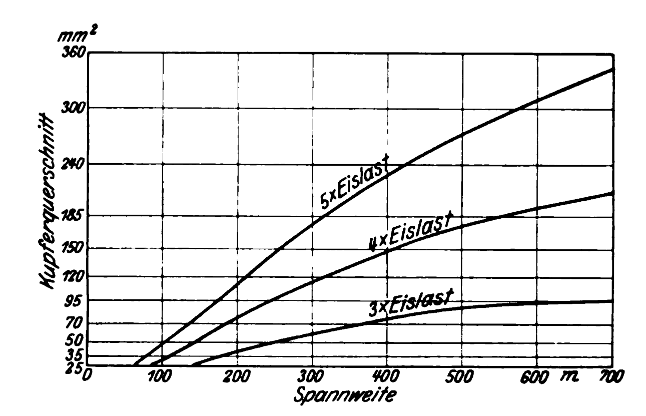


Abb. 19. Grenzspannweiten für Kupferseile bei mehrfacher Eislast bis zur Dauerfestigkeit (Höchstbeanspruchung 19 kg/mm²).

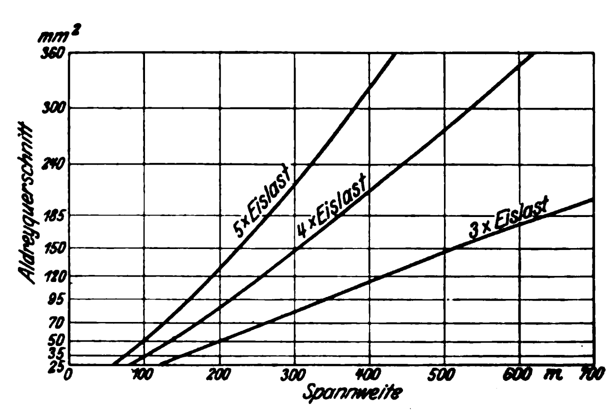


Abb. 20. Grenzspannweiten für Aldreyseile bei mehrfacher Eislast bis zur Dauerfestigkeit (Höchstbeanspruchung 14 kg/mm²).

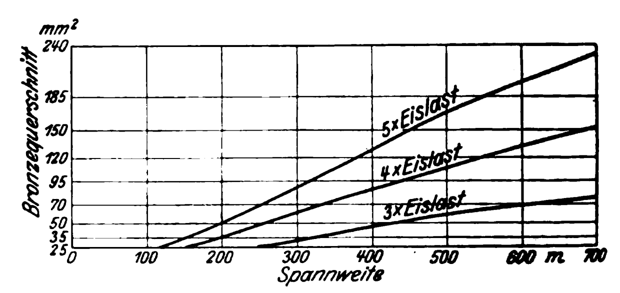


Abb. 21. Grenzspannweiten für Bronzeseile bei mehrfacher Eislast bis zur Dauerfestigkeit (Höchstbeanspruchung 30 kg/mm²).

[7] ETZ 1927, S. 1176.



ist, soweit Kupfer und Aldrey nicht mehr in Frage kommen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß für Gegenden mit normalen Eislastverhältnissen nach dem neuen Vorschlag für die Höchstbeanspruchung bei — 5 ° + Zu-

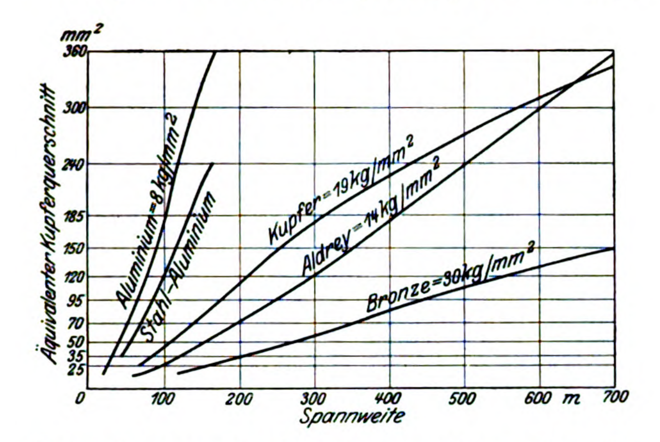


Abb. 22. Grenzspannweiten für Seile aus verschiedenen Werkstoffen bei 5facher Eislast.

satzlast bzw. bei — 20 ° die verschiedenen Leiterwerkstoffe eine wirtschaftliche Bauweise bei ausreichender Sicherheit gestatten. Die Wahl des Leiterwerkstoffes ist also dann von den Verhältnissen abhängig, die sich in der Anlage sonst bei den verschiedenen Werkstoffen ergeben. Dabei ist natürlich die höhere mechanische Sicherheit der hochwertigen Werkstoffe Kupfer, Bronze und Aldrey auch unter normalen Eislastverhältnissen als Vorteil zu berücksichtigen. Kupfer und Aldrey stehen hinsichtlich ihrer mechanischen Sicherheit etwa gleich, auch in durch Rauhreif, Schnee und Wind gefährdeten Gegenden. Bronze wird besonders bei großen notwendigen Spannweiten, dank ihrer hohen Dauerfestigkeit, von Vorteil sein. Die Abb. 22, die die Grenzspannweiten bei 5facher Eislastsicherheit bis zur Dauerfestigkeit in Abhängigkeit vom äquivalenten Seilquerschnitt zeigt, läßt dies leicht übersehen. Für Aldrey selbst wären bei 14 kg/mm² als wirtschaftlichste Höchstzugspannung, die der Durchhangsberechnung bei — 5 ° + Zusatzlast bzw. — 20 ° zugrunde zu legen ist, die in Zahlentafel 11 aufgeführten Grenzspannweiten, je nach

Zahlentafel 11. Grenzspannweiten bei einfachen Eislasten für Aldrey-Seile.

Höchstbeanspruchung bei —5° + Zusatzlast = 14 kg/mm²

Nennquerschnitt mm²	Grenzspannweiten* in m			
	2 f. Eislast	3 f. Eislast	4 f. Eislast	5 f. Eislast
35	unbeschränkt	150	100	75
50		200	125	95
70		255	165	125
95		340	210	155
120		415	255	185
150		490	300	225
185		625	360	260
240		—	440	320
300		—	530	380

* Grenzspannweiten über 700 m sind nicht eingetragen.

den örtlichen Rauhreifverhältnissen, nicht zu überschreiten, um eine ausreichende, dem Kupfer gleiche mechanische Sicherheit der Anlage gewährleistet zu haben.

Konstanthaltung der Drehzahl von Maschinen für Signalzwecke.

Von Dr. **Walter Dornig**, Berlin-Dahlem.

Übersicht. **An Hand von Oszillogrammen wird der Arbeitsvorgang von direkt wirkenden Fliehkraftreglern gezeigt.**

Für viele Zwecke ist eine außerordentlich hohe Konstanz der Drehzahl erforderlich, wie z. B. bei Umformern, deren Frequenzen zum Aussenden von telegraphischen Zeichen verwendet werden. Was bei Radiosendern eine schwankende Welle bedeutet, weiß ja heute jedermann; schon 0,01 % Frequenzänderung merken viele Amateure. Diese Zahl verlangt, daß ein Hochfrequenzumformer bei normal z. B. 3000 U/min nur um maximal 0,3 Umdrehungen schwanken darf. Und das bei normalen Spannungschwankungen des Netzes von ± 10 % und mehr und bei beliebigen Belastungsänderungen zwischen Vollast und Leerlauf! Ganz abgesehen von dem Einfluß der Erwärmung des Motors, der auch nicht vernachlässigbar ist. — Auch für Vielfachtelegraphie auf Kabel, wo mit 10 und mehr Frequenzen mit geringem Abstand voneinander gleichzeitig gearbeitet wird, wird das Verlangen sehr großer Drehzahlgenauigkeit der die verschiedenen Frequenzen liefernden Umformer gestellt. Daß dabei die Drehzahlkonstanthaltung einfach, billig und zuverlässig ohne dauernde Nacharbeit sein muß, ist selbstverständlich; je einfacher, desto praktischer.

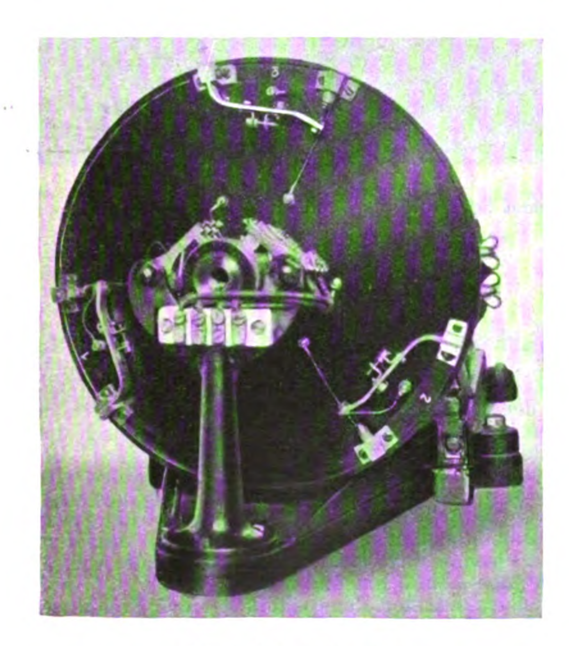


Abb. 1. Fliehkraftregler.

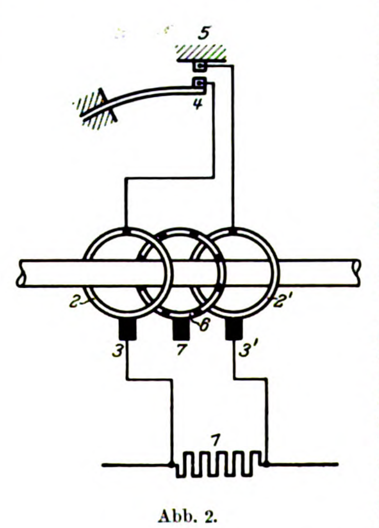


Abb. 2.

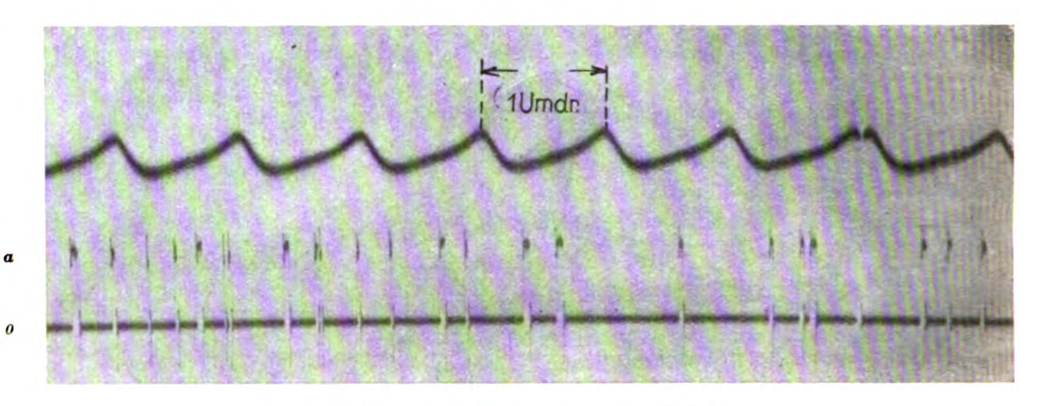
Alle diese Forderungen werden erfüllt durch Fliehkraftregler nach Abb. 1, die schon in der ETZ 1925, S. 417, beschrieben worden sind (der damalige Schaltplan dazu ist allerdings veraltet). In dem ausgeführten Beispiel nach Abb. 1 sind drei starke, mit großem Halbmesser gebogene Stahlfedern zu sehen, die am Ende einen isolierten Kontakt tragen, der bei der gewünschten Drehzahl auf

einen festen Gegenkontakt drückt. Zum genauen Einstellen dienen verschiebbare Gewichte unter den Federn; es könnte selbstverständlich auch der feste Kontakt einstellbar sein. Diese gebogenen Stahlfedern ergeben eine feine elastische Wirkung — im Gegensatz zu geraden Stahlfedern, die weniger elastisch arbeiten und infolge der großen Materialbeanspruchung auf Biegung, besonders an der Einspannstelle, bald Veränderungen unterliegen.

Die Schaltung nach D.R.P. 457490 ist in Abb. 2 angegeben; *1* ist ein Korrektionswiderstand, z. B. im Felde eines Gleichstrom-Nebenschlußmotors, *2* und *2'* sind Schleifringe, denen der Strom durch die Bürsten *3* und *3'* zugeführt wird, *4* ist eine durch Fliehkraft geschleuderte Feder aus starkem Stahl mit Kontakt, und *5* ist ein feststehender Kontakt. Wenn der Motor infolge von Spannungsänderungen, Entlastungen, Feldschwächungen o. dgl. die Tendenz höherer Geschwindigkeit erhält, dann schließen sich die Kontakte, und der Feldwiderstand wird kurzgeschlossen. Der Abstand zwischen den beiden Kontakten ist bei der verlangten geringen Drehzahldifferenz natürlich nur ein ganz geringer; man kann das Arbeiten besser als ein ganz feines Atmen bezeichnen. Es ist klar, daß ein etwa entstehender Funke zwischen den Kontakten das ganze Spiel stört; ein Abbrand oder schon eine rauhe Kontaktfläche darf keinesfalls entstehen. Diesem Zweck dient der als Beispiel gezeichnete aus isolierten Lamellen gebaute kommutatorartige Ring *6* in Abb. 2. Die Lamellen sind abwechselnd an die beiden Schleifringe angeschlossen. Auf diesem kommutatorartigen Ring schleift eine Bürste *7*, die breiter ist als die Lamellenisolation und infolgedessen die Schleifringe bzw. den Widerstand rhythmisch kurzschließt. Bei 3000 U/min und 16 Lamellen sind das 800 Kurzschlüsse in einer Sekunde. Jeder etwa entstandene Funke wird sofort gelöscht. In der Tat zeigen auch derartig ausgeführte Umformer nach monatelangem Laufen noch saubere Kontaktflächen — im Gegensatz zu alten Bauarten, bei denen der Funke relativ lange stehen bleibt, die Kontakte zerstört werden und obendrein die Zeitkonstante der Einwirkung auf den Motor erheblich vergrößert wird.

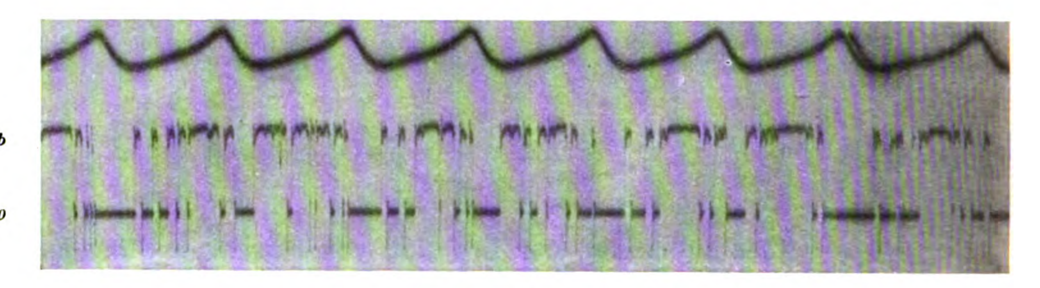
Der kontinuierlich rhythmische Kurzschluß hat natürlich mit dem eigentlichen Regelungsvorgang nicht das geringste zu tun; er stellt nur eine Art Überlagerung dar, die den Mittelwert des Feldstromes beeinflußt. Die Gegenüberstellung ist aus den oszillatorischen Aufnahmen der Abb. 3, 4 und 5 zu 3a, 4a und 5a zu entnehmen. In ersteren wird ohne das rhythmische Kurzschließen gearbeitet, in letzteren mit der Kurzschlußbürste *7*. Die obere Wellenlinie in den Oszillogrammen ist eine Zeitkurve, wobei eine Schwingung gleich einer Umdrehung ist. Die zweite Meßschleife liegt in einer Zuführung vom Widerstand zum Schleifring, also im Kontaktkreis. In Abb. 3 bzw. 3a ist die zugeführte Netzspannung möglichst vermindert, so daß der Kontaktschluß nur relativ selten und kurzzeitig erfolgt, etwa 2 ... 5mal je Umdrehung. Wenn die Netzspannung erhöht wird, demnach die Tendenz zum Schnellerlaufen des Motors besteht, wird nach Abb. 4 bzw. 4a logisch der Kontaktschluß öfters erfolgen und länger dauern. Bei noch höherer Spannung bzw. Entlastung des Motors wird nach Abb. 5 bzw. 5a nur noch ein relativ seltenes und kurzzeitiges Öffnen der Kontakte erfolgen. Bei Spannungs- oder Belastungsänderungen pendelt der Regelungsvorgang zwischen den beiden Extremen der Abb. 3 über Abb. 4 nach Abb. 5 hin und her.

Von irgendeiner Regelmäßigkeit der Kontaktschlüsse ist selbst bei konstanter Spannung und Belastung gemäß den Oszillogrammen nichts zu spüren; auch innerhalb einer Umdrehung ist vollständige Unregelmäßigkeit vor-



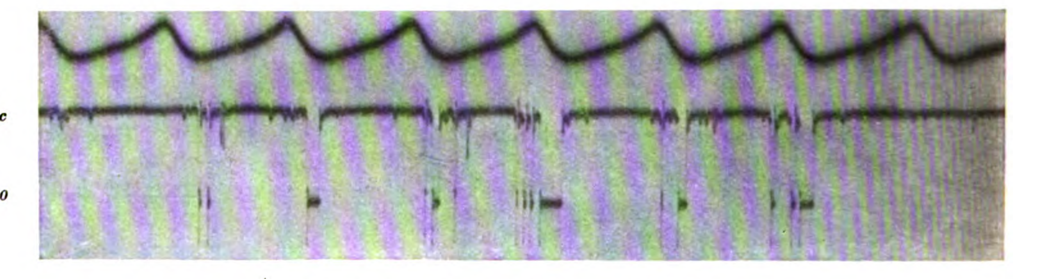
a Kontaktkurzschluß bei 100 V *o* Nullinie

Abb.



b Kontaktkurzschluß bei 110 V *o* Nullinie

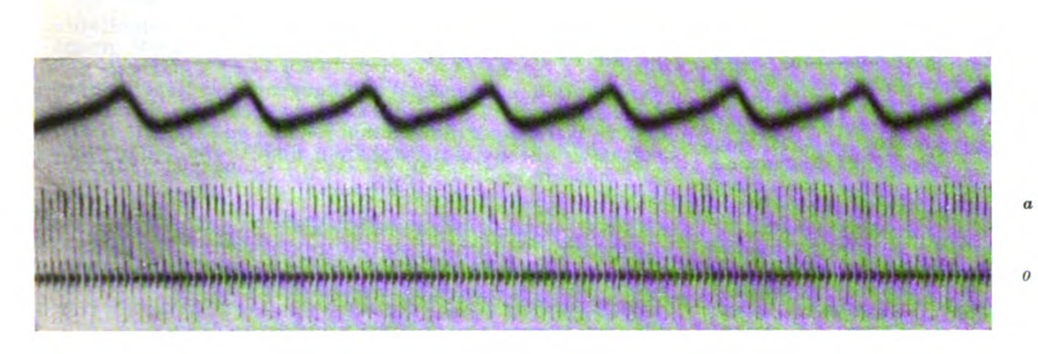
Abb. 4.



c Kontaktkurzschluß bei 120 V *o* Nullinie

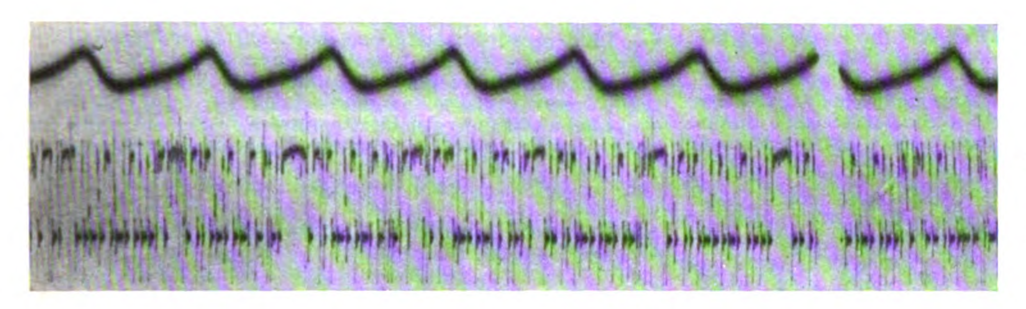
Abb.

handen. Es ist die Behauptung aufgestellt worden, daß die eigene Schwerkraft der Kontaktfeder innerhalb einer Umdrehung eine ausschlaggebende Rolle spielen müsse, ja sogar, daß das Öffnen und Schließen der Kontakte in jeder Umdrehung nur einmal erfolgen müsse[1]. Wie die Oszillogramme zeigen, ist auch das nicht der Fall; zum mindesten ist der Einfluß so gering, daß er nur unter speziellen Umständen, vielleicht mit besonders oder zufällig in entsprechender Resonanz schwingenden Federn besonderer Konstruktion auffällig gemacht werden kann. Aber auch wenn, wie bei den ältesten Reglern, die unabwendbare physikalische Tatsache des Zusammenwirkens von Fliehkraft ± Schwerkraft andeutungsweise vorhanden ist, dann hat doch das mit dem Regelungsvorgang an sich nicht das geringste zu tun. Es handelt sich hierbei nur um eine feine, kaum nachweisbare weitere Überlagerung, die ebenso ohne Einfluß sein muß, wie das rhythmische Kurzschließen mittels des Lamellenringes nach Abb. 2. Dazu sei bemerkt, daß an senkrecht stehenden Wellen die Regelung genau so gut arbeitet.



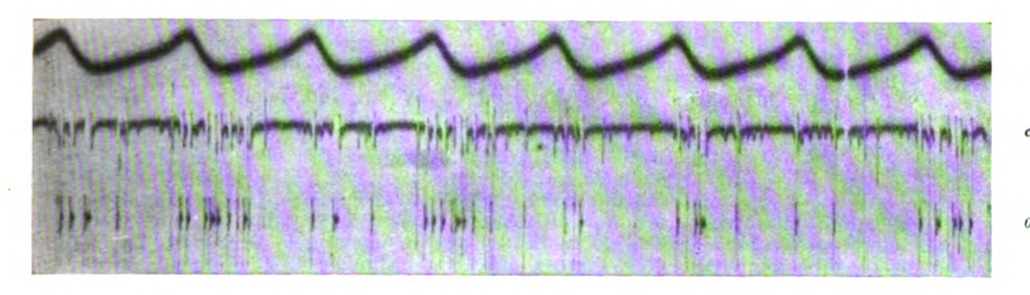
a Kontaktkurzschluß bei 100 V mit rhythmischem Kurzschluß

Abb. 3 a.



b Kontaktkurzschluß bei 110 V mit rhythmischem Kurzschluß

Abb. 4 a.



c Kontaktkurzschluß bei 120 V mit rhythmischem Kurzschluß

Abb. 5 a.

Nach dem D.R.P. 374 560 vom Jahre 1921 wurde bereits erkannt, daß ein elastischer, stoßfreier Regelungsvorgang bei größeren Spannungs- bzw. Belastungsänderungen mit einer Feder nicht möglich ist (übrigens schon bekannt durch z. B. U.S.A.-Patent Nr. 1 163 040 von 1915, bei dem eine mögliche Schwerkraftwirkung ebenfalls nicht abstreitbar ist). Mit nur einer Feder kann man einigermaßen gute Ergebnisse bei nur 10 % Spannungsänderungen kaum erreichen. Der zu tastende Widerstand muß dann schon relativ groß sein, was Motorpendelungen hervorruft. Deshalb werden nach obigem Patent mehrere Kontakte angewendet, die in ihrer Einstellung sehr wenig voneinander abweichen. Auf die gewünschte Drehzahl wird z. B. die eine Feder so eingestellt, daß sie entsprechend der Abb. 3 ganz wenig Kontakt gibt, die zweite Feder nach Abb. 4 mit mehr Kontaktschluß, und die dritte Feder nach Abb. 5 mit fast dauerndem Kontaktschluß. Dadurch arbeiten die drei Federn so ineinandergreifend und mit so kleinen Stößen, daß denkbar größte Elastizität bei ruhigstem Gang des Motors erzielt wird. Unterstützt wird das noch dadurch, daß die rhythmischen Kurzschlüsse der drei Lamellenringe bei drei Kontakten um 120° gegeneinander versetzt sind. In praktischer Ausführung wird man besondere Lamellenringe nicht konstruieren, sondern die Schleifringe zahnartig ineinandergreifen lassen.

Mit der beschriebenen Anordnung war es möglich, bei einer Netzschwankung von 170 ... 250 V zwischen Vollast und Leerlauf eine Konstanz von 0,1 % ohne Mühe zu erreichen, ohne Funkenbildung an den empfindlichen Kontakten und dementsprechend ohne Abnutzung durch Abbrand.

[1] Stübler, El. Nachr. Techn. Bd. 2, S. 84.

Die Speicher-Wasserkräfte und ihre Wirtschaftlichkeit.

Von Dr. **Robert Haas** und Dipl.-Ing. **Carl Theodor Kromer,** Rheinfelden.

Übersicht. Das Wesen eines Speicherwerkes wird in technisch-wirtschaftlicher Hinsicht im Gegensatz zum Laufwerk erläutert. Alsdann wird ein wirtschaftlicher Vergleich zwischen Speicherwasserkräften und Spitzendampfkräften gezogen und eine Formel gefunden, aus der sich in einfacher Weise die Bauwürdigkeit eines Speicherkraftwerkes ergibt, sei es, daß das Speicherwerk nur mit natürlichem Zufluß oder unter Zuhilfenahme von Pumpstrom oder nur mit Pumpstrom gespeist wird. Zum Schluß werden noch allgemeine wirtschaftliche und volkswirtschaftliche Betrachtungen über die Zweckmäßigkeit der Erbauung von Speicherwerken gebracht.

In dieser Zeitschrift wurde schon die Wirtschaftlichkeit von Pumpspeicherwerken[1] und von Lauf-Wasserkräften[2] allgemein behandelt, auch über Speicherwerke finden wir Angaben und Anregungen in der Literatur[3].

Vom Wesen der Speicherwerke.

Als Speicher-Wasserkräfte wollen wir solche Wasserkräfte bezeichnen, bei denen der Abfluß zum Kraftwerk durch Zurückhaltung des Zuflusses in einem Staubecken willkürlich geändert werden kann; hierbei kann die Vermehrung des Wasserinhaltes des Beckens sowohl durch den natürlichen Zufluß und die Einleitung talfremder Wasserläufe als auch durch Einpumpen von Wasser bewerkstelligt werden. Die Speicherwerke überhaupt stellen den allgemeinen Fall gegenüber dem von uns a. a. O. etwas anders behandelten Sonderfall des Pumpspeicherwerkes dar, bei dem der Pumpstrom aus Dampfwerken geliefert wurde.

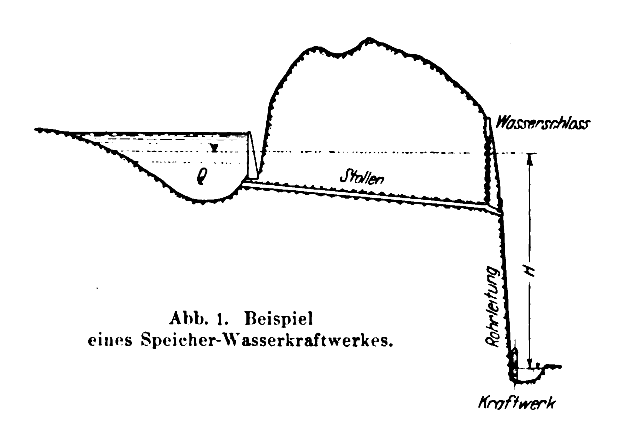


Abb. 1. Beispiel eines Speicher-Wasserkraftwerkes.

Ein Speicherwerk unterscheidet sich grundsätzlich von einem Laufwerk dadurch, daß bei letzterem die Leistung ein für allemal durch die Ausbaugröße gegeben ist, mit der die wechselnde Spende des Wasserlaufes nach bestem Können nutzbar gemacht wird. Maßgeblich für seine Bedeutung in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht ist die Leistung des Laufwerkes.

Beim Speicherwerk liegt seine Bedeutung in der im Becken aufgespeicherten Arbeitsmenge. Es ist dabei, wenigstens theoretisch, gleichgültig, ob diese Arbeitsmenge mit kürzerer Nutzungszeit und größerer Leistung oder mit kleinerer Leistung und längerer Nutzungszeit verwertet werde. Die aufgespeicherte Arbeit ist innerhalb vernünftiger Grenzen — man könnte sagen wie der Wein im Fasse — beliebig abzapfbar. Der weitaus größere Teil der Baukosten dient der Speicherung und nur ein kleinerer Teil der Gewinnung von Leistung.

Wenn in einem Staubecken eine verwertbare Wassermenge Q in m³ bei einem mittleren Gefälle H in m (Abb. 1) zur Verfügung steht, so ist (weil 366 000 mkg = 1 kWh sind) die aufgespeicherte Arbeitsmenge:

$$A = \frac{Q\,H \,.\, 1000\,\eta}{366\,000},$$

wobei η den mittleren Wirkungsgrad der Rohrleitungen, der Turbinen und der Stromerzeuger bedeutet. Nimmt man neuere Wirkungsgrade an und rechnet mit kleinen Wasserverlusten durch Undichtigkeiten und Verdunstung, so erhält man als bequeme Regel für die im Becken verfügbare Arbeit

$$A = \frac{Q\,H}{500}\ \text{kWh}. \qquad (1)$$

Kann das Becken mehr als einmal jährlich (z. B. $f$mal) gefüllt werden, so ist sein innerhalb eines Jahres zur Verfügung stehendes nutzbares Arbeitsvermögen:

$$A_J = \frac{Q\,H}{500}\,f\ \text{kWh}.$$

Solch ein Speicherbecken kann dienen

a) als Tagesspeicher:

Dann wird der aufgespeicherte Arbeitsvorrat jeweils an einem oder an wenigen Tagen, meist zu den Stunden der höchsten Belastung, verbraucht. Ist die mittlere tägliche Benutzung des Speicherbeckens für diese Mangeldeckungen t Stunden, so dürfte unter Berücksichtigung der Sonn- und Festtage die jährliche Benutzung etwa sein:

$$h = 300\,t$$

Die Zahl der Füllungen f dürfte bei diesen Tagesspeichern sich der Zahl 365 nähern.

b) als Wochenspeicher:

Diese schon etwas größeren Speicher werden etwa in jeder Woche einmal gefüllt, namentlich durch das Wasser, das durch die geringeren Leistungen des Werkes in der Nacht, an Samstagnachmittagen und an Sonntagen nicht verbraucht wird. Auch hier würde wahrscheinlich die Benutzungszeit

$$h = 300\,t.$$

sein, während f sich der Zahl 52 nähern wird.

c) als Jahresspeicher:

Bei diesen wird man das Wasser in den Monaten stärkeren natürlichen Zuflusses für die Zeit der Wasserklemme aufsammeln; man wird also z. B. in den Alpen bei der Schneeschmelze im Sommer, im Mittelland zu Zeiten der ergiebigen Niederschläge das Wasser speichern und es zu Zeiten des Strommangels hergeben. Es handelt sich hierbei oft um weit mehr als Spitzendeckung, es kommt hier auch die Deckung des Industriebedarfes mit in Frage. Die jährliche Benutzungsdauer des Beckens wird vielleicht zwischen 1000 und 2000 Stunden schwanken, die Füllungsziffer f zwischen 1 und 2, wobei in besonderen Fällen auch etwas andere Ziffern möglich sind.

Wirtschaftlichkeit der Speicherwerke.

In der letzten Zeit hat die Frage, ob man in Bedarfsfällen besser ein Speicherwerk oder ein Dampfspitzenwerk erbaute, die Fachleute und sogar die Öffentlichkeit beschäftigt, so z. B. beim Schluchseewerk, wo ein jahrelanger Meinungsaustausch sich in Denkschriften und in der Fach- und Tagespresse abspielte. Da nun Angaben über den Wärmebedarf eines neuzeitlichen Dampfkraftwerkes in Abhängigkeit von seiner Nutzungsdauer durch die Veröffentlichungen Trögers über das Großkraftwerk Klingenberg vorlagen, erschien es uns möglich, die Frage, ob ein Speicherwerk oder ein Dampfspitzenwerk wirtschaftlicher sei, mathematisch zu lösen.

Will man im Bedarfsfalle den Vergleich durchführen, so muß zunächst der Wasserhaushalt des Staubeckens sorgfältig geprüft werden. Bei gegebenem Wasserhaushalt läßt sich nun nicht durch größere Benutzungsdauer wie beim

[1] ETZ 1928, S. 599.
[2] ETZ 1928, S. 1429.
[3] Z. B. R. Werner, Berl. Börsenzg. v. 22. VII. 1928. — Gleichmann, ETZ 1927, S. 1534. — W. Binswanger, Ein Beitrag zur Frage der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Elektrizitätswerken durch Akkumulierung, Wasserkr. u. Wasserwirtsch. 1923, S. 16, 28, 51. — W. Pauer, Energiespeicherung, Verlag Theodor Steinkopf, Dresden u. Leipzig 1928, u. a.

Dampfwerk etwa auch die Arbeitsmenge steigern. Maßgebend ist hier, wie schon gesagt, die speicherbare Arbeitsmenge und nicht die Leistung. Die Leistung kann auf Kosten der Benutzungsdauer fast beliebig — ohne großen Kostenzuwachs — erhöht werden. Weil nun das Speicherwerk nicht durch die Leistung, sondern durch seinen Arbeitsvorrat gekennzeichnet wird, nehmen wir als wirtschaftliche Einheit nicht das Kilowatt, sondern die Kilowattstunde.

Wir bezeichnen mit b die Anlagekosten eines Speicherwerkes für 1 kWh in Pfennig. Bei einem Werke mit nur natürlichen Zuflüssen ist bei 11 % Jahresausgaben für Zinsen, Rückstellungen, Abschreibungen, Steuern und Betrieb der Preis für 1 kWh:

$$0{,}11\, b \text{ Pf},$$

und die Gesamtjahreskosten des Speicherwerkes werden sein:

$$0{,}11\, A\, b \text{ Pf},$$

wobei A wieder den Arbeitsvorrat des Beckens bedeutet. Bei einem auch mit Pumpstrom zu füllenden Speicherwerk nehmen wir an, daß von den im Jahre abgegebenen sämtlichen A kWh ein Anteil r aus Pumpstrom stamme, so daß der Arbeitsanteil $(1-r)$ aus natürlichen Zuflüssen herrühre. Dieser Anteil hat die Jahreskosten:

$$0{,}11\, b\, A\, (1-r) \text{ Pf},$$

während der vom Pumpstrom herrührende kosten wird:

$$0{,}11\, b\, A\, r\; 1{,}7\, s \text{ Pf},$$

wobei s den Preis einer Kilowattstunde für den Pumpstrom bedeutet. Dabei gelte auch hier als Regelfall, daß aus 1,7 kWh Pumpstrom (unter Berücksichtigung der Wirkungsgrade der Rohrleitungen, Pumpen, Turbinen und Generatoren) 1 kWh Nutzstrom wieder abgegeben werden könne[4]. Dann sind die gesamten Jahreskosten K_J eines solchen Speicherwerkes:

$$K_J = 0{,}11\, b\, A\, (1-r) + 0{,}11\, b\, A\, r \,.\, 1{,}7\, s \text{ Pf},$$

oder:

$$K_J = 0{,}11\, b\, A\, (1{,}7\, r\, s + 1 - r) \text{ Pf}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Die Kosten für 1 kWh sind demnach:

$$\frac{K_J}{A} = k_s = 0{,}11\, b \,.\, (1{,}7\, r\, s + 1 - r) \text{ Pf}. \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Demgegenüber sind die Kosten eines Spitzendampfwerkes mit gleicher Arbeitsleistung bei einer ausgebauten Leistung von L kW und einer jährlichen Benutzungsstundenzahl h zu berechnen, wobei

$$L\, h = A$$

zu setzen ist. Die Baukosten des Dampfwerkes seien wieder 280 RM/kW, und der Wärmeverbrauch ergebe sich wie bei unseren bisherigen Untersuchungen nach der Trögerschen Formel[5]. Dann wären die Kosten für 1 kWh im Dampfwerk:

$$K_d = \frac{5800 + 3224\, c\, h + 2\,950\,000\, c}{h} \text{ Pf}, \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

wobei c die Kosten einer Kilogrammkalorie des Brennstoffes in Pfennig bedeutet[6].

Das Speicherwerk wird einem Spitzendampfwerk wirtschaftlich gleichwertig, wenn die Kosten einer Kilowattstunde im Speicherwerk (Gl. 3) denen einer Kilowattstunde im Dampfwerk (Gl. 4) gleich werden, wenn also:

$$0{,}11\, b\, (1{,}7\, r\, s + 1 - r) = \frac{5800 + 3224\, c\, h + 2\,950\,000\, c}{h}$$

ist, woraus folgt:

$$b = \frac{53\,000 + 29\,500\, c\, (h + 900)}{h\, (1{,}7\, r\, s + 1 - r)} \text{ Pf/kWh}. \quad . \quad . \quad (5)$$

Man kann diese Gleichung auch wie folgt schreiben:

$$b = \frac{29\,500\, c}{1{,}7\, r\, s + 1 - r} + \frac{53\,000 + 26\,550\,000\, c}{(1{,}7\, r\, s + 1 - r)\, h} \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Bei gegebenen Verhältnissen des Speicherwerkes und gegebenem Kohlenpreise ist das erste Glied eine feste Größe, und das zweite Glied ist der Quotient aus einer festen Größe und der veränderlichen Größe h. Die Gleichung ist also eine Hyperbel von der Form

$$b = k_1 + \frac{k_2}{h},$$

bei der, wenn $h = 0$ ist, die Funktion $= \infty$ wird und bei sehr großem h diese dem festen Werte k_1 sich unaufhörlich nähert.

Die Gleichung besagt: Die Anlagekosten für 1 kWh eines Speicherwerkes dürfen — verglichen mit einem Spitzendampfwerk — nicht höher sein, als die rechte Seite der Gleichung angibt. Sie sind in erster Linie von der Benutzungsdauer, dann von den im besonderen Falle gegebenen Größen, dem Kohlenpreise, dem Verhältnis der aus natürlichem Zufluß und der aus Pumpstrom stammenden Arbeit und von dem Preise des Pumpstromes abhängig. Je höher der Preis des Brennstoffes, um so teurer kann das Speicherwerk werden, je mehr Pumpstrom verwendet wird und je teurer dieser ist, um so weniger darf der Einheitspreis betragen. Wenn der Anteil der aus Pumpstrom erzeugten Arbeit auf Null sänke, würde der Nenner des ersten Gliedes zu 1 und der des zweiten Gliedes zu h werden (Speicherwerk mit nur natürlichem Zufluß). Wenn aber das Werk nur mit Pumpstrom arbeitete und somit $r = 1$ wäre, so würden die Nenner den Wert erhalten:

$$1{,}7\, s \text{ bzw. } 1{,}7\, s\, h$$

und damit der kleinstmögliche Wert für b erreicht werden weil r sonst ein echter Bruch ist.

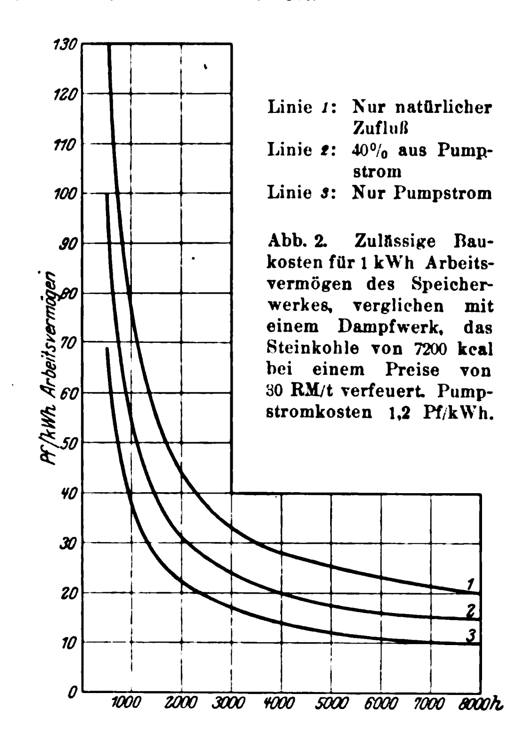


Abb. 2. Zulässige Baukosten für 1 kWh Arbeitsvermögen des Speicherwerkes, verglichen mit einem Dampfwerk, das Steinkohle von 7200 kcal bei einem Preise von 30 RM/t verfeuert. Pumpstromkosten 1,2 Pf/kWh.

In Abb. 2 sind die wirtschaftlich zulässigen Anlagekosten für 1 kWh Arbeitsvermögen des Speicherwerkes im Vergleich zu einem Dampfwerk dargestellt, bei dem Steinkohle von 7200 kcal und zu einem Preis von 30 RM/t verfeuert wird. Linie *1* gilt für ein Speicherwerk mit nur natürlichem Zufluß, Linie *2* für ein solches, das 40 % seiner Arbeit aus Pumpstrom erzeugt ($r = 0{,}4$) und Linie *3* für ein reines Pumpspeicherwerk ($r = 1$). Der Preis des Pumpstromes ist in beiden Fällen zu 1,2 Pf ($s = 1{,}2$) angenommen.

Abb. 3 zeigt dasselbe im Vergleich mit einem Dampfwerk, das Braunkohle von 2000 kcal und zu einem Preise von 2,50 RM/t verwendet.

Man erkennt deutlich den für das Speicherwerk ungünstigen Einfluß des Brennstoffpreises und der Pumpspeicherung. Die für die Stromwirtschaft wichtigeren Fälle liegen meist zwischen einer Benutzungsdauer h von 800 ... 3000 h.

Beispiele.

Als Erfahrungsbeispiele seien das ausgeführte Speicherwerk Wäggital oberhalb des Zürichsees und das geplante Schluchseewerk (erste Stufe) angeführt.

---

[4] Bei Speicherwerken, die das Pumpwasser aus einer Stelle entnehmen, die höher liegt als die unterste Abgabestelle des nutzbar gemachten Wassers an den Vorfluter, ist die Zahl 1,7 entsprechend zu ändern.

[5] Z. VDI Bd. 71, 1927, S. 1908.

[6] Vgl. ETZ 1928, S. 142[illegible].

Das Kraftwerk Wäggital wurde im Kriege geplant und in der Nachkriegszeit vollendet, als die Kohle in der Schweiz schwer zu erhalten und sehr teuer war. In jener Zeit war die Erstellung dieses Werkes wirtschaftlich und politisch zweifellos eine Notwendigkeit. Die Baukosten des in zwei Stufen nutzbar gemachten Werkes betrugen etwa 75 Mill. Franken, der Arbeitsvorrat des Beckens mit einigen kleinen Zuflüssen beim oberen Kraftwerk 110,5 Mill. kWh; aus Pumpstrom werden etwa 25 Mill. kWh erzeugt. Da das von der oberen Stufe ins Becken gepumpte Wasser beide Gefällstufen durchläuft, kann aus etwa 1,3 kWh Pumpstrom 1 kWh Arbeitstrom gewonnen werden. Der Kohlenpreis bei Zürich ist heute etwa 40 RM/t, und die Benutzungsdauer h wird den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend mit 1300 Stunden eingesetzt. Rechnet man die Baukosten der Übertragung der gewonnenen Arbeit nach Zürich mit 4 Mill. RM und berücksichtigt die Übertragungsverluste, so hätte das Anlagekapital des Wäggitalwerkes für 1 kWh etwa 56 Pf kosten dürfen; es hat aber rechnungsmäßig 54 Pf gekostet. Schon dies ergäbe neben den anderen Vorteilen eines Speicherwerkes die Berechtigung der Nutzbarmachung. Wir haben dabei entsprechend den billigeren Zinssätzen in der Schweiz die Kapitalkosten um 1 % niedriger eingesetzt.

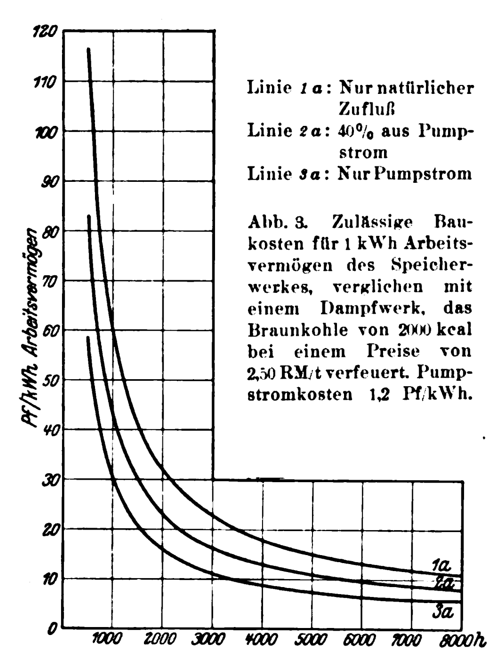


Abb. 3. Zulässige Baukosten für 1 kWh Arbeitsvermögen des Speicherwerkes, verglichen mit einem Dampfwerk, das Braunkohle von 2000 kcal bei einem Preise von 2,50 RM/t verfeuert. Pumpstromkosten 1,2 Pf/kWh.

Die erste Ausbaustufe des geplanten Schluchseewerkes wird 43,3 Mill. RM kosten, wobei dessen Arbeitsleistung im Mittel 130 Mill. kWh betragen wird, von denen etwa 60 Mill. kWh aus Pumpstrom stammen. Die Benutzungsdauer der eingebauten Leistung beträgt 1300 Stunden. Als Vergleich ist ein Spitzendampfwerk von 100 000 kW in der Nähe von Karlsruhe am Rhein angenommen, das Kohle von 7200 kcal bei einem Preis von 30 RM/t verfeuert. Aus diesen Ziffern ergibt die Gl. (6), daß die Anlagekosten für 1 kWh Arbeitsvermögen der oberen Stufe des Schluchseewerkes 44 Pf betragen dürfen. Nach dem Kostenanschlag werden jedoch hierfür aufgewandt

$$\frac{43{,}3 \text{ Mill. RM}}{130{,}0 \text{ Mill. kWh}} = 33 \text{ Pf.}$$

Mithin ist das Schluchseewerk ein wirtschaftlich vortreffliches Unternehmen.

Von der Berechnung der Übertragungskosten kann man in diesem Falle absehen, weil die Landessammelschiene des Badenwerkes ziemlich nahe am Schluchseewerk vorübergeht. Der Anschluß eines Dampfwerkes am Rhein hätte etwa gleiche Kosten verursacht.

Übertragungskosten.

Neben diesem Vergleich der Krafterzeugungsstätten spielt die Frage der Übertragung der elektrischen Arbeit zum Verbrauchsort, wie schon in einer früheren Arbeit ausgeführt, noch eine wesentliche Rolle. Je nach der Lage des Dampf- oder Speicherwerkes sind die Kosten der Übertragung zum Verbrauchsort hinzuzufügen. Wir verweisen auf die bezüglichen Ausführungen, die hier nicht wiederholt werden sollen[7].

Reserven.

Es wäre vielleicht noch ein Zuschlag zum Herstellungspreis für eine Reserve nötig, aber wir möchten doch glauben, daß bei einem reinen Spitzenwerk hierauf verzichtet werden könnte. Denn in den Zeiten geringerer Leistung, vielleicht im Sommer beim Wegfall der Lichtspitzen, wird es möglich sein, Maschinensätze zu überholen. Dasselbe gilt auch für das Speicherwerk; auch hier wird man in den Zeiten ruhigeren Betriebes die Einrichtungen nachsehen können. Gegen plötzlich auftretende Betriebstörungen sich zu sichern, ist heute vielleicht nicht mehr wirtschaftlich vertretbar, weil man bei der Verkuppelung der Werke auf eine vorübergehende Aushilfe meistens wird rechnen können. Wir lassen daher in beiden Fällen die Reserven weg.

Ein Speicherwerk bietet einen besonderen Vorteil, denn es stellt eine Art Augenblicksreserve dar, weil nämlich die Inbetriebnahme eines Wasserturbinensatzes sehr schnell erfolgen kann. Bei einem Dampfwerk wird hingegen die Anheizzeit der Kessel und die Vorwärmung der Maschinen abzuwarten sein, die immerhin einige Stunden zu erfordern pflegen.

Wirtschaftliches und Volkswirtschaftliches.

Neben dem rein Rechnungsmäßigen kommen aber noch andere volkswirtschaftliche und wirtschaftliche Gesichtspunkte in Betracht. Zu den Vorteilen eines Wasserkraftwerkes zählt der Umstand, daß das Wasser immer wieder nachfließt, daß also das Volksvermögen durch die Erzeugung elektrischer Arbeit nicht vermindert wird, während beim Dampfwerk die verbrannte Kohle für immer verloren ist. Es kommt hinzu, daß die eigentlichen Wasserbauten kaum verschleißen und ebenso kaum veralten, während ein Dampfwerk bald verbraucht und veraltet ist. Allerdings verschleißt ein ausgesprochenes Spitzendampfwerk mit seiner verhältnismäßig kurzen Benutzungszeit langsamer, und es braucht auch in der wirtschaftlichen Erzeugung des Stromes wegen der kurzen Benutzungszeit nicht auf der Höhe zu stehen. Aber es wird doch schneller zu erneuern sein als ein Speicherwerk. Ist dieses einmal abgeschrieben, so sind die Stromkosten sehr gering, während beim Dampfwerk die Kosten des Brennstoffes und die Löhne im Laufe der Jahre wahrscheinlich ansteigen werden und die nötigen Erneuerungen immer neue größere Mittel verschlingen. Das Speicherwerk hat also vor dem Spitzendampfwerk doch manche, in Zahlen nicht ausdrückbare Vorteile, die im Zweifelsfalle für ein Speicherwerk sprechen. Allerdings ist wieder das Baukapital viel größer und in der Kapitalnot Deutschlands spielt diese Frage eine nicht zu übersehende Rolle. Wir müssen uns fragen: Dürfen wir heute statt für uns für unsere Kinder und Kindeskinder sorgen?

Es wäre noch hinzuzufügen, daß ein Dampfwerk sozusagen viel größere entwickelbare Arbeitsvorräte als ein Speicherwerk besitzt. Im Eingang dieses Aufsatzes ist das gesamte Arbeitsvermögen des Speicherwerkes durch die Faustformel:

$$A = \frac{Q\,H}{500}\,f \text{ kWh}$$

begrenzt und festgelegt worden. Mit der Erbauung eines Speicherwerkes ist auch sein Stromhaushalt innerhalb enger Grenzen gegeben. Ein Dampfwerk aber stellt, falls es über eine genügende Reserve verfügt, wenigstens theoretisch eine Höchstarbeitsmenge von

$$L \cdot 8760 \text{ kWh}$$

zur Verfügung, wenn L die Leistung des Dampfwerkes in Kilowatt (ohne Reserve) bedeutet. Mit anderen Worten: aus dem Spitzendampfwerk kann ein Grundwerk werden; das wäre bei einem Speicherwerk wirtschaftlich unsinnig. Die Abwägung des Für und Wider ist mithin Sache des wirtschaftlichen Taktes und des volkswirtschaftlichen Verantwortungsgefühls, auch dann, wenn durch die obige Rechnung wenigstens die zahlenmäßige Ausbauwürdigkeit festgestellt worden ist.

[7] ETZ 1928, S. 1431.



RUNDSCHAU.

Apparate.

Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren mit Elektronenröhren. — Die Drehzahländerung eines Gleichstrommotors mit Fremderregung kann mit Hilfe einer Regelanordnung aus Elektronenröhren im Feld des Motors kompensiert werden. Abb. 1 zeigt die prinzipielle Anordnung. *M* ist der zu regelnde Gleichstrommotor mit Erregerwicklung *r'*, *T* ein mit demselben starr gekuppelter Gleichstromgenerator, der als Drehzahlindikator dient. Er gibt in Gegenschaltung mit der Batterie von der Spannung E_g entsprechend der Solldrehzahl die für die Regelung nötigen Impulse in Abhängigkeit von der jeweiligen Drehzahl. Der Impuls wirkt auf das Gitter *G* des Elektronenrohres und variiert mit dem Anodenstrom desselben die Erregung des Motors. Die eigentliche Regelapparatur arbeitet verzögerungsfrei und ohne untere Ansprechgrenze. Sie gestattet veränderliche Regelgeschwindigkeiten und im stationären Betrieb des Motors eine gleichförmige Bewegung des Ankers. Es ist jedoch grundsätzlich nicht möglich, eine Drehzahlabweichung während der Dauer des geänderten Betriebszustandes vollständig auszuregeln.

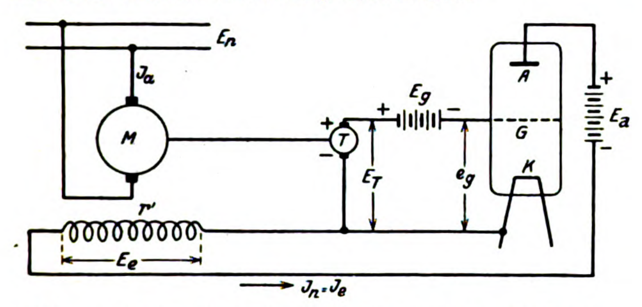


Abb. 1. Prinzipschaltung für Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren mit Elektronenröhren.

Die Empfindlichkeit der Anordnung wird in entscheidendem Maß durch die Anzahl und die Leistungsfähigkeit der benutzten Elektronenrohre bestimmt.

Der Regelvorgang kann durch eine nicht homogene Differentialgleichung III. Ordnung beschrieben werden, wenn außer dem Einfluß der Hysterese Vernachlässigungen nicht vorgenommen wurden und die Regelvorgänge sich in solchen Grenzen hielten, daß die Eisensättigung für die Rechnung keine Rolle spielte. Mit Hilfe der Koeffizienten dieser Differentialgleichung ist der Stabilitätsgrad der Anordnung zu diskutieren. Er erwies sich in erster Linie von der Empfindlichkeit der Regelanordnung abhängig. Weiterhin ergab die Rechnung, daß die Empfindlichkeit zweckmäßig so gewählt wird, daß der Regelvorgang in Form von gedämpften Schwingungen stattfindet. Alsdann kann erreicht werden, daß sowohl die maximale Abweichung der Drehzahl von ihrem Sollwert, die während des Regelvorganges auftritt, als auch die dauernde Abweichung nach abgeklungenem Regelvorgang bei geändertem Betriebszustand einen praktisch gut zulässigen Wert erreichen. Entsprechend den auftretenden Abweichungen variiert auch der Phasenwinkel, die Stellung des Ankers in gestörtem Zustand gegenüber seiner Sollage im ungestörten Zustand.

Da die Abweichungen und die Regelzeit durch die Empfindlichkeit der Apparatur entgegengesetzt beeinflußt werden, muß in der Wahl zu einem Kompromiß entsprechend dem Verwendungszweck gegriffen werden. Die Endabweichungen vom Sollwert und die maximal auftretenden relativen Phasenwinkel können in die Größenordnung von Promille getrieben werden. Die Maximalabweichungen betragen etwa die 5fachen Werte der Endabweichungen, die Regelzeiten für Motoren bis zu etwa 100 kW 0,5 ... 1,5 s. Die Ausregelung der Motoren ist mit 2 ... 3 Verstärker- und einem oder mehreren parallelgeschalteten Leistungsrohren möglich. (E. Reimann, Wiss. Veröff. Siem.-Konz. Bd. 6, S. 1.) *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Riesen-Synchronoskop. — Die bisher üblichen Synchronisiereinrichtungen sind ausnahmslos für Nahbeobachtung gebaut worden. Man benötigt Spannungsvergleicher, Frequenzvergleicher, Phasenvergleicher; die Ausführungen sind sehr verschieden, als Frequenzvergleicher wurden bisher fast ausschließlich Zungenfrequenzmesser benutzt. Von einem Elektrizitätswerk war der Siemens & Halske A. G. die Aufgabe gestellt worden, ein Synchronoskop zu bauen, das in einem langen Bedienungsgang doppelseitig auf Entfernungen bis zu 30 m einwandfrei den Synchronisiervorgang zu beobachten erlauben sollte. Der Doppel-Zungenfrequenzmesser mußte von vorherein ausscheiden, weil er nicht von weitem ablesbar ist. Zwei nebeneinander hängende große Zeigerfrequenzmesser wurden wegen des großen Platzbedarfs verworfen, ebenso zwei koaxiale Systeme wegen des allzu großen Zeigergewichtes und der nicht ausreichend deutlichen Fernanzeige.

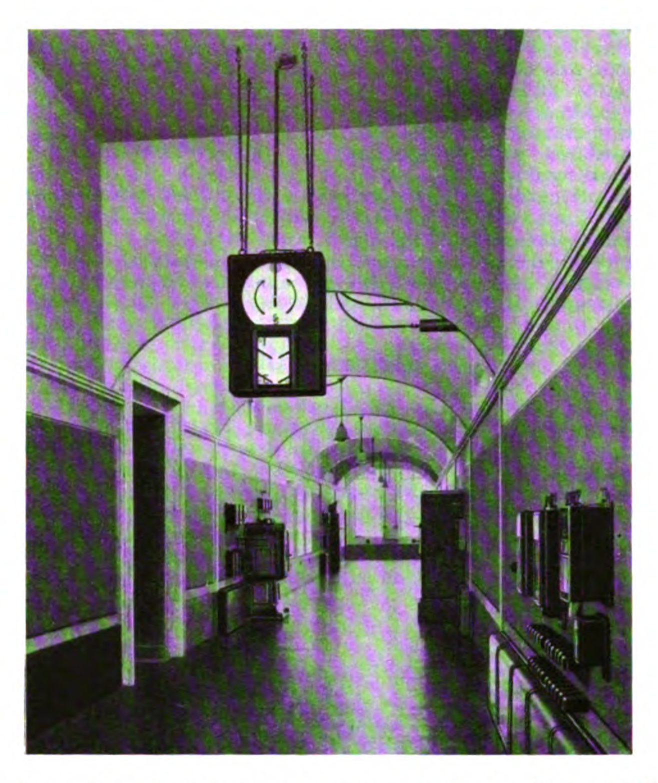


Abb. 2. Riesen-Synchronoskop im Bedienungsgang einer Schaltanlage.

Schließlich kam das in Abb. 2 gezeigte Riesen-Synchronoskop zustande mit einer ganz neuartigen Darstellung der Frequenzgleiche und der Spannungsgleiche. In Blechgehäuse von 1 m Höhe und 70 cm Breite ist im oberen Teil ein Zeigersynchronoskop mit 50 cm Skalendurchmesser eingebaut, das in der üblichen Weise geschaltet ist und die Phasenlage der zu synchronisierenden Spannungen anzuzeigen hat. Darunter sind zwei Zeigerfrequenzmesser, deren Zeiger sich bei Frequenzgleiche und 50 Hz in einer geraden Linie gegenüberstehen. Sind die Frequenzen gleich, aber größer oder kleiner als 50, so treffen sich die Zeigerspitzen auch in der Symmetrieachse, aber in einer geknickten Linie. Sind die Frequenzen aber ungleich, und zwar um nur weniges, so treffen sich die Zeigerspitzen nicht mehr in der Mittelachse. Die gleiche Anordnung wurde mit zwei Spannungsmessern zur Spannungsvergleichung geschaffen. Der Anzeigebereich der Frequenzmesser geht von 48 ... 52 Hz, der der Spannungsmesser von 90 ... 130 V, beides vollkommen ausreichend und dem Zwecke angepaßt. Das Zeigersynchronoskop läßt schon bei 5 % Frequenzungleiche Rechts- und Linkslauf deutlich unterscheiden, hat also den Arbeitsbereich 47,5 ... 52,5 Hz. Doppelfrequenzmesser und Synchronoskop ergänzen sich also in richtiger Weise. Versuche haben gezeigt, daß dieses Riesen-Synchronoskop noch auf 50 m Entfernung gut zu beobachten ist, es ist seit einigen Monaten dem Betrieb übergeben worden. *Kth.*

Beleuchtung.

Einheits-Kastenleuchtbuchstaben. — Von der AEG ist für Reklamezwecke ein Leuchtgerät geschaffen worden, das eine Kombination der bisherigen Glühlampen-Leuchtbuchstaben und der bekannten Buchstabentransparente darstellt. Hierdurch ist eine teilweise serienmäßige Anfertigung und Lagerhaltung möglich geworden, was bei den normalen Glühlampen-Leuchtbuchstaben wegen der verschiedenartigen Wünsche der Verbraucher nicht angängig war. In einem nach vorn geöffneten eisernen Kasten, der innen weiß und außen farbig gestrichen ist, sind elektrische Glühlampen gleichmäßig verteilt. Nach vorn ist der Kasten durch eine weiße oder auch farbige Milchglasscheibe abgeschlossen, vor welche der eigentliche Buchstabe geschoben werden kann, welcher aus einer Eisenblechplatte ausgeschnitten ist. Bei Änderung eines Reklametextes ist nur die vordere Buchstabenplatte auszuwechseln. (Abb. 3.) Die Buchstaben heben sich am Tage und bei künstlicher Beleuchtung gleich gut von der Umgebung ab und können überall dort Verwendung finden, wo die Texte sehr oft gewechselt werden müssen. (M. P ü c h l e r, AEG-Mitt. 1928, S. 383.) *Schb.*

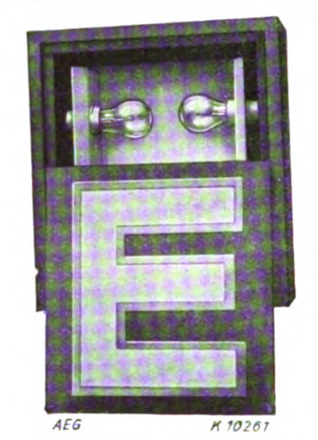
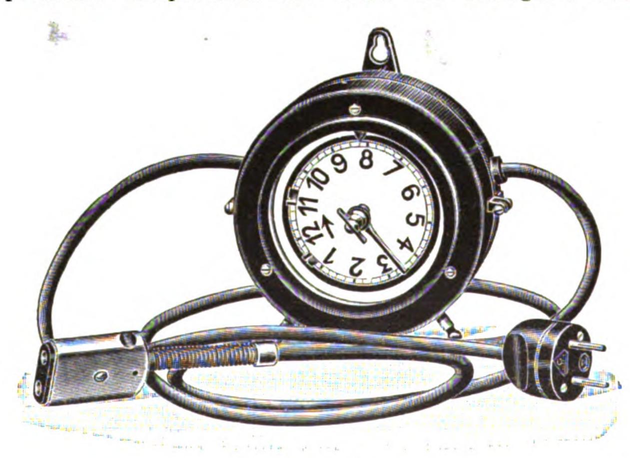
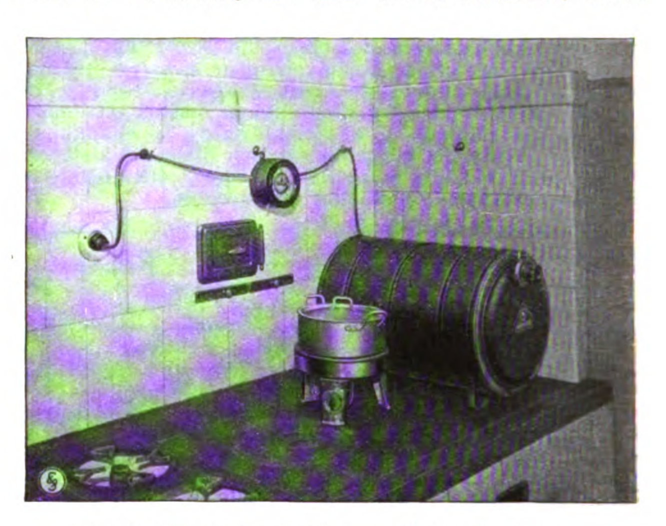


Abb. 3. Einheits-Kastenleuchtbuchstabe.

Heizung. Öfen.

Calora-Schaltuhr für Kochzwecke. — Unter selbsttätigen Schaltuhren versteht man elektrische nach Art einer Uhr gebaute Apparate, die den Strom zu bestimmten einstellbaren Zeitpunkten schließen und öffnen. Der Vorteil einer solchen Einrichtung insbesondere für Kochzwecke ist darin zu suchen, daß zum Ein- oder Ausschalten des Stromes die Anwesenheit einer bedienenden Person entfällt, d. h. es wird nicht nur die Dauer des Kochprozesses entsprechend der Wahl des Kochgutes von vornherein eingestellt, sondern Beginn und Ende des Kochprozesses werden ebenfalls für die gewünschten Stunden vorher festgesetzt. Soll beispielsweise ein Kochgut 2 h kochen, so gewährt die Schaltuhr der Hausfrau die Möglichkeit, morgens das vorbereitete Kochgut in das elektrische Gerät hineinzustellen, den Beginn des Kochens an der Schaltuhr z. B. auf 11 h und das Ende auf 1 h mittags einzustellen. Sie kann dann ihren Besorgungen oder Geschäften nachgehen und ist sicher, bei ihrer Rückkehr das Mittagsgericht fertig gekocht vorzufinden. Abgesehen von diesem Vorteil ist auch noch der andere nicht gering zu veranschlagen, daß die Stromentnahme durch die Schaltuhr auf das geringste Maß beschränkt werden kann, daß also einer Verschwendung, einem unbeabsichtigten Stromverbrauch vorgebeugt und möglichst ökonomisch gewirtschaftet wird. Die weitere allgemeine Einführung des elektrischen Kochens hängt — abgesehen von dem Stromtarif — also nicht nur von der Brauchbarkeit, Handlichkeit und dem sparsamen Stromverbrauch der elektrischen Kochgeräte ab, sondern wird wesentlich mitbedingt durch das Vorhandensein einer zuverlässigen und praktischen Schaltuhr. Da die auf dem Markte befindlichen Schaltuhren, wie sie auch für Lichtreklame und Ladenbeleuchtung verwendet werden, nicht ohne weiteres für die elektrische Küche geeignet sind, hat die Calora G. m. b. H. in Berlin-Tempelhof eine besondere Schaltuhr zur Verbindung mit elektrischen Kochapparaten konstruiert[1]. Diese Calora-Uhr (s. Abb. 4) ist mit zwei vorschriftsmäßigen Gummilitzen-Zuführungen versehen, deren eine die Gerätesteckdose, deren andere den Wandstecker trägt. Durch diese Vorrichtung kann die Uhr zwischen Wanddose und jeden beliebigen elektrischen Kochapparat geschaltet werden, wobei man sie hinstellt, hinlegt oder aufhängt. Abb. 5 zeigt die Uhr beispielsweise in Verbindung mit einer Protos-Bratröhre, wobei sie an einem Haken in der Herdwand aufgehängt ist. Die Uhr trägt eine Stundenscheibe zum Ablesen der Tageszeit und zum Einstellen der Schaltzeiten. Auf dieser Stundenscheibe sind am Rande zwei Reiter verstellbar angeordnet, von denen der eine auf den gewünschten Zeitpunkt der Einschaltung, der andere auf den der Ausschaltung nach Belieben eingestellt wird. Von besonderer Wichtigkeit ist, daß der in der Uhr eingebaute Schalter vor jeder Schaltung von Hand in eine Bereitschaftsstellung überführt werden muß. Diese Maßnahme hat den Zweck, zu verhindern, daß eventuell eine Schaltung unbeabsichtigt erfolgt, wodurch das elektrische Kochgerät verdorben und Strom vergeudet werden könnte. Die Einrichtung ist ferner so getroffen, daß man jederzeit die Uhr von Hand in die Ein- oder Ausschaltestellung bringen kann, beispielsweise um den Kochprozeß auf Wunsch vorher zu beenden oder die Einschaltung persönlich vorzunehmen, dagegen die Ausschaltung der Uhr zu überlassen. So kann man z. B. eine elektrische Kaffeemaschine von Hand einschalten, die dann durch die Uhr beispielsweise nach 20 min abgeschaltet wird. Sämtliche Handhabungen, wie Aufziehen des Uhrwerks, Einstellen auf die Tageszeit, Einstellung der Schaltzeiten usw., erfolgen von außen, also ohne Öffnen des Gehäuses.


Abb. 4. Schaltuhr.


Abb. 5. Schaltuhr in Verbindung mit einer Bratröhre.

Die Gangdauer der Uhr beträgt 30 h, sie muß also täglich aufgezogen werden. Der Schalter ist für eine Belastung bis 6 A Gleichstrom und 10 A Wechselstrom vorgesehen. *fi.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Aus dem Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das dritte Geschäftsjahr 1927. — Am Ende des Berichtsjahres wurden 1116 km Fernstrecken und 112 km Stadt- und Vorortstrecken (d. s. 2,3 % der Gesamtstreckenlänge des Reichsbahnnetzes) elektrisch betrieben. Neu aufgenommen wurde im Jahre 1927 der elektrische Betrieb auf 201 km Fernbahnen, und zwar den Strecken

München—Rosenheim—Kufstein,
Neufahrn—Regensburg,
München—Nannhofen

[1] D. R. P. Nr. 436 019.



sowie kürzeren Güterbahnen um München; ferner auf der 21 km langen Berliner Vorortstrecke Schönholz—Reinickendorf—Velten.

In Angriff genommen wurden 1927 die folgenden Fern- und Vorortstrecken:

Rosenheim—Freilassing (81 km),
München—Nannhofen (31 km, bereits fertiggestellt)

sowie die schlesischen Strecken:

Lauban—Kohlfurt und
Lauban—Marklissa (32 km),

im Berliner Bereich ferner die Strecke:

Jungfernheide—Siemensstadt—Gartenfeld (5 km).

Ende des Jahres 1927 waren die Arbeiten zur Einrichtung elektrischer Zugförderung noch auf 325 km Fern- und Vorortstrecken im Gange. Dazu gehörte vor allem die Umstellung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn. Das 315 km lange Hochspannungsnetz war hier bis auf geringe Restlängen verlegt und auch die Stromschienen zum größten Teil eingebaut. 11 Groß-Gleichrichterwerke und 31 Klein-Gleichrichterwerke befanden sich im Bau.

Für die Belieferung der Vorortstrecken Schönholz—Reinickendorf—Velten wurden die Gleichrichterwerke Tegel und Hennigsdorf in Betrieb genommen. In Bayern wurde die 110 kV-Fernleitung vom Unterwerk Landshut nach Burgweinting fertiggestellt. Die 110 kV-Fernleitung vom Walchenseekraftwerk nach dem Unterwerk Rosenheim wurde nahezu vollendet. In Angriff genommen wurden der Bau einer Fernleitung von Rosenheim nach Traunstein sowie in Schlesien eine 80 kV-Fernleitung vom Unterwerk Niedersalzbrunn nach Breslau.

Ende 1927 besaß die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft 316 elektrische Lokomotiven (1,3 % des gesamten Lokomotivbestandes) gegenüber 301 (1,2 %) im Jahre 1926. Die Zahl der Triebwagen mit Oberleitung und Stromschiene betrug 341 gegen 343 im Jahre 1926 (die der sonstigen Triebwagen 242 gegen 210).

Die Betriebsleistungen der elektrischen Lokomotiven betrugen 14 717 000 Lok.-km; d. s. 1,45 % der insgesamt im Jahre 1927 geleisteten 1 017 407 000 Lok.-km. Demgegenüber betrugen die Betriebsleistungen im Jahre 1926 12 707 000 bzw. 1,31 % der insgesamt geleisteten Lok.-km.

Von den geleisteten Lok.-km der elektrischen Lokomotiven entfielen auf Nutz-km im Jahre 1927 12 232 000 (1,99 %) gegen 10 279 000 (1,78 %) in 1926. Die Zahl der Nutz-km der elektrischen Triebwagen hob sich von 6 077 000 (1,05 %) in 1926 auf 7 701 000 (1,26 %).

Mit Rücksicht auf die Verkehrszunahme auf den elektrisch betriebenen Strecken in Schlesien und Mitteldeutschland und für den weiteren Ausbau des elektrischen Zugbetriebes in Bayern wurden 90 elektrische Lokomotiven neu in Auftrag gegeben. Für den Münchner Nahverkehr wurden 20 Wechselstromtriebwagen bestellt. Für die Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn befanden sich 341 Gleichstromtriebwagen und 328 Beiwagen im Bau, ferner für die bereits elektrisch betriebenen nördlichen Vorortstrecken 40 Triebwagen und eine gleiche Zahl von Beiwagen.

Die elektrischen Signal- und Sicherungsanlagen haben erhebliche Erweiterungen und Verbesserungen erfahren. Die Ausrüstung von Bahnlinien mit elektrischer Streckenblockung wurde weitergeführt. Auf einer Reihe von Bahnhöfen wurde ferner die elektrische Beleuchtung der Weichen- und Signallaternen neu eingeführt. Die Lichttagessignale der Reichsbahn wurden hinsichtlich ihrer Lichtwirkung erheblich verbessert.

Der Bericht erwähnt weiter, daß die Versuche mit Einrichtungen zur Übertragung der Streckensignale auf den fahrenden Zug, insbesondere bei Anwendung elektroinduktiver Übertragungsmittel, gute Erfolge gezeitigt haben.

Zur Verbesserung des Fernmeldewesens wurden 2060 km neue Fernsprechverbindungen geschaffen und 16 Handämter in Selbstanschlußämter umgebaut.

Hinsichtlich des Werkstättenwesens ist zu bemerken, daß die im Vorjahrsbericht erwähnte Werkstätte für elektrische Triebwagenzüge der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn in Berlin-Niederschöneweide im Herbst 1927 in Betrieb genommen werden konnte. Der Bau der Ausbesserungswerke für elektrische Lokomotiven in Dessau und in Freimann bei München wurde weiter gefördert.

W. G. M.

Selbsttätige Gleichrichter-Unterwerke. — Bei dem Umbau der Chicago, South Shore and South Bend-Eisenbahn von 6600 V Einphasen-Wechselstrom auf 1500 V Gleichstrom entschloß man sich, die Hälfte der Unterwerke mit rotierenden Umformern, die Hälfte mit Gleichrichtern auszurüsten. Die Umstellung auf Gleichstrombetrieb brachte gleichzeitig für die Bahn den großen betriebstechnischen und verkehrstechnischen Vorteil mit sich, daß die Züge dieser an der Südspitze des Michigansees entlang laufenden und sich dann östlich wendenden Strecke nunmehr bis in das Zentrum von Chicago auf den mit dem gleichen Stromsystem betriebenen Strecken der Illinois Central-Bahn verkehren können. Der Strom wird mit 33 000 V längs der Strecke verteilt und in den acht Umformerwerken von zusammen rd. 10 000 kW Leistung umgeformt, von denen zwei halb-, die anderen sechs vollselbsttätig sind. Drei von den Gleichrichter-Unterwerken enthalten einen 750 kW-Einzylindergleichrichter, eines, und zwar das halbselbsttätige Werk, einen aus zwei solchen parallel geschalteten Gleichrichtern bestehenden 1500 kW-Maschinensatz. Der für die Steuer- und Überwachungsstromkreise eines jeden Unterwerkes erforderliche Strom wird von einem besonderen, vor dem Hauptölschalter abgezweigten Maschinensatz erzeugt. Die Aufrechterhaltung der geeignetsten Betriebstemperatur der Gleichrichter erfolgt durch Thermostaten, die entweder die Heizung einschalten, die den Gleichrichter stets auch in der Ruhe auf dem betriebswarmen Zustande erhält oder aber die Kühlwasserpumpe in Tätigkeit setzen. Die genaue Aufrechterhaltung des Vakuums erfolgt durch einen Pumpensatz, der aus einer rotierenden sowie einer Langmuir-Quecksilberdampfpumpe besteht, und der sich gleichfalls selbsttätig ein- und ausschaltet. Die Fernsteuerung der Unterwerke erfolgt grundsätzlich in der gleichen Weise wie bei solchen mit rotierenden Umformern entsprechend der Belastung der Strecke und dem Spannungsabfall in der Speisestrecke. Wird ein Werk ferneingeschaltet und steht dem keine der Prüf- und Sperreinrichtungen im Wege, so wird zunächst der unabhängige kleine Umformersatz angelassen, um Strom für die Zündung des Gleichrichters zu erzeugen. Sobald die Spannung genügend hoch gestiegen ist, wird der Zündlichtbogen gebildet. Dieser wird während der ganzen Betriebsdauer des Gleichrichters unterhalten; man wollte ihn zuerst wieder löschen, wenn die Belastung genügend angestiegen war, fand aber, daß die Belastungschwankungen so groß und unregelmäßig ausfielen, daß dies unzweckmäßig war. Kurz darauf wird der Hauptölschalter eingelegt und ebenso die beiden Schnellschalter an den beiden Gleichstromsammelschienen. Der Gleichrichter wird damit über die Lastbegrenzungswiderstände an die Belastung gelegt, und wenn diese keine übermäßige Höhe hat, so schalten sich diese Widerstände kurz. Ähnlich erfolgt das Abschalten, beginnend mit dem Hauptölschalter und den beiden Schnellschaltern. Der Schutz gegen Unterspannung auf der Wechselstromseite, gegen Kurzschluß der Gleichstromseite und der Wechselstromseite, gegen Durchbrennen der Lastbegrenzungswiderstände und gegen Schaltfehler beim Ein- und Abschalten erfolgt durch ähnliche Schutzeinrichtungen wie bei fernbetätigten Unterwerken mit Umformerbetrieb. Tritt eine Bildung des Zündlichtbogens nicht ein, so versucht die Schaltvorrichtung mehrmals dessen Einleitung, und erst nach einer bestimmten Zeit erfolgt dann eine selbsttätige Abschaltung und Verriegelung des Unterwerks, die ebenso wie eine solche, die bei betriebsgefährlichen Unter- oder Überschreitungen der Gleichrichtertemperaturen oder des Behältervakuums durch deren Überwachungseinrichtungen eingeleitet wird, erst nach örtlicher Behebung des Schadens aufgehoben werden kann. Beim Auftreten einer Rückzündung wird der Gleichrichter sofort wechsel- und gleichstromseitig abgetrennt, aber nach kurzer Zeit wieder eingeschaltet. Erst nach dreimaliger aufeinanderfolgender Rückzündung wird das Unterwerk abgeschaltet. Damit sind die besonderen, für die Fernsteuerung der Gleichrichter erforderlichen Einrichtungen erschöpft. Die übrigen Apparate schließen sich an die bei allen ferngesteuerten Unterwerken unabhängig von der verwendeten Maschinengattung benutzten an. Die Steuerung der acht Unterwerke erfolgt von dem an einem Ende der Strecke gelegenen Unterwerk Hammond. (E. L. Hough, Gen. El. Rev., Bd. 30, S. 345.) *Gtr.*

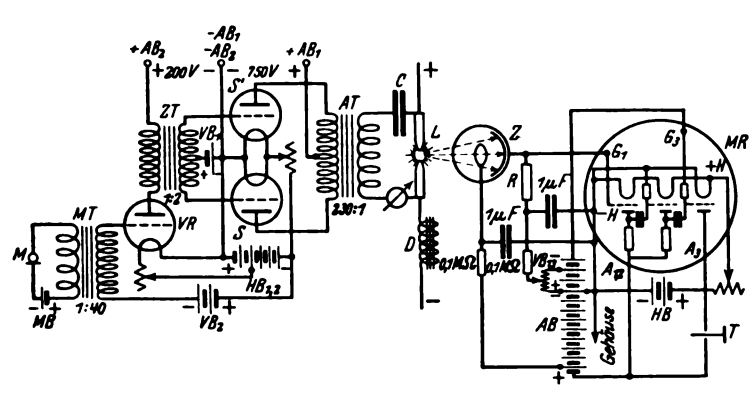
Fernmeldetechnik.

Das Problem der Phototelephonie. — Nach einem kritischen Vergleich der Vor- und Nachteile der Lichttelephonie gegenüber der Telephonie mit elektrischen Wellen, der Besprechung der Mittel, welche bei der Durchführung der ersteren bisher angewendet und der Ergebnisse, die dabei erzielt wurden, geht K. Zickler auf die eingehende Besprechung seiner eigenen in den letzten Jahren durchgeführten lichttelephonischen Versuche ein, die zu einer



neuen, besonders wirksamen Durchführungsform dieser drahtlosen Übertragungsart geführt haben.

Beim Sender benutzt er den Lichtbogen offen brennend in der normalen Form der Scheinwerferverstärkung. Der Gleichstromlichtbogen wird zwischen Goerz-Beck-Kohlen erzeugt, die gegenüber Reinkohlen eine erheblich größere Lichtausbeute infolge großer Leuchtdichte bei kleiner Leuchtfläche aufweisen. Die durch die elektrisch verstärkten, dem Gleichstromlichtbogen überlagerten Mikrophonströme im Rhythmus der Schallschwingungen erzeugten Lichtmodulationen im Lichtbogen des Senders werden im Empfänger durch eine Kalium-Maschen-Photozelle mit Edelgasfüllung der Firma O. Preßler in Leipzig wieder in Stromschwankungen von gleichem Rhythmus umgewandelt, durch Elektronenröhren verstärkt und im Telephon hörbar gemacht. Die Kombination Goerz-Beck-Kohlenlicht beim Sender und die genannte Kalium-Photozelle beim Empfänger ist deshalb von besonders günstiger Wirkung, weil das Maximum der spektralen Verteilung der Leuchtdichte des Goerz-Beck-Bogens im Verhältnis zum normalen Bogenlicht mit dem Maximum der spektralen Empfindlichkeitsverteilung solcher Photozellen nahezu zusammenfällt (480 µµ bzw. 438 µµ). Abb. 6 zeigt die vollständige Sende- und Empfangschaltung der benutzten Übertragungsanordnung. Beim Sender werden die Sprechströme durch den Transformator *MT* zunächst auf die Vorverstärkerröhre *VE* (RE 134) und durch den Zwischentransformator *ZT* auf die eigentlichen Senderöhren *S*, *S'* (Telefunken RS 59 I, je 15 W) in Gegentaktschaltung übertragen, die ihre Wechselstromleistung über den Ausgangstransformator *AT* an den Bogenlampenschwingungskreis abgeben. Die Drosselspule *D* verhindert den Übergang der Steuerströme in den Kreis der Gleichstromquelle, der Kondensator *C* blockiert den Übergang des Gleichstromes in die Sekundärwicklung des Transformators *AT*. Um eine möglichst große Steuerleistung zu erzielen, muß die Kapazität des Kondensators groß sein. Sie betrug 208 µF. Es wurden Goerz-Beck-Kohlen von 6 mm Stärke verwendet. Die Gleichstromstärke war 30 A, die Gleichspannung am Lichtbogen 40 V. Der Lichtbogen wurde in einer Spiegellampe der Zeiss Ikon A. G., Berlin, mit Handregelung und einem Parabolspiegel von nur 20 cm Dmr. erzeugt. Die Lichtstärke J_g in der Spiegelachse betrug rd. 10^6 HK.



S, *S'* Senderöhren in Gegentaktschaltung (Telefunken RS 59 I, 15 W)
VR Vorverstärkerröhre (RE 134) *MR* Mehrfachröhre (Loewe, Type 3 NF)

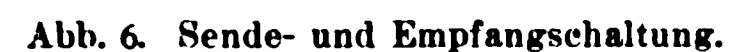


Abb. 6. Sende- und Empfangsschaltung.

Beim Empfänger ist die Photozelle *Z* durch den großen Widerstand *R* mit einer Dreifach-Verstärkerröhre *MR* (Loewe, Type 3 NF) gekoppelt, welche dem Telephon *T* die verstärkten Photoströme zuführt. Photozelle und Verstärkerröhre samt den Verbindungsteilen sind in einem Blechkästchen untergebracht, so daß aus demselben nur die Leitungen zu den Batterien und dem Telephon herausragen. Die optische Verstärkung des Empfängers besteht in einer Sammellinse von nur 11 cm Dmr. (Abb. 7), welche am Ende eines Tubus angebracht ist, der auf einem Stativ durch Mikrometerschrauben in horizontaler und vertikaler Ebene verstellt werden kann. Das Apparatekästchen wird durch am Tubus befestigte Führungsstangen an das andere Ende desselben herangeschoben, so daß ein Ansatz des Kästchens in den Tubus hineinragt. Dieser Ansatz ist mit einem schräggestellten Silberplanspiegel, welcher in dem in der Tubusachse gelegenen Brennpunkt der Linse eine 1 mm weite Öffnung besitzt, abgeschlossen. Durch eine oben am Tubus angebrachte Sehöffnung kann man das im Silberspiegel entstehende Bild des kleinen Brennfleckes der Linse beobachten und mit den Mikrometerschrauben des Apparates bewirken, daß der Brennfleck in der kleinen Öffnung des Spiegels verschwindet, also das von der Sendestelle ausgehende Licht auf die Photozelle gerichtet ist. Diese Spiegelbeobachtung gestattet auch bei hellem Tageslicht mit freiem Auge eine bequeme Einstellung, und es wird durch diese Anordnung auch die Einwirkung des Nebenlichtes auf die Photozelle, welche bekanntlich die Ursache des Rauschens ist, möglichst vermieden. Bleibt man mit der Zellenspannung mindestens 13 V unter der Zündspannung der Gaszelle, so ist auch bei hellem Tageslicht eine nennenswerte Störung der Übertragung durch das Rauschen vermieden. Neben gedrängtem Bau besitzt der Empfänger leichte Tragbarkeit der einzelnen Teile und sichere Einstellbarkeit.

Laboratoriumsmessungen haben ergeben, daß bei den Goerz-Beck-Kohlen der Wechselstromwiderstand im Lichtbogen (beim Versuchslichtbogen $R_{wl} = 0{,}36\,\Omega$) und die Phasenverschiebung zwischen dem überlagerten Wechsel-



Abb. 7. Empfänger.

strom und der Wechselspannung am Lichtbogen klein ist, so daß im letzteren Falle bei technischen Rechnungen der Leistungsfaktor des Lichtbogens gleich 1 (statt 0,987) gesetzt werden kann. Aus Sprechversuchen unter Anwendung eines gewöhnlichen Kohlekörnermikrophons hat sich bei dem beschriebenen Sender im Maximum der Mittelwert des überlagerten Wechselstromes $I_w = 6$ A ergeben, so daß das Verhältnis dieses Wechselstromes zum Gleichstrome ($I_g = 30$ A) $I_w/I_g = 1/5$ war. Der Leistungsfaktor für den Lichtbogen + Kondensator hatte den Wert 0,48, und es errechnete sich aus den angegebenen Werten eine sog. mittlere Frequenz der Sprechströme $f = 1170$. Aus weiteren Laboratoriumsversuchen ergab sich bei gleicher Frequenz der überlagerten Wechselströme das Verhältnis der maximalen Lichtstärkeschwankungen zur Gleichlichtstärke proportional dem Verhältnis des Wechselstrom-Maximalwertes zum Gleichstrom. Es stehen also für dasselbe Stromverhältnis die Lichtschwankungswerte zu den Gleichlichtwerten in einem konstanten Verhältnis. Man kann daher in der Grundgleichung für die gesamte lichttelephonische Übertragung, für welche die Lichtschwankungswerte maßgebend sind, letztere durch die Gleichlichtwerte ersetzen und diese Grundgleichung für einen bestimmten Hörbarkeitsgrad schreiben:

$$E_{g\,(\min)} = \frac{\left(1 - \frac{a}{100}\right)^r J_g}{10^6 \cdot r^2}, \qquad (1)$$

wenn $E_{g\,(\min)}$ die für diesen Hörbarkeitsgrad erforderliche minimale Beleuchtungsstärke in Lux an der Empfängerlinse, J_g die von der Sendestelle ausgehende Gleichlichtstärke in Kerzen, r die Entfernung (Reichweite) des Empfängers vom Sender in km und a die Lichtabsorption in der Atmosphäre in %/km bedeutet. Sobald neben dem Werte J_g (für die benutzte Spiegellampe $J_g = 10^6$) für eine bestimmte Hörbarkeitsgrenze der erforderliche Wert von $E_{g\,(\min)}$ bekannt ist, kann nach vorstehender Gleichung der Zusammenhang zwischen r und a in Form einer Kurve $[r = f(a)]$ bestimmt werden.

Zur Ermittlung der Werte von $E_{g\,(\min)}$ für bestimmte Hörbarkeitsgrade wurden mit der Versuchs-Übertragungs-

anordnung im Laboratorium bei 50 m Entfernung des Empfängers vom Sender Schwächungsversuche des vom Sender auf die Linse des Empfängers fallenden Lichtstromes vorgenommen, und zwar in dreierlei Weise: durch Zwischenschaltung von Zerstreungslinsen, durch Vorsetzen von Lochscheiben vor die Linse und nach der Parallel-Ohmmethode beim Telephon. Diese Schwächungsgrade s ergaben gegenüber dem $E_g = 10^6/50^2 = 400$ Lux ohne Schwächung bei den folgenden drei Hörbarkeitsgraden die folgenden Werte von $E_{g\,(\min)}$:

1. Für normale, gute Hörbarkeit $E_{g\,(\min)} = 4 \cdot 10^{-3}$ Lux ($s = 10^{-5}$),
2. für schwache Hörbarkeit (jedoch noch verständlich) $E_{g\,(\min)} = 4 \cdot 10^{-4}$ Lux ($s = 10^{-6}$),
3. für die Grenze der Hörbarkeit (auch für stärkste Laute) $E_{g\,(\min)} = 2 \cdot 10^{-5}$ ($s = 5 \cdot 10^{-8}$),

Die gefundenen Werte für $E_{g(\min)}$ in Gl. (1) eingesetzt, ergeben den in Abb. 8 in Kurven dargestellten Zusammenhang zwischen r und a, und zwar die strichpunktierte Kurve I für normale Hörbarkeit, die gestrichelte Kurve I' für schwache Hörbarkeit und die Kurve I'' für die Grenze der Hörbarkeit. Diese Untersuchungsweise hat den großen Vorteil, daß für irgendeinen Fernversuch mit bestimmtem r annähernd die vorhandene Absorption, d. h. die Lage des Versuchspunktes im Koordinatensystem der Abb. 8 gefunden werden kann. Man braucht nur beim

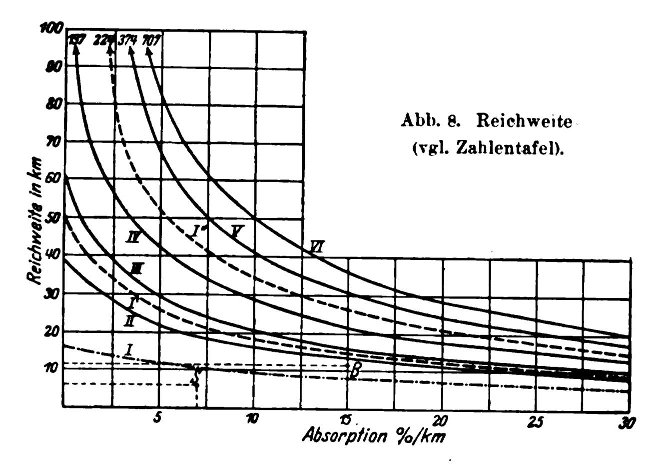


Abb. 8. Reichweite (vgl. Zahlentafel).

Fernversuch durch Vorsetzen von Lochscheiben vor die Linse des Empfängers die Hörbarkeit auf einen der angegebenen Hörbarkeitsgrade herabzusetzen und den dafür erforderlichen Schwächungsfaktor festzustellen. Das diesem Hörbarkeitsgrad zugehörige $E_{g\,(\min)}$, dividiert durch diesen Schwächungsfaktor, gibt den tatsächlich vorhandenen Wert von $E_{g\,(\min)}$, der, in Gl. (1) eingesetzt, den angenäherten Wert der Absorption finden läßt. So entspricht beispielsweise der Punkt S in Abb. 8 einem Fernversuch (2. IV. 1928) bei $r = 6{,}1$ km (Hörbarkeit übernormal) einer Absorption $a \approx 7$ %/km, der Punkt B einem Fernversuch (5. IV. 1928) bei $r = 11{,}5$ km (Hörbarkeit etwas unter normal) einer Absorption $a \approx 15$ %/km. Die Kurven $II \ldots VI$ in Abb. 8 zeigen für normale Hörbarkeit den nach Gl. (1) berechneten Zusammenhang $r = f(a)$, wenn beim Sender einige verschieden große Goerz-Scheinwerfer mit Parabolglasspiegeln und Goerz-Beck-Kohlen, deren wichtigste Daten in der untenstehenden Zahlentafel angegeben sind, zur Anwendung kommen und die elektrische Verstärkung beim Sender so gewählt würde, daß wieder $I_w/I_g = 1/5$ wäre und derselbe Empfänger wie früher benutzt würde.

Kurve	Kohlendmr. mm	Lichtbogen I_g Amp.	Lichtbogen E_g Volt	Spiegeldmr. cm	Lichtstärke J_g Hefnerk.	$I_w = \frac{I_g}{5}$ bei $f = 1170$ $\cos\varphi = 0{,}48$
	Versuch-Spiegellampe mit Goerz-Beck-Kohlen					
I	6, 6	30	40	20	1 . 10⁶	6 A
	Scheinwerfer mit Goerz--Beck-Kohlen					
II	3, 3	15	45	25	6 . 10⁶	3 A
III	6, 6	30	55	35	15 . 10⁶	6 „
IV	9, 8	60	60	60	75 . 10⁶	12 „
V	16, 14	225	90	110	560 . 10⁶	45 „
VI	18,5, 16	300	100	200	2000 . 10⁶	60 „

Zellenspannung 13 V unter der Zündspannung
Beschriebene Empfangseinrichtung als Empfänger.

Der Verfasser zeigt in seiner Arbeit auch noch, wie für irgendeinen vorliegenden Fall die Senderröhrenleistung, die Größe des Kondensators, kurz die ganze Übertragungsanlage vorausberechnet werden können, wenn der Wechselstromwiderstand R_{wl} des Lichtbogens und die in der Achse des Scheinwerfers vorhandene Lichtstärke J_g bekannt sind. (K. Zickler, El. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 769 u. 793.) *Sb.*

Hochspannungstechnik.

Überspannungsmessungen. — Im 55 kV-Netz der Puget Sound Power & Light Company, das mit isoliertem Nullpunkt betrieben wird und eine Gesamtleitungslänge von 570 km besitzt, sind im Sommer 1927 Überspannungsbeobachtungen mittels Klydonographen durchgeführt worden, über die Rader und Wilfley berichten. Ein Klydonograph mit 3 Spitzen und Filmregistrierung wurde an die drei Leitungsphasen über Potentiometer nach Abb. 9 angeschlossen. Die Potentiometer bestanden aus zwei übereinander angeordneten Ringen von etwa 1,4 m Dmr. aus Eisenrohr (38 mm Dmr.), der untere Ring konnte gegen den oberen verschoben werden. Die Verfasser beschreiben kurz die Eichung dieser Potentiometer, die mit Hilfe einer Funkenstrecke vorgenommen wurde, und geben die erhaltenen Eichkurven wieder. Für den Klydonographen selbst lagen bereits fertige Eichkurven vor.

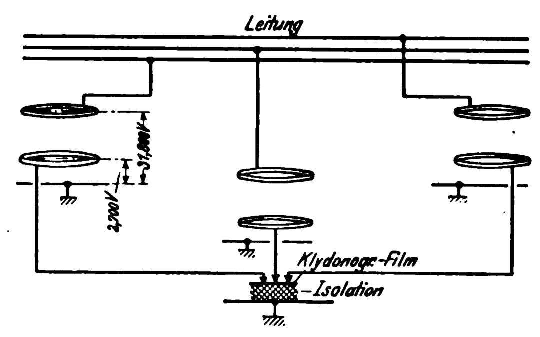


Abb. 9. Schaltung eines Dreifach-Klydonographen.

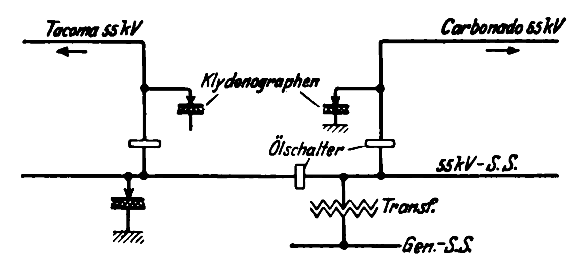


Abb. 10. Verteilung der Klydonographen im Kraftwerk White River.

Zuerst wurden in dem 60 000 kW-Kraftwerk White River drei dreiphasige Klydonographen angeschlossen und während mehrer Wochen dort belassen; die Schaltung zeigt Abb. 10. Später wurden die Apparate auf noch zwei andere Werke verteilt. In dieser Zeit wurden Überspannungen durch verschiedene Schalthandlungen an verschiedenen Stellen des Netzes künstlich erzeugt. Praktisch jeder dieser 144 Versuche rief Schaltwellen hervor, die zwischen dem 1 ... 3,9fachen der Betriebspannung lagen, und zwar in folgender Verteilung:

3 ... 4 fache Überspannung in 8,3 % der Fälle
2 ... 3 „ „ „ 26,6 % „ „
1 ... 2 „ „ „ 65,1 % „ „ .

Ein Ansprechen der Überspannungsableiter erfolgte in keinem Falle. Nach Abschluß dieser Versuche wurden die Klydonographen an drei Stellen im Netz eingebaut und in dauerndem Betrieb gelassen. Während dieser Zeit wurden 22 Störungen durch Kurzschlüsse, Erdungslichtbogen und Durchführungsfehler registriert; die höchste gemessene Überspannung auf einer Phase betrug das 4,9fache der Normalspannung. Diese durch Störungen hervorgerufenen Überspannungen erwiesen sich als ernsthafter als die durch Schaltungen willkürlich erzeugten: 26 % der Wellen zeigten mehr als 3fache Normalspannung, und zwar trugen hierzu die Erdschlußlichtbogen in besonders hohem Maße bei. (R. Rader u. V. B. Wilfley, El. World Bd. 91, S. 1281.) *Wi.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Versuchsanlagen des Forschungsinstituts für Wasserbau und Wasserkraft am Walchensee. — Für den 19. X. hatte das Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft eine Kommission zur Besichtigung seiner s. Z. im Bau befindlichen Versuchsanlagen im Obernachtal eingeladen.

Das Blockhaus für die örtliche Betriebsleitung ist bereits fertiggestellt. Es enthält neben Bureau- und Lagerräumen auch eine Werkstätte und Wohngelegenheit für Angestellte und Arbeiter des Instituts und macht in seiner äußeren Form wie in seiner Innenausstattung trotz der geringen Baukosten einen außerordentlich günstigen Eindruck.

An den Versuchsbauten wird seit Anfang August dieses Jahres gearbeitet. Zur Fassung des für die Versuche benötigten Wassers wird vom Isarüberleitungskanal des Walchenseewerks ein Einlaufkanal für 8 m³/s abgezweigt, der das Wasser in ein 1400 m³ großes Verteilungsbecken führt. Von hier aus sollen die verschiedenen Versuchsgerinne und Versuchsbauten, die von Fall zu Fall zu errichten sind, mit Wasser versorgt werden. Als wichtigstes Gerinne ist z. Z. ein Kanal mit 600 m Länge im Bau, der teils als Erdkanal, teils als betonierte Kanalstrecke ausgebildet ist. Der Kanal endigt in einem Meßbecken, das mit 1200 m³ Inhalt in dieser Größe bisher noch nirgends ausgeführt wurde. Es ist mit Hilfe dieses Behälters möglich, auch für große Wassermengen genaue hydraulische Untersuchungen durchzuführen.

Nach Fertigstellung der Bauanlagen können auf dem Versuchsgelände wichtige Probleme, z. B. über Hochwasserfreilegung von Städten usw., bearbeitet werden.

Das Forschungsinstitut hatte auch jetzt schon Gelegenheit, umfangreiche Untersuchungen an vorhandenen Wasserbauten und Kraftwerksanlagen, z. B. an den Anlagen des Walchenseekraftwerks, der Mittleren Isar A. G., des Leitzachwerks usw., durchzuführen. Solche Versuche an ausgeführten Anlagen werden auch späterhin nach Inbetriebnahme der eigenen Versuchsanlagen im Obernachtal fortgesetzt werden.

Schon die ersten Arbeiten des Instituts haben wertvolle Ergebnisse gezeitigt und dem Institut Gelegenheit geboten, enge Beziehungen mit ersten Fachmännern nicht nur in Deutschland sondern auch im Ausland anzuknüpfen (Österreich, Schweden, Schweiz, Amerika usw.). Wie sehr die Bedeutung des Forschungsinstituts trotz seines kurzen Bestehens auch im Ausland gewürdigt wird, geht daraus hervor, daß Clemens Herschel, einer der berühmtesten Fachgelehrten in den V. S. Amerika bei einer Besprechung über die Zukunft der hydraulischen Versuchsanstalten in der Zeitschrift Engg. News Record erwähnt: „Die Obernach-Versuchsanstalt verkörpert nach meiner Ansicht den größten Fortschritt in hydraulischen Forschungen seit der Zeit, als James B Francis mit seinen Versuchen in den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts in Lowell, Massachusetts, aufhörte.“ *of*

Verschiedenes.

Besucherzahlen der deutschen Technischen Hochschulen. — In der nachstehenden Zahlentafel bringen wir die Übersicht über den Besuch der deutschen Technischen Hochschulen und Bergakademien im Sommersemester 1928. Eine irgendwie bemerkenswerte Änderung gegenüber dem letzten Bericht[1] ist nicht zu verzeichnen. Die Erhöhung der Zahl besonders der Berliner Studierenden beruht darauf, daß auch die jeweils beurlaubten Studierenden bei sämtlichen Hochschulen einbezogen worden sind (in Berlin 739 Studierende). Die Besucherzahlen halten sich nach wie vor auf einer Höhe, die zu schweren Bedenken Anlaß gibt und die von uns nach dem Schlinkschen Bericht ausgesprochene Warnung weiter zu Recht bestehen läßt. Im Zusammenhang hiermit sei auch auf den sehr lesenswerten Aufsatz „Die Verschulung Deutschlands“ von E. Spranger[2] hingewiesen, der sich zwar weniger an den Einzelnen wendet, als vielmehr an die Gesamtheit der am deutschen Schulwesen interessierten Kreise, und der die wirtschaftlichen und moralischen Nachteile der übertriebenen Wertung der Schulbildung aufzeigt.

Energiewirtschaft.

Die Versorgung Wiens mit hydraulischer Energie. — Der jährliche Energiebedarf Wiens beträgt bei einer Höchstbelastung von 165 000 kW rd. 500 Mill. kWh, von denen etwa 400 kalorisch und der Rest hydraulisch erzeugt werden. Es kann jedoch mit einer Verdreifachung des bestehenden Verbrauches gerechnet werden. Wien liegt in der Nähe der größten Wasserkräfte Europas, und da Österreich auf Kohleneinfuhr angewiesen ist, kommt für die Versorgung Wiens in erster Reihe hydraulische Energie in Betracht. Auf Grund von theoretischen Untersuchungen werden die Bedingungen zur Versorgung Wiens mit hydraulischer Energie wie folgt aufgestellt: 1. Es sollten hydraulische Grundkraftwerke errichtet werden, deren jährliche Leistung wenigstens so groß sein sollte wie der jeweilige Energiebedarf der Stadt; dementsprechend sollte zunächst ein Wasserkraftwerk von 400 bis 600 Mill. kWh gebaut werden, dessen Jahreserzeugung sich eventl. durch sukzessiven Ausbau anderer Wasserkräfte auf 1500 Mill. kWh steigern ließe. 2. Die ausgebaute Leistungsfähigkeit sollte gegen Wasserschwankungen entweder durch Tagesspeicherung oder durch Errichtung eines Pumpenspeicherwerkes in Wien gesichert werden. 3. Die Kosten der in einem Laufkraftwerk erzeugten Kilowattstunde dürfen ab Wien 1,8 Pf nicht übersteigen; falls jedoch die Ausbauleistung des Wasserkraftwerkes gegen Wasserschwankungen im Wege einer natürlichen oder durch Pumpen erzielten Speicherung gesichert wird, verträgt die Kilowattstunde einen Höchstpreis von rd. 3 Pf.

Es liegen von österreichischen Ingenieuren vorgeschlagene oder bereits ausgearbeitete Pläne vor, welche diese Bedingungen erfüllen könnten. Die mächtigste Energiequelle bietet hierfür die Donau mit einer Mindestwassermenge von 650 bis 750 m³/s bei einem Gefälle von 0,415 m/km. Die bekanntesten Pläne beziehen sich auf Anlagen bei Aschach, Persenburg und Struden mit direkt am Wehr liegenden Kraftwerken (Kachlet-Type), ferner bei Tullnerfeld und Marchfeld mit offenem Einlaß und Seitenkanal. Falls diese Werke ausgebaut werden sollten, könnte ein Pumpenspeicherwerk z. B. am Leopoldsberg in Wien mit einer Druckhöhe von 240 m zur Deckung der Spitzen bzw. zur Sicherung der Ausbauleistungsfähigkeit der Laufkraftwerke errichtet werden. Es wurden auch Großkraftwerke mit Tagesspeicherung vorgeschlagen. Die Leitung der städtischen Elektrizitätswerke hat schon vor Jahren die Pläne zum Ausbau eines Enns-Kraftwerks angefertigt, welches mit einem Gefälle von 200 m jährlich 600 Mill. kWh abgeben könnte; diese Wasserkraft liegt jedoch rd. 200 km von Wien entfernt. Es wurden auch

[1] ETZ 1928, S. 662.
[2] VDI-Nachr. Bd. 8, Nr. 32, S. 1.

Techn. Hochschule	Allgem. Wissenschaften	Architektur	Bauingenieurwesen	Bergbau	Hüttenkunde	Chemie und Pharmazie	Elektrotechnik	Maschinenbau	Schiffs- und Schiffsmaschb.	Summe der Studierenden I	Hörer und Gäste II	Ausländer in I u. II III
Aachen	68	72	116	96	229	49	113	204	—	947	542	86
Berlin	261	367	696	272	131	322	1306	1687	322	5364	573	667
Braunschweig	147	100	123	—	—	203	160	291	—	1024	38	79
Breslau	53	—	59	72	105	102	157	286	—	834	58	57
Clausthal	10	—	—	275	123	—	—	—	—	408	6	6
Danzig	140	120	238	—	—	137	273	431	190*	1529	129	—**
Darmstadt	411	219	268	—	—	211***	507	707†	—	2323	228	180
Dresden	1188	172	229	—	—	273	843		—	2705	332	345
Freiberg	—	—	—	201	97	—	—	—	—	298	12	87
Hannover	87	156	306	—	—	122	405	722	—	1798	125	76
Karlsruhe	73	168	159	—	—	118	270	422	—	1210	122	125
München	851††	319	580	13		298	711	1197†††	—	3969	171	357
Stuttgart	172	295	237	—	6	209	230	519	—	1668	321	89
									Sa.	24 077	2 657	

* Einschl. Flugtechnik.
** Nicht mitgeteilt.
*** Darunter 74 Papieringenieure.
† Darunter 7 Gasingenieure.
†† „ 161 Landwirte und 445 Wirtschafts-Wissenschaftler.
††† „ 90 Masch.-Elektroingenieure.

Donau-Wasserkräfte in Wien und Umgebung unter Benutzung der Überschwemmungsgebiete zur Tagesspeicherung in Vorschlag gebracht; eine solche Tagesspeicherung wäre aber nur dann zweckdienlich, wenn selbst bei Mindestwasser etwa 180 m³ Wasser dem Donaubett entnommen werden dürften. (Vortrag, gehalten im Wasserwirtschaftsverbande der österreichischen Industrie, Wien, von Dr.-Ing. Michael Seidner.) *Sb.*

Die nordamerikanische Elektrizitätswirtschaft im 1. Halbjahr 1928[1]. — Nach den von El. World[2] mitgeteilten und in der folgenden Übersicht zusammengestellten Beträgen haben die Elektrizitätsunternehmungen der V. S. Amerika im 1. Halbjahr 1928 zusammen 39,706 Milliarden kWh erzeugt, d. s. 8,1 % mehr wie in der gleichen Zeit des Vorjahrs (36,719 Milliarden kWh). Die Zunahme ist geringer als damals, wo sie im Vergleich zu derselben Periode von 1926 11,3 % ausmachte Der Verbrauch von Kohle und Öl ist zurückgegangen, letzterer indessen nicht so erheblich wie im Vorjahr, dagegen hat sich der Gaskonsum kräftiger erhöht als im ersten Halbjahr 1927. Auch die nutzbare Stromabgabe von 32,697 Milliarden kWh (30,225 i. V.) ist bei 8,1 % nicht so gewachsen wie in letzterem, das eine Steigerung um 13,5 % aufwies. Merklich abgenommen hat ferner der Zuwachs der Kraftlieferung, u. zw. von 18,5 auf 10,1 %, sowie der des Zukaufs elektrischer Arbeit. Die Gesamtroheinnahme zeigt diesmal eine Steigerung um 7,3 % gegen 10,5 % im ersten Halbjahr 1927, und die Gesamtkosten des Betriebs und der Unterhaltung haben sich nur um 3,6 % vermehrt gegenüber 8,7 % in derselben Periode des Vorjahres. Bei den Einzelwerten ist zu beachten, daß in der Summierung der Roheinnahmen und des Absatzes an andere öffentliche Werke für den Wiederverkauf bis zu einem gewissen Grade eine Doppelberechnung liegt, daß ferner in den Ausgaben für Betrieb und Unterhaltung Zinsen, Steuern, Abschreibungen bzw. Schuldentilgung nicht einbegriffen sind. Die nach Angaben des U. S. Geological Survey genannten Werte der Erzeugung beziehen sich auf die Produktion aller öffentlichen Werke ohne die der elektrischen Bahnen, des „reclamation service" und der Industrieanlagen.

Betriebsergebnisse	Einheit	1. Halbjahr 1928	1. Halbjahr 1927	Zunahme %
Erzeugung der Wasserkraftwerke	Mill. kWh	16 702,8	14 699,9	13,6
Erzeugung der Wärmekraftwerke	„	23 003,3	22 019,4	4,5
Verbrauch von Kohle	1000 s.t	17 963,1	18 181,5	— 1,2
„ „ Öl	1000 hl	4 689,2	5 227,3	—10,3
„ „ Gas	Mill. m³	913,1	744,7	22,6
Gesamterzeugung	Mill. kWh	39 706,1	36 719,3	8,1
Nutzbare Stromabgabe	„	32 696,9	30 225,3	8,1
davon für Licht	„	8 246,0	7 602,0	8,4
„ „ Kraft	„	21 350,9	19 389,3	10,1
„ „ Bahnen	„	3 100,0	2 979,0	4,1
Stromaustausch zwischen den Gesellschaften und Leitungsverluste	„	7 010,0	6 494,0	7,9
Zugekaufte elektrische Arbeit für Wiederverkauf	„	7 319,0	6 564,0	11,5
Gesamtroheinnahme	Mill. $	943,2	878,9	7,3
u. zw. aus dem Absatz von Licht	„	533,4	502,2	
aus dem Absatz von Kraft	„	310,7	285,7	
aus dem Absatz an Bahnen	„	32,1	31,1	
aus dem Absatz an andere öffentliche Unternehmungen	„	67,0	59,9	
Gesamtkosten des Betriebs und der Unterhaltung	„	390,5	376,9	3,6

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1893.
[2] Bd. 92, 1928. S. 383.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Die werbenden Anlagen der Überlandzentrale Pommern A. G., Stettin, bestanden Ende 1927 aus 4 Dampfkraftwerken (Stralsund, Swinemünde, Belgard und das gepachtete Neubrandenburg) mit 59 120 kVA, zuzüglich einer Höchstleistung von etwa 13 200 kW vom Großkraftwerk Stettin, ferner aus 8 Wasserkraftwerken mit 16 485 kVA.

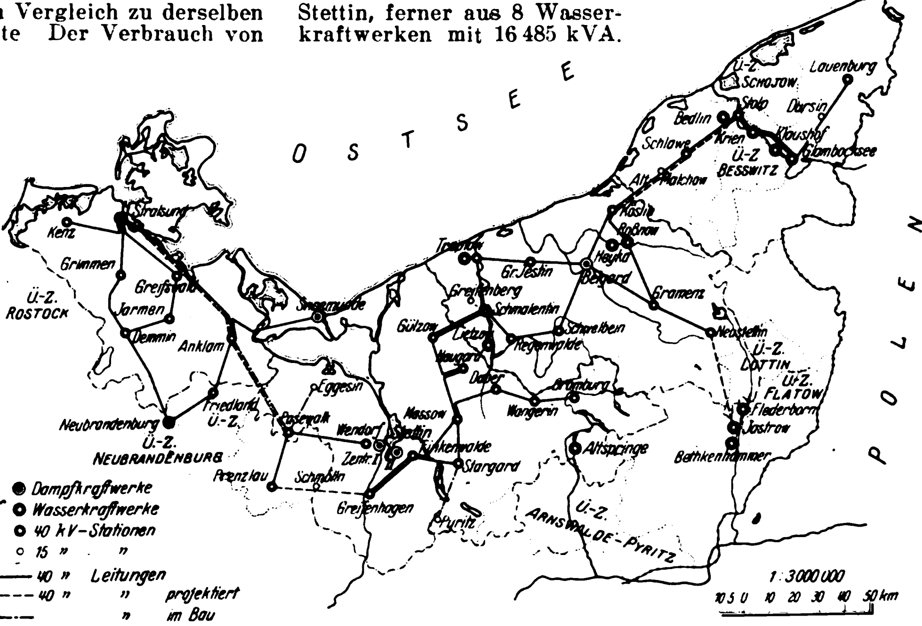


Abb. 11. Kraftwerke, Umspannstationen (40 kV sowie einzelne für 15 kV) und 40 kV-Leitungsnetz der Überlandzentrale Pommern A. G. Ende 1927.

Außerdem standen die Kraftwerke Glambocksee und Heyka mit zusammen 5474 kVA zur Verfügung. Dazu kamen 30 Umspannstationen für 40 kV und 48 Schaltstationen für 15 bzw. 10 kV. Das in Abb. 1 nach dem Geschäftsbericht wiedergegebene 40 kV-Netz war 1290 km, das Mittelspannungsnetz (15 und 10 kV) 12 135 km lang. Versorgt wurden 2924 Güter, 2099 Gemeinden und Genossenschaften mit rd. 5,1 Mill. Morgen u. d. Pflug, 92 Städte, 2 Straßenbahnen und etwa 1500 industrielle Anlagen bzw. Einzelabnehmer. Die Dampfkraftwerke haben 63,687, die Wasserkraftwerke 33,374 Mill. kWh erzeugt; vom Großkraftwerk Stettin wurden 44,647, von gepachteten Wasserkraftwerken und der Glambocksee G. m. b. H. 15,422 und von sonstigen Werken 4,760 Mill. kWh bezogen, so daß sich im ganzen 161,890 Mill. kWh ergeben (144,265 i. V.). 125,739 Mill. kWh, d. s. 13,5 % mehr als 1926 (110,887 Mill. kWh) hat die Berichterstatterin nutzbar geliefert, davon 37,580 an landwirtschaftliche Verbraucher, 34,184 an Städte und Elektrizitätswerke und 39,990 Mill. kWh an Groß- und Kleingewerbe. Die Umformungs- und Netzverluste betrugen im Durchschnitt 22,3 % des Energiebedarfs; gegenüber dem Mittelmaß haben die Wasserkraftanlagen durchschnittlich 30 % mehr geleistet. Die Einnahmen aus Stromlieferung stellten sich mit 15 844 262 RM um 7 % höher als im Vorjahr (14 775 958 Reichsmark) und die aus Verschiedenem auf 498 744 RM (393 569 i. V.). Bei 1 809 682 RM Reingewinn (1 809 769 i. V.) kamen wieder 2,5 % Dividende auf 74 Mill. RM Aktienkapital zur Verteilung.

„Zur Frage der Unterteilung eines stark wechselnd belasteten Elektrizitätswerkes in Grund- und Spritzenkraftwerk." — Auf Grund von zahlenmäßigen Annahmen und Angaben, welche einem Aufsatze von Büchi (Z. VDI Bd. 70, 1926, S. 1053) entnommen wurden, untersucht Dr.-Ing. W. Zimmermann die Ausbau- und Kostenverhältnisse der in Grund- und Spitzenkraftwerke unterteilten Energieerzeugung für den Fall, daß die Grundenergie von Wasserkraft- bzw. von Dampfkraftwerken erzeugt wird und zur Deckung der Spitzen Diesel- bzw. Dampf-

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1693.

kraftwerke dienen. Die Berechnungen werden für die Belastungsverhältnisse eines Verbrauches mit 4000 bzw. 2700 Benutzungsstunden durchgeführt; für Abschreibung, Erhaltung, Personal- und für allgemeine Unkosten werden bei den Spitzenkraftwerken niedrigere Beträge in Rechnung gestellt als bei Grundkraftwerken. Die recht übersichtlichen Kostenkurven der einzelnen Verbundbetriebe haben Kleinstwerte, darauf hinweisend, daß die Summenkurve der Erzeugungskosten der Grund- und Spitzenkraftwerke bei einer gewissen Unterteilung ein Minimum besitzt. Aus den Kurven lassen sich folgende Ergebnisse entnehmen: 1. Mit Hilfe einer Unterteilung der Erzeugung kann gegenüber der nicht unterteilten Produktion eine Kostenersparnis von 10 bis 20 % erzielt werden. 2. Die Ersparnisse sind bei Elektrizitätswerken mit geringen Benutzungsstunden größer; eine Unterteilung wäre somit in erster Linie bei der Erzeugung von Energien mit einem niedrigen Belastungsfaktor am Platze. 3. Diesel-Spitzenkraftwerke gewähren größere Ersparnisse als Dampfspitzenwerke. 4. Die Teilungslinie schiebt sich um so näher der Abszissenachse und hiermit wird dem Spitzenkraftwerk eine um so größere Energiemenge zur Erzeugung zugewiesen, je billiger es arbeitet: demgemäß sollten Diesel-Spitzenkraftwerke höher ausgebaut werden als Dampfspitzenwerke. 5. Falls bei einem Kraftwerk, welches die volle Energie zu produzieren hat, zu Lasten der Spitzenerzeugung dieselben Ermäßigungen in Rechnung gestellt werden wie bei gesonderten Spitzenkraftwerken, dann zeigen sich bei dem ungeteilten Dampfkraftwerk dieselben Ersparnisse wie bei einer geteilten Energieerzeugung. (Elektrizitätswirtsch. Bd. 27, 1928, S. 129, 163.) *Sr.*

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13302.

Einladung

zu einer gemeinsamen Festsitzung des Elektrotechnischen Vereins e. V. und der Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens e. V. am Dienstag, dem 27. November 1928, abends 7½ Uhr, im großen Sitzungssaal des ehemaligen Herrenhauses in Berlin W 9, Leipziger Str. 3.

Tagesordnung:

1. Verleihung der Heinrich-Hertz-Medaille.
2. Vortrag des Herrn Universitätsprof. Dr. E. Schrödinger über „Neue Wege in der Physik" (Atomistik, Quantentheorie, korpuskulares und undulatorisches Bild der Materie, Kausalproblem).

Mit Rücksicht auf die beschränkte Zahl von Plätzen in dem Sitzungssaal ist der Zutritt nur gegen besondere Eintrittskarten gestattet, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins in Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, erhältlich sind. **Die Mitgliedskarten berechtigen allein nicht zum Zutritt.**

Im Anschluß an die Festsitzung findet ein zwangloses Beisammensein (bei kaltem Büfett mit Bier) im Speisesaal und in der anschließenden Wandelhalle des Landtagsgebäudes statt. Die Eintrittskarte in den Speisesaal, die zur Beteiligung am Büfett (ohne Getränke) berechtigt, kostet 3,50 RM und ist bis spätestens 23. November mittags ebenfalls bei der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins zu beziehen (Postscheckkonto Berlin Nr. 13302). Ein Verkauf von Teilnehmerkarten am Festabend findet nicht statt.

Dunkler Anzug erbeten.

Die Garderobengebühr trägt der Elektrotechnische Verein.

Elektrotechnischer Verein e. V.

Der Vorsitzende:

K. W. Wagner.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68. Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327. Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Handgeräte.

Unter Berücksichtigung der auf die Veröffentlichung in der ETZ 1928, S. 664 eingegangenen Einsprüche hat die Kommission für Handgeräte eine Neufassung der §§ 3 und 4 der „Vorschriften für Christbaum-Beleuchtungen" vorgenommen. Der neue Wortlaut wird nachstehend bekanntgegeben.

Der Vorstand hat die neue Fassung genehmigt. Die Änderungen treten am 1. Dezember 1928 in Kraft.

Änderung der „Vorschriften für Christbaum-Beleuchtungen".

§ 3a.

Zum Anschluß der Christbaumbeleuchtung sind Steckvorrichtungen zu verwenden, die gegen eine Berührung spannungsführender Teile schützen.

1. Zum Anschluß der Christbaumbeleuchtung an die Wandsteckdose soll eine besondere Anschlußleitung verwendet werden. Hierfür sind runde NSA-Leitungen oder NLHG-Leitungen zu benutzen.

§ 4a.

Als Leitung innerhalb der Christbaumbeleuchtung sind mehrdrähtige Fassungsadern NFA mit mindestens 0,75 mm² Querschnitt zu verwenden.

*) Bis zum 31. Dezember 1929 ist für die Leitungen innerhalb der Christbaumbeleuchtung ein Querschnitt von mindestens 0,5 mm² noch zulässig.

1. Die Leitungslänge zwischen den einzelnen Fassungen soll mindestens 50 cm sein.

2. Die Leitung zu den Endfassungen soll mindestens 1,5 m lang sein.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Der Generalsekretär:

P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Betrifft: **Installations-Selbstschalter.**

Zu der von der VDE-Prüfstelle in der ETZ 1928, H. 44, veröffentlichten Mitteilung betr. Installations-Selbstschalter der Firma Bergmann-Elektricitätswerke A. G., Berlin, wird noch ergänzend mitgeteilt, daß es sich dabei nur um eine Ausführung, und zwar für 6 A 250 V Gleichstrom und 380 V Wechselstrom, handelt.

Dieser Sockel-Selbstschalter entspricht (wie in der obenerwähnten Veröffentlichung bereits mitgeteilt wurde) lt. Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den „Leitsätzen für Installations-Selbstschalter".

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein zu Aachen 28. XI. 1928, abds. 8 h, Hörsaal des Elektrotechn. Inst. d. T. H.: Lichtbildervortrag Dr. Birnbaum, „Die neuen Laboratorien und Prüffelder der A. G. Kabelwerk Duisburg sowie das neue Dehnungskabel".

Elektrotechn. Verein zu Breslau. 27. XI. 1928, abds. 8h, gr. Hörsaal d. Elektrotechn. Inst. der T. H.: Mitgliederversammlung. Vortragsthema liegt noch nicht fest.

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 27. XI. 1928, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H.: Vortrag Obering. L. Riefstahl, „Stand der Elektrizität im landwirtschaftl. Außenbetrieb."

Röntgen,Vereinig. zu Berlin u. Ärztl. Verein für Strahlenkunde. 29. XI. 1928, abds. 8 h, Langenbeck-Virchow-Haus. kl. Saal, Luisenstr. 58/59: a) Vortrag Chaoul, „Untersuch. über das normale Schleimhautrelief des Magens und einige patholog. Befunde" (Aussprache). b) Vortrag Frik, „Demonstrat. aus der prakt. Röntgendiagnostik". c) Vortrag Kirschmann, „Untersuch. über das Ultravioletterythem".

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Kurzschlußkräfte an Wandlern und Transformatoren und der Verlauf der Feldstärke im Streuraum.

In der Arbeit des Herrn LIEBOLD, ETZ 1928, S. 134, ist versucht worden, das bekannte Problem der Kurzschlußkräfte auf energetischer Grundlage zu behandeln, ohne die Arbeit auf dieser Basis konsequent bis zum Ende durchzuführen. Da diese Arbeit sowohl in ihren theoretischen Grundlagen als auch in ihren praktischen Folgerungen in krassem Gegensatz zu den bisher erschienenen Arbeiten sowie zu den gemachten Erfahrungen steht, kann man nicht umhin, kritisch dazu Stellung zu nehmen. Soweit es der verfügbare Raum erlaubt, soll auf einige Punkte eingegangen werden.

1. Der vom Verfasser angegebene Verlauf der Feldstärke längs einer Wicklung (S. 137, Abb. 11) entspricht nicht der Wirklichkeit. Offensichtlich wurde der Einfluß der benachbarten Eisenmassen vernachlässigt. Als Richtigstellung sei folgendes bemerkt: Die Feldstärke kann in jedem Punkte in eine axiale und radiale Komponente zerlegt gedacht werden. Die Größe der axialen Komponente ist längs der ganzen Wicklung praktisch konstant und sinkt am oberen und unteren Ende der Wicklung asymptotisch rasch auf Null. Die Größe der radialen Komponente ist in der Mitte der Wicklung Null und in der Nähe der Anfänge und Enden am höchsten, wobei zu beachten ist, daß die Richtung der radialen Komponente am Anfang und Ende entgegengesetzt ist. Dieser oben angegebene Verlauf der Feldstärke wird bekanntlich durch den Rogowski-Faktor in Rechnung gezogen. Im Falle einer konzentrischen Wicklung, wie sie der Verfasser für sein Zahlenbeispiel (S. 136 u. 137) verwendet, wäre der Rogowski-Faktor 0,93, was einer Korrektur von nur 7 % entspricht.

2. Um nun das Kräftespiel der ersten Wicklung auf die zweite Wicklung zu ermitteln, macht der Verfasser die unter Punkt 1 erwähnte Annahme, daß sowohl die erste als auch die zweite Wicklung den auf S. 137, Abb. 11, angegebenen Verlauf der Feldstärke aufweist. Demnach wäre die axiale Zerreißkraft bei gleich langen und nicht axial verschobenen Wicklungen (Abb. 4 ... 8 bei LIEBOLD) ein Maximum, da die durch den Schnittpunkt S (Abb. 7 bei L.) sich ergebenden Feldstärken $\mathfrak{H}_1$ und $\mathfrak{H}_2$ in diesem Falle am größten sind, wie in Abb. 6 (bei L.) auch angegeben. Ferner müßte bei zunehmender axialer Verschiebung der Wicklungen (Abb. 6 und 7 bei L.) die axiale Zerreißkraft kleiner werden, da die durch den Schnittpunkt S sich ergebenden Feldstärken $\mathfrak{H}_1$ und $\mathfrak{H}_2$ kleiner werden. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse aber anders. Bei nicht axial verschobenen und gleich langen Wicklungen sowie bei vollkommen symmetrischer AW-Verteilung (nebenst. Abb. I) tritt theoretisch im Gegensatz zur Angabe des Verfassers (s. a. S. 135 links unten) eine axiale Zerreißkraft nicht auf, sondern eine radiale Sprengkraft (Abb. I). Ferner erfährt jede Wicklung für sich noch eine Kontraktion in axialer Richtung dadurch, daß die benachbarten Leiter ein und derselben Wicklung sich anziehen. Jedoch kann diese Kontraktionskraft vernachlässigt werden. In der Praxis werden natürlich die Wicklungen aus fabrikatorischen Gründen nie genau gleich lang ausfallen und werden immer auch etwas gegeneinander axial verschoben sein. Ferner kann von einer vollkommen symmetrischen AW-Verteilung praktisch nicht die Rede sein. Diese Ungleichheiten in der Länge der Wicklungen und diese axialen Verschiebungen der Wicklungen gegeneinander sowie die AW-Unsymmetrie sind die wesentlichen Ursachen für das Auftreten von Axialkräften, die jedoch nur ein Bruchteil der oben erwähnten radialen Sprengkraft ausmachen. Folgende Betrachtungen sollen dies näher erläutern.

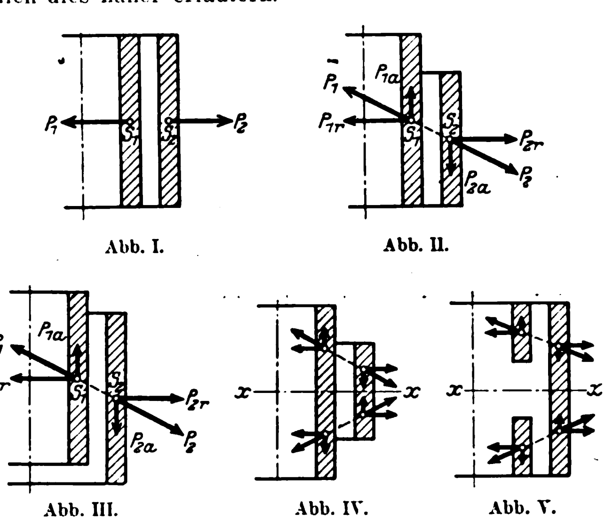


Abb. I. Abb. II. Abb. III. Abb. IV. Abb. V.

a) Abb. II zeigt eine Anordnung mit verschieden langen Wicklungen, Abb. III eine solche mit gleichlangen, aber axial verschobenen Wicklungen. Im Kurzschluß greifen die Kräfte P_1 und P_2 in beiden Fällen in den AW-Schwerpunkten S_1 und S_2 an, die angenähert mit den Schwerpunkten der Wicklungsquerschnitte zusammenfallen. P_1 und P_2 sind gleichgroß und entgegengesetzt und fallen in die Richtung der Geraden $S_1 S_2$. Eine Zerlegung von P_1 und P_2 in radialer und axialer Richtung ergibt das Axialkräftepaar P_{1a} und P_{2a} und das Radialkräftepaar P_{1r} und P_{2r}. Obwohl die Axialkräfte kleiner ausfallen als die Radialkräfte, so interessieren doch in erster Linie die Axialkräfte, weil die spezifisch mechanische Beanspruchung der axialen Wicklungsabstützungen infolge der kleinen Stützflächen höher ausfällt als diejenige der radialen Wicklungsabstützungen, die den Radialkräften genügend Fläche bieten. Wie ändern sich nun die Axialkräfte, wenn gleichlange Wicklungen angenommen werden, die von der Symmetrielage aus (Abb. I) axial gegeneinander verschoben werden (Abb. III)? Die Axialkräfte wachsen entgegen den Angaben des Herrn LIEBOLD mit zunehmender axialer Verschiebung, erreichen ein Maximum und nehmen wieder ab, wie dies aus dem oben richtiggestellten Feldverlauf hervorgeht.

b) Abb. IV stellt zwei Wicklungen von ungleicher Länge dar. Die innere Wicklung überragt aber unten und oben die äußere Wicklung um den gleichen Betrag. Es handelt sich hier um eine symmetrische Anordnung mit einer horizontalen Symmetrieachse x-x. Diese Wicklungsanordnung kann daher auf diejenige der Abb. II zurückgeführt werden, woraus sich dann das Kräftebild in der schon angedeuteten Weise ergibt. Die innere Spule wird, wie zu sehen ist, in diesem Falle durch eine axiale Zerreißkraft und die äußere Spule durch eine axiale Druckkraft beansprucht.

c) Abb. V soll die Kräftewirkung bei ungleichmäßiger AW-Verteilung zeigen. Auch dieser Fall läßt sich auf den der Abb. II zurückführen und ist im übrigen dem Falle der Abb. IV sehr ähnlich. Die inneren Spulen werden in axialer Richtung gegen die oberen bzw. unteren axialen Wicklungsabstützungen gedrückt, und die äußere Spule wird durch eine axiale Druckkraft beansprucht. Auf ähnliche Art lassen sich noch eine Menge von Problemen lösen, die sich aus der Kombination der oben angegebenen Elementarfälle ergeben.

3. Zum Schluß soll noch auf das Zahlenbeispiel (S. 136 und 137) von LIEBOLD eingegangen werden. Für $x = l$, also für nicht axial verschobene Wicklungen, errechnet er eine Axialzerreißkraft $P = 2220$ kg. In Wirklichkeit errechnet sich eine radiale Sprengkraft von 900 kg unter Zugrundelegung des Scheitelwertes des Kurzschlußstromes



entsprechend $J_{1\,eff} = 5000$ A. Die Radialhöchstkraft liegt in diesem speziellen Falle nur wenig höher, da die Dämpfung groß ist. Die auftretende Axialkraft ist bedeutend kleiner und beträgt 90 kg, wenn eine aus fabrikatorischen Gründen sich ergebende Unsymmetrie von 2 % angenommen wird.

Berlin-Oberschöneweide, 4. VI. 1928.

Dipl.-Ing. G. Ghisler.

Erwiderung.

Mir wird der Vorwurf gemacht, meine Arbeit auf energetischer Grundlage nicht konsequent durchgeführt zu haben. Wenn ich denselben Rechnungsgang, den ich bei der gedachten axialen Verschiebung angewendet habe, nicht auf die radiale Formveränderung übertrug, so hat dies seinen Grund darin, daß ich bei der rechnerischen Durchführung desselben wissen muß, in welcher Lage der Wicklungen zueinander ihre Wirkung aufeinander gleich Null ist. Bei einer radialen Verschiebung ist dies aber unmöglich, wenn ich die Rechnung nicht unnötig kompliziert und ungenau machen will. In Abb. 6 meiner Arbeit scheint es so, als ob das Eisen vernachlässigt sei. Die Windungen am Anfang und Ende der Wicklung liegen aber viel günstiger zum Eisenweg als die in der Mitte, so daß mit Eisen das Bild sich noch mehr an Abb. 6 anpassen würde, obgleich man im allgemeinen, wie ich sehr wohl weiß, immer mit konstantem Feldverlauf längs l rechnet. Um aber diese Ungenauigkeit wieder aufzuheben, setzt man für l korrigierte Werte ein, um die richtige MMK zu finden. Im folgenden scheint ein kleiner Irrtum vorzuliegen, wenn gesagt wird, daß in axialer Richtung überhaupt keine Beanspruchungen vorliegen. Wohl ist es richtig, daß die Gesamtwirkung z. B. auf die innere Spule gleich Null wird, wenn man zur symmetrischen Lage übergeht; aber deshalb bleibt immer die Zerreißkraft P in der Mitte bestehen, wie ich es auf S. 135, links unten, angegeben habe. Würden wir uns die innere Wicklung geteilt denken, so würde die linke Hälfte nach links, die rechte Hälfte nach rechts verschoben werden. Sind aber beide Hälften verbunden, so wird die Bewegung Null, somit muß auch die die Bewegung hervorrufende Kraft gleich Null sein. Dieselbe Kraft muß sich dann als reine Zugbeanspruchung in der inneren Wicklung äußern. Sollen diese axialen Zugbeanspruchungen nun nicht durch die Windungen selbst aufgenommen werden, so müssen die Abstützungen der Windungen in axialer Richtung dafür sorgen. Gemeint ist also in meiner Arbeit nicht die axiale Kraft, die durch die Unsymmetrie der Wicklungen hervorgerufen wird. Mit meinen Beispielen wollte ich keine Werte errechnen, die unbedingt für die vorliegenden Verhältnisse richtig sind, sondern nur die Anwendung der immerhin etwas verwickelten Beziehungen klarer machen. Um richtig zu rechnen, darf ich für Δ nicht den geometrischen Wert 2 setzen, sondern nach OSSANNA den Wert $\Delta + \frac{\Delta_1}{3} + \frac{\Delta_2}{3} = \frac{14}{3}$ cm.

Dann ergibt sich für $\mathfrak{H}_1$ (S. 137, links oben)

$$\mathfrak{H}_1 = 1630\ c\,g\,s.$$

In Gl. (11) ist mir insofern ein Fehler unterlaufen, als der Faktor 2, der in dem Ausdruck $20{,}4\ L_1 J_{1\,eff}^2$ steckt, nicht auf die linke Seite der Gl. (11), sondern auf ihre rechte Seite gehört, so daß Gl. (11) wirklich heißt:

$$10.2\ L_1 J_{1\,eff}^2 = 8\,F\,.\,10^{-8}\,\mathfrak{H}_1^2 \frac{\left(\frac{y}{2}+1\right)^2}{(y+1)}\,\frac{l}{2}$$

Dieser Fehler ist nicht beanstandet worden, er ändert auch nichts an den dem Rechnungsgang zugrunde liegenden energetischen Betrachtungen. Mit diesen Verbesserungen ergibt sich dann $y = 2$ und die maximale Zerreißkraft $P_{x=l} = 480$ kg. Die mittlere Zerreißkraft S wird $S = 11$ kg und $S_{max} = 44$ kg, da $p = 0{,}5$ kg wird.

Die Radialkraft auf die gesamte äußere Wicklung errechnet sich dann zu

$$p\,.\,2\pi r_2 l \frac{2 r_2}{2\pi r_2} = 2 r_2 p\, l = 22\,.\,40 = 880 \text{ kg.}$$

Daß eine Zerreißkraft in axialer Richtung tatsächlich auftritt, veranschaulichte mir ein praktischer Kurzschlußversuch an einem Wandler, wobei die innere Spule nach beiden Seiten die äußere überragte. Im Moment des Schaltens wurde die innere Spule fast genau in der Mitte nach beiden Seiten auseinandergerissen.

Bei meiner Arbeit kam es mir hauptsächlich auf den Wert y an, der an Transformatoren mit hoher Streuung, vor allen an Wandlern, meiner Meinung nach durchaus nicht den Wert Null hat, was einem konstanten Feldverlauf entspricht. Sondern je größer die Streuung, desto größer wird $\mathfrak{H}$ an der Stelle $x = \frac{l}{2}$ gegenüber den benachbarten Feldstärken sein, und desto mehr werden die Maximalbeanspruchungen von den auf die übliche Weise errechneten Beanspruchungen abweichen. Ein Fehler, den ich durch die Kenntnis von y wieder ausgleichen kann.

Dresden, 16. V. 1928. Rudolf Liebold.

Nachtrag. Zum Schluß möchte ich noch auf die Erläuterungen zu den Abbildungen des Herrn GHISLER eingehen. Meine Betrachtungen sollen sich dabei nur auf Abb. I beziehen, da selbige meinem Aufsatz zugrunde liegt. Wenn man in demselben Sinne wie Herr GHISLER die Feldstärken in axiale und radiale Komponenten zerlegt, so muß man vom Kräftespiel der einzelnen Windungen aufeinander ausgehen und dort diese Zerlegung vornehmen. Betrachten wir zu diesem Zweck Abb. VI. Der Einfachheit halber sollen beide Wicklungen nur aus vier Windungen bestehen, und Wicklung II soll festgehalten sein. Dann wirken auf Windung 1 in axialer Richtung die Windungen $2'$, $3'$ und $4'$; auf Windung 2 die Windungen $1'$, $3'$ und $4'$ usw. Dann sind:

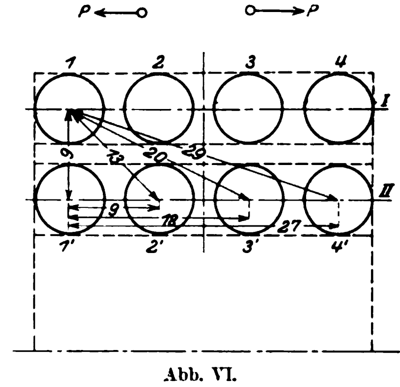


Abb. VI.

$$H_{2'\,auf\,1} = \frac{0{,}4\,\pi\,.\,2\,i\,.\,2}{13}\,c; \qquad \text{Kraft:} \quad P_{2'\,auf\,1} = C'\,H^2_{2'\,auf\,1}$$

$$H_{3'\,auf\,1} = \frac{0{,}4\,\pi\,.\,2\,i\,.\,2}{20}\,c; \qquad P_{3'\,auf\,1} = C'\,H^2_{3'\,auf\,1}$$

$$H_{4'\,auf\,1} = \frac{0{,}4\,\pi\,.\,2\,i\,.\,2}{29}\,c; \qquad P_{4'\,auf\,1} = C'\,H^2_{4'\,auf\,1}$$

Es wirken dann in axialer Richtung nach links auf Windung 1:

$$P_{2'\,auf\,1}\frac{9}{13} + P_{3'\,auf\,1}\frac{18}{20} + P_{4'\,auf\,1}\frac{27}{29},$$

auf Windung 2:

$$\frac{18}{20} P_{4'\,auf\,2} = P_{3'\,auf\,1}\frac{18}{20}.$$

Die linke Hälfte der Wicklung I, bestehend aus Windung 1 und 2, wird also mit der Kraft

$$P = \frac{9}{13} P_{2'\,auf\,1} + 2\,\frac{18}{20} P_{3'\,auf\,1} + \frac{27}{29} P_{4'\,auf\,1}$$

nach links abgestoßen. Die rechte Hälfte, bestehend aus den Windungen 3 und 4, wird aus Symmetriegründen mit derselben Kraft P nach rechts abgestoßen. Beide Kräfte halten sich, auf die ganze Spule bezogen, das Gleichgewicht, so daß eine Verschiebung der Wicklungen I und II gegeneinander in dieser Lage nicht stattfindet, wohl aber wirkt innerhalb der Spule eine Zerreißkraft P, die von den Abstützungen aufgenommen werden muß.

Dresden, 18. VI. 1928. R. L.

LITERATUR.

Besprechungen.

Wireless direction finding and directional reception. Von R. Keen. 2. erw. Aufl. mit 329 Textabb. u. 498 S. in 8°. Verlag von Iliffe & Sons, Ltd., London 1927. Preis geb. 21 S.

Die erste Auflage dieses Buches ist 1922 unter dem Titel „Direction and Position Finding by Wireless" erschienen; in der vorliegenden Auflage ist die Behandlung der Elektronenröhren fortgefallen. Das Buch umfaßt nahezu 500 Seiten und ist in 14 Kapitel eingeteilt. Die beiden ersten behandeln physikalische Grundlagen, technische Möglichkeiten und geschichtliche Angaben. Es folgen zwei Abschnitte über Rahmenempfang und die Bauweise der Drehrahmen. Das fünfte Kapitel ist den Goniometersystemen gewidmet, das nächste dem Kartenwesen. Hieran schließt sich ein Abschnitt über drahtlose Ortsbestimmung, ein kurzes Kapitel über Strahlwerfer und eine ausführliche Behandlung der Mißweisungen, die bei Dämmerung,

an der Küste und bei Flugzeugen beobachtet werden. Die folgenden drei Kapitel behandeln die technischen Einrichtungen der Peilstationen an der Küste, auf Schiffen und in der Luftschiffahrt; im 13. Kapitel sind die Fehlerquellen zusammengestellt, auf die man beim Richtempfang achten muß, und praktische Winke für ihre Erkennung und Beseitigung werden gegeben. Das letzte Kapitel bringt Angaben über geodätische und nautische Methoden und Geräte, ein zeitlich geordnetes Literaturverzeichnis sowie ein Inhaltsverzeichnis.

Die Darstellung ist außerordentlich anschaulich, wozu 329 gute Abbildungen viel beitragen. Mathematische Beweisführungen werden nicht gebracht. Die analytische Darstellungsweise ist fast vollständig vermieden; dafür wird viel Gebrauch von der geometrischen Behandlung gemacht, die sich auch gerade auf diesem Gebiete bestens bewährt. Theoretische und hypothetische Erörterungen nehmen weniger Raum ein, als es sonst in Büchern über drahtlose Telegraphie üblich ist. Vielleicht hat den Verfasser seine klare Kenntnis der Fehlermöglichkeiten funkentelegraphischer Empfänger, die in Kapitel 13 zusammengestellt sind, davon abgehalten, sich vom praktischen Gebiet zu entfernen. Die Auffassung der Probleme ist immer sachlich; z. B. wird die angebliche Richtwirkung der geknickten Marconi-Antennen lediglich historisch als ein Patentanspruch behandelt.

Das Buch ist aus gründlicher Sachkenntnis heraus für die Bedürfnisse der Praxis geschrieben und kann jedem Leser besonders empfohlen werden, der sich für die Brauchbarkeit der richtungstelegraphischen Methoden und Geräte interessiert. Kiebitz.

Geschichtliche Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik. Herausg. vom Elektrotechnischen Verein E. V. Bd. 1. Mit 99 Textabb., IV u. 98 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geh. 6 RM, geb. 7 RM.

Es ist hocherfreulich, daß der Elektrotechnische Verein den Beschluß gefaßt hat, die Herausgabe geschichtlicher Arbeiten aus dem Gebiete der Elektrotechnik zu fördern, und daß der Anfang mit den vorzüglichen Monographien von Schüler, „Die Geschichte der Transformators", und Stumpner, „Zur Geschichte des Elektrizitätszählers", gemacht wurde. Die Arbeiten enthalten eine Fülle von sorgfältig zusammengetragenem Material und sind nicht nur lehrreich, sondern auch sehr interessant geschrieben. Ein großer Teil von Schülers Geschichte des Transformators ist den Lesern der ETZ aus seinem Aufsatz im Jahrgang 1917 (S. 185) bekannt. Diese Arbeit wurde erweitert und durch vorzüglichen Bilderschmuck ergänzt. Neue sachliche Abbildungen sind beispielsweise der „Sekundär-Generator" von Gaulard und Gibbs aus einer Veröffentlichung vom Jahre 1884, dann die 10000 V-Ferranti-Anlage, die noch 30 Jahre nach ihrer Errichtung im Betrieb photographiert wurde. Die Bilder der bedeutenden Männer, die an der Entwicklung der Induktionsapparate und Transformatoren beteiligt waren, sind eine willkommene Zugabe. Die Arbeiten von Rühmkorff, Gaulard, Gibbs, Zipernowsky, Déri, Blathy, der deutschen, englischen und amerikanischen Erfinder und Konstrukteure sind voll gewürdigt. Der Bericht über den Streit zwischen dem Wechselstrom- und Gleichstromsystem in Amerika und Deutschland beleuchtet in fesselnder Weise eine vergangene Zeit. Schülers Bestreben ist, nur solche Erfindungen und Arbeiten zu erwähnen, die zu ihrer Zeit einen wirklichen Fortschritt darstellten, wobei er „sowohl den Pfadfindern gerecht" wird, „die eine richtunggebende Erkenntnis äußerten, ohne sie weiter zu verfolgen, als auch denjenigen Bahnbrechern, die eine schon veröffentlichte, aber unbeachtete Erfindung sei es nochmals erfanden, sei es auch aufgriffen und sie durch zielbewußte Tatkraft zum Erfolge führten". In den Literaturangaben der Fußnoten auf S. 37 betr. „legierter" Bleche sind Verwechslungen vorgekommen.

Zur Vervollständigung der kurz gefaßten Geschichte des Transformators sind 3 Aufsätze von Kapp und Dobrowolsky beigefügt, deren erster ursprünglich in englischer Sprache verfaßt und von Schüler übersetzt ist.

Der Kappsche Vortrag, gehalten 1888, untersucht kritisch Kern- und Manteltransformatoren. In den Formeln auf S. 42 sind Unstimmigkeiten enthalten. Ob sie durch Abschreibfehler veranlaßt sind, weiß ich nicht[1]. Interessant ist die Untersuchung des Einflusses verschiedener Kerninduktionen, von 20000 Linien/cm² abwärts. Kapp spricht davon, daß er durchweg mit einer Induktion von 8500 arbeitet. Für den Leistungsfaktor hat Kapp damals das Wort Plant Efficiency (Anlage-Wirkungsgrad) vorgeschlagen. Schön ist in der Kappschen Arbeit der Ersatz von Hysteresis und Wirbelströmen im Verlustdiagramm durch eine besondere Wicklung mit geeignetem Widerstand. Im Kappschen Aufsatz ist erwähnt, daß der Kern anstatt der ursprünglich verwendeten Eisendrähte bei den Kerntransformatoren von Gaulard und Gibbs aus dünnen Eisenblechen hergestellt wird, die voneinander durch lackierten Kaliko isoliert werden.

Der Vortrag von Dobrowolsky aus dem Jahre 1892 „Über den Wirkungsgrad von Transformatoren" ist klar und schön, wie alles, was Dobrowolsky geschrieben hat. In der Schaffung von prägnanten Ausdrücken, wie Wattstrom und wattloser Strom, Kupferverlust, Eisenverlust, Fenster, ist Dobrowolsky ein Meister, und die Untersuchung über den Wert der Verteilung von Kupfer- und Eisenverlust für den „durchschnittlichen" Wirkungsgrad eines Transformators während des ganzen Tages ist eine klassische und heute noch vollgültige Arbeit. Für den Konstrukteur von heute ist es von Interesse, daß Dobrowolsky mit einer Eiseninduktion von etwa 4000 Linien/cm² und einer Stromdichte von unter 0,9 A/mm² rechnet. Die Lektüre seines alten Aufsatzes ist ein Vergnügen, und Schüler hat wohl daran getan, diesen Aufsatz dem Leser von heute wieder zugänglich zu machen.

Auch Stumpners Beitrag zur Geschichte des Elektrizitätszählers ist sehr anziehend geschrieben und tut den Arbeiten von Edison, Aron, Ayrton, Werner Siemens, Hummel, Thomson, O'Keenan, Ferranti, Shallenberger, Blathy, Raab, Möllinger u. a. volle Gerechtigkeit. Sie bringt auch die für den Fachmann wichtige Aufzählung der Patente, die den verschiedenen Konstruktionen zugrunde liegen. Ein kleiner Irrtum in der Zeitangabe obwaltet bei der Internationalen Elektrischen Ausstellung in Wien, auf der der Motorzähler von Wilhelm Siemens ausgestellt wurde. Die Ausstellung fand nicht 1882, sondern 1883 statt.

K. W. Wagner gibt im Vorwort der Überzeugung Ausdruck, daß das Unternehmen des Elektrotechnischen Vereins in den Reihen der Fachgenossen lebhaftem Interesse und reger Förderung begegnen wird. Dies wird sicher der Fall sein, wenn die folgenden Bände ebenso Gutes bieten werden wie der vorliegende erste Band.

E. Rosenberg, Weiz.

Elektrizitätszähler, Zähler-Prüfung und Zähler-Eicheinrichtungen. Von J. Schmidt. 2., vollst. neu bearb. Aufl. 2. Bd. Mit 281 Textabb., XV u. 743 S. in 8°. Verlag von Dr. Max Jänecke, Leipzig 1927. Preis geh. 25,30 RM, geb. 26,40 RM.

Der in elf Abschnitte eingeteilte Band befaßt sich im wesentlichen mit der Fabrikation der Elektrizitätszähler sowie den Eicheinrichtungen und -methoden für solche. Eingefügt sind Abschnitte über Prüfung von Meßwandlern und über die gesetzlichen Bestimmungen bzgl. der Messung elektrischer Arbeit. Soweit seit Erscheinen des ersten, im Jahre 1925 herausgebrachten Bandes, der die baulichen Eigenarten der in der Praxis bekannt gewordenen Zählerformen behandelt, neue Zählerformen auf dem Markt erschienen sind, werden diese in dem vorliegenden zweiten Band erwähnt. Wenn der Verfasser hierbei ausdrücklich, wie er im Vorwort sagt, jeglichen Hinweis auf die sogenannten Einheitszähler mit der Begründung vermeidet, daß er die Existenzberechtigung dieser Zähler verneine, so ist das abwegig und widerspricht dem im Vorwort zum ersten Band gemachten Versprechen, einen erschöpfenden Einblick in das gesamte Gebiet des Zählerwesens zu geben. Der Band ist mit zahlreichen Abbildungen gut illustriert, wobei eine gewisse Beschränkung dem Verständnis keinen Abbruch getan hätte. So sind z. B. die Abb. 12, 12a, 13, 13a, 14, 19 als überflüssig anzusehen, da ihnen nichts zu entnehmen ist, was zur Unterstützung des Verständnisses der textlichen Behandlung dienen könnte. Außer den in dem angefügten Druckfehlerverzeichnis angegebenen Berichtigungen wären bei einer Neuauflage noch eine Anzahl weiterer Druckfehler, die übersehen worden sind, auszumerzen. Auch eine Anzahl von Angaben sachlicher Art bedürften einer gewissen Korrektur. Wenn z. B. auf S. 560 bzw. 638 von den Magnetmotor-Amperestundenzählern gesagt wird, daß sie in ihren Angaben von Temperaturschwankungen vollständig unabhängig seien und keinen Eigenverbrauch im unbelasteten Zustand verursachten, so trifft dies nicht in allen Fällen zu, ebensowenig wie die auf S. 573 gemachte Angabe, daß bei Dreileiter-Wattstundenzählern die

[1] Der Herr Berichter hat recht, beim Abdruck der Formeln sind leider Druckfehler stehen geblieben. Im Original heißen sie:

$$B = \frac{F}{a}; \quad F = \frac{4\pi Z I . 10^{-1}}{R}; \quad E = 2\pi n F Z . 10^{-8}; \quad \frac{E_1}{E_2} = \frac{Z_1}{Z_2}.$$

L. Schüler.

Spannungspule immer zwischen den Außenleitern liege. Wenn auf S. 602 gesagt wird, daß Pendelzähler über den ganzen Meßbereich proportionale Angaben machen (d. h. daß die Fehlerangaben in Abhängigkeit von der Belastung eine Parallele zur Nullinie bilden), so entspricht diese Angabe nicht dem praktischen Verhalten der Zähler. Bei der Bearbeitung der im Abschnitt II behandelten gesetzlichen Bestimmungen und amtlichen Verordnungen ist vom Verfasser die von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1902 herausgegebene Prüfordnung für elektrische Meßgeräte herangezogen, die jedoch durch die im Jahre 1926 neu herausgegebene Prüfordnung überholt ist. Bei Berücksichtigung der neuen Prüfordnung durch den Verfasser wären einige Angaben bezüglich der amtlichen Verordnungen, die heute nicht mehr zutreffen, vermieden worden.

Im großen und ganzen kann gesagt werden, daß der Verfasser die im Vorwort zum ersten Band gesteckten Ziele mit der Herausgabe des vorliegenden zweiten Bandes erreicht hat. Scheld.

Transformateurs de puissance. Calcul, constructions, applications ind. Von M. Mathieu. Mit 84 Textabb. u. 305 S. in 8°. Verlag von Albert Blanchard, Paris 1927. Preis geh. 13 Fr.

Das vorliegende Buch kommt wie kaum ein anderes ähnliches den Wünschen des in der Praxis stehenden Ingenieurs entgegen und ist deshalb als eine willkommene Bereicherung der Transformatorenliteratur zu begrüßen. Es verzichtet auf eine Wiedergabe der schon zur Genüge bearbeiteten und bekannten allgemeinen Theorie des Transformators und bringt statt deren praktische Formeln, Daten und Kurven in einer Fülle und Ausführlichkeit, die kaum zu übertreffen ist. Neben den lesenswerten Abschnitten über Kühlung und Lüftung von Transformatoren sind besonders diejenigen über die Isolation der Windungen und Wicklungen zu erwähnen, in denen sich wirklich brauchbare Zahlenwerte finden. Eine große Zahl von Abbildungen ausgeführter Konstruktionen sowie von Spezialmaschinen für die Transformatorenfabrikation beschließt den Hauptteil des Buches. Im Anhange werden reichhaltige Unterlagen zur Berechnung von Reaktanzspulen für normale und hohe Frequenz beigegeben. Berücksichtigt ist auch die gegenseitige Induktion zweier Spulen sowie die Ausführung der Spulen mit unvollständigem Eisenweg. R. Küchler.

Praktische Radiotechnik. Hilfsbuch f. Berechn., Bau u. Betrieb v. Radiogerät nebst Anleit. z. Ausführ. v. Mess. Teil I: Empfangstechnik. Von Dipl.-Ing. Prof. K. Riemenschneider. (Die Radio-Reihe Bd. 18.) Mit 175 Textabb., VIII u. 306 S. in 8°. Verlag von Richard Carl Schmidt & Co., Berlin 1927. Preis geb. 8,50 RM.

Der Verfasser hat ein wirklich gutes und brauchbares Buch für den ernsthaften Funkfreund geschaffen. Für jedermann leicht faßlich sind die Erklärungen gegeben, die einen Überblick über die drahtlose Empfangstechnik geben. Besonders wertvoll sind die vielen Abbildungen und Tabellen, mit deren Hilfe auch der Laie Schaltungen aufbauen und notwendige Berechnungen von Spulen, Kondensatoren usw. ausführen kann. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das Werk die Emfangstechnik von den Schwingungsgebilden angefangen, bis zu den Messungen verschiedenster Art behandelt. Besonders zu erwähnen sind noch die Kapitel: Röhrenempfänger und Verstärker, Ladevorrichtungen und Meßtechnik. Auch als Nachschlagewerk für den weiter vorgeschrittenen Bastler kann das Buch dienen, so daß die Anschaffung warm empfohlen werden kann. Lübbert.

Rundfunktechnisches Handbuch. Von Prof. Dr. H. Wigge. II. Teil: Die physikal. Grundl., d. Konstruktion u. d. Schaltung v. Spezialempfängern f. d. Rundfunk. Mit 416 Textabb., VIII u. 317 S. in 8°. Verlag von M. Krayn, Berlin 1927. Preis geb. 12 RM.

Der II. Teil dieses Werkes steht dem I., früher an gleicher Stelle besprochenen[1] Teil keineswegs nach. Während der I. Teil die theoretischen und konstruktiven Grundlagen behandelt, beschäftigt sich der II. mit den Spezialausführungen der gebräuchlichsten Rundfunkempfangsapparate. Hier muß es dem Verfasser als besonderes Verdienst angerechnet werden, daß er die unter den verschiedensten abenteuerlich klingenden Namen bekannten Schaltungen in ein klares und durchsichtiges System bringt und die wenigen Grundtypen herausschält. Sehr eingehend und systematisch, vielleicht zu eingehend, ist die Theorie der Entkoppelung bei den Hochfrequenzverstärkern behandelt.

Einige kleine Druckfehler seien erwähnt: Auf S. 56 stimmen die Bezeichnungen in der Fig. 83 mit dem Text nicht überein. Auf S. 181 wirkt es störend, daß die Potenz $^3/_2$ so tief gedruckt ist, daß sie wie ein Faktor aussieht. Sehr klar und deutlich sind die Schaltbilder und perspektivischen Abbildungen ausgeführt.

Zusammenfassend kann über den II. Band im wesentlichen das gleiche gesagt werden wie über den I. Dem ernsten Amateur kann das Buch als eine Quelle der praktischen und theoretischen Belehrung empfohlen werden, und auch der Hochfrequenztechniker wird es gern als ein wertvolles Hand- und Nachschlagebuch auf dem Gebiete der Rundfunkempfangsapparate begrüßen. L. Pungs.

Dieselmaschinen, Grundlagen, Bauarten, Probleme. Von Prof. Dr.-Ing. J. Magg. Mit 1 Bildnis, 355 Abb. i. Text u. a. 9 Taf., XIX u. 278 S. in gr. 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geb. 26 RM.

Nach dem Vorwort des Werkes hatte der Verfasser sich die Aufgabe gestellt, „die Probleme der Dieselmaschinen in einer zusammenfassenden Sonderdarstellung zu behandeln". Es gibt in der Literatur eine große Anzahl ganz vortrefflicher Bücher und Abhandlungen, in welchen die Bauarten, die Berechnung und Konstruktion der Diesel- oder Ölmaschinen meistens für bestimmte Ausführungsarten und Sonderzwecke behandelt werden. In diesen Sonderwerken findet der Studierende und Konstrukteur ausführliche Angaben über die Berechnung und Konstruktion, so daß der Verfasser einmal aus diesem Grunde darauf verzichtet hat, in seinem vorliegenden Werk eine Konstruktionslehre der Einzelheiten zu geben, zum anderen aber auch, um den Umfang des Werkes nicht unnötig anschwellen zu lassen.

Das vorliegende Werk enthält in drei Hauptteilen: Grundlagen für den Dieselmaschinenbau — Die verschiedenen Bauarten von Dieselmaschinen und — Sonderprobleme der Verbrennungskraftmaschine. Nach einer einleitenden kurzen Darstellung der Entstehungsgeschichte der Dieselmaschine werden im ersten Hauptteil die Thermodynamik und Thermometrie der Dieselmaschinen an Hand von Diagrammen ausführlich behandelt: zwei Rechnungsverfahren, das eine nach der Luftansaugemenge (nach Güldner), das andere nach dem mittleren indizierten Druck, zur Vorausbestimmung der Hauptabmessungen (Zylinderdurchmesser und Hub) werden eingehend beschrieben, und mit je einer Abhandlung über Treiböle für den Dieselmaschinenbetrieb, über Betriebszahlen und über die Wirtschaftlichkeit einer Dieselmaschinenanlage schließt der erste Hauptteil ab. Nachdem so im ersten Hauptteil der Leser mit dem Arbeitsverfahren der Dieselmaschine und mit der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens bekanntgemacht worden ist, bringt der zweite Teil — Bauarten — zunächst allgemeine Überlegungen hinsichtlich: der Beherrschung der Wärmespannungen bei der Durchkonstruktion der Maschine, der Frage, ob Zweitakt- oder Viertaktbauart, langsam- oder schnellaufende Maschine und hinsichtlich der Verbrennungsverhältnisse. Sodann gibt der Verfasser eine eingehende Darstellung über den heutigen Stand des Dieselmaschinenbaues: die Zweitakt- und Viertakt-, die einfach- und doppeltwirkenden, die stehenden und liegenden Maschinen, die Normal- und Schnelläufer, Schiffs-, Lokomotiv- und Kraftfahrzeugmaschinen werden in 15 Sonderabschnitten umfassend behandelt. Diagramme, Skizzen und Zeichnungen sowie Bilder über ausgeführte Anlagen erläutern den Text. Den Schluß des zweiten Hauptteiles bildet ein Abschnitt über Probleme des Schiffsantriebes durch die Dieselmaschine, in dem der Verfasser auf die Forderungen hinweist, die, mit Rücksicht auf die Sicherheit des Schiffes, sowohl an die Hauptmaschinen- als auch an die Hilfsmaschinenanlage zu stellen sind.

Im dritten Hauptteil — Sonderprobleme — behandelt der Verfasser hauptsächlich Verbesserungsmöglichkeiten des Arbeitsverfahrens, Möglichkeit der Leistungssteigerung u. a. Ein besonderer Abschnitt ist den Studien und Ergebnissen zur Frage der Abgasturbine gewidmet.

Ein Anhang des Werkes bringt einige Tafeln und Tabellen, denen Maschinengewichte, Schwungmomente und Hauptabmessungen ortsfester, einfachwirkender Viertaktmaschinen, einfachwirkender Zweitakt-Schiffsmaschinen und doppeltwirkender Zweitakt-Schiffsmaschinen zu entnehmen sind.

Das Werk bildet in seiner Art eine Bereicherung der Literatur über die Dieselmaschine und dürfte einer-

[1] ETZ 1926, S. 1140.

seits sowohl dem Lehrer wie auch dem Studierenden als Hilfs- und Nachschlagebuch sehr willkommen sein, anderseits dem Projekteur und Konstrukteur mancherlei Anregungen für ihre Sonderarbeiten bieten.

Otto E. Vogt.

Ausgewählte Arbeiten des Lehrstuhles für Betriebswissenschaften in Dresden. Herausg. v. Prof. Dr.-Ing. E. Sachsenberg. 4. Bd. mit 196 Textabb., VI u. 167 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 18 RM, geb. 19,50 RM.

Für den Antrieb von Werkzeugmaschinen mit nicht bloß absatzweiser, sondern stetiger Übersetzung eignen sich Flüssigkeitsgetriebe recht gut wegen ihrer bequemen Wirkungsweise und den verhältnismäßig hohen Wirkungsgraden. Im Automobilbau sind ebenfalls Versuche mit solchen Getrieben im Gange. Neben den schon länger bekannten Kapseltrieben sind besonders die Kolbengetriebe und unter diesen das Lauf-Thoma-Getriebe bekanntgeworden, das im wesentlichen aus zwei Teilen besteht, der primären „Pumpe", die angetrieben wird und durch mehrere rotierende Kolben Ölpressungen erzielt, sowie dem Sekundärteil, dem „Motor", in dem das Drucköl Arbeit leistet.

Die vorliegende Veröffentlichung bringt zum erstenmal eine sehr ausführliche Darstellung der Betriebseigenschaften eines solchen Getriebes, und das ist sehr zu begrüßen, weil Antriebe dieser Art bisher mangels genauer Kenntnis der Betriebsbedingungen sehr häufig nicht unter den jeweils günstigsten Bedingungen verwendet wurden. Eine Klarstellung dieser Verhältnisse bei den verschiedensten Antriebsgeschwindigkeiten, Übersetzungen und Belastungen war daher notwendig und hat nun als Ergebnis der vorliegenden Arbeit im wesentlichen die nachstehenden wichtigen Resultate ergeben:

1. Der Wirkungsgrad hält sich bei nicht zu starker Übersetzung in der Gegend von 65 ... 75 % und erreicht nur in engem Bereich 82 %.

2. Den stärksten Einfluß auf die Verluste hat der Öldruck, der sich im Getriebe entsprechend der Belastung des Motorteils einstellt; er sollte 100 bis 110 atü nicht überschreiten; je geringer er ist, desto besser wird der Wirkungsgrad.

3. Bei gleicher Leistung ist der Öldruck umgekehrt verhältig der Drehzahl und der Exzentrizität der Pumpe oder des Motors, woraus folgt, daß man stets mit möglichst großer Exzentrizität arbeiten soll, daß also starke Übersetzung sowohl ins schnelle als auch ins langsame (wobei eine von den beiden Exzentrizitäten klein wird) den Wirkungsgrad herabsetzt.

4. Sehr wesentlich ist der Umstand, daß der Wirkungsgrad von der Antriebsdrehzahl in weitem Bereich nahezu unabhängig ist.

5. Die übertragbare Leistung steigt mit der Drehzahl; für sehr hohe Geschwindigkeiten (n über 1800 bei den Versuchen) ist dagegen die Maschine nicht mehr brauchbar.

6. Die Schlupfverluste steigen mit der Belastung stark, halten sich jedoch bei mittleren Betriebsbedingungen in den Grenzen von 3 ... 15 %.

Alle diese Ergebnisse folgen aus ausführlichen und systematisch angelegten Versuchen, bei denen der Verfasser nahezu alle Einflüsse einzeln untersucht und in ihrer Wirkung gewürdigt hat. In dieser Beziehung kann die Arbeit gleichzeitig als ein gutes Beispiel gelten für eine gewissenhafte wissenschaftliche Laboratoriumsuntersuchung. Der Verfasser begnügt sich aber nicht bloß mit der Feststellung der Tatsachen, er versteht es auch, die Erklärungen für die gefundenen Abhängigkeiten zu geben und durch übersichtliche Diagramme zu erläutern. Auch auf die eigentümlichen Betriebsverhältnisse des verwendeten Öles mit Rücksicht auf Temperatur und Zähigkeit geht der Verfasser liebevoll ein. Eine erschöpfende Literaturangabe aus dem noch wenig bekannten Gebiete ist dankenswerter Weise angefügt.

Die Arbeit hat auch über den engeren Kreis der für seine Anwendung Interessierten Bedeutung für das Studium der Maß- und Laboratoriumstechnik überhaupt.

A. Pröll.

Lehrgang der Härtetechnik. Von Dipl.-Ing. Joh. Schiefer † u. E. Grün. 3., verb. Aufl. Mit 175 Textabb., VI u. 211 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 7,50 RM, geb. 8,75 RM.

Eine dritte, verbesserte Auflage des Buches über dieses zweifellos interessante und wertvolle Gebiet ist wieder erschienen, ein Zeichen, daß diesem Stoff viel Beachtung geschenkt wird. Ohne Zweifel gibt das Buch einen sehr guten Einblick in die physikalischen und chemischen Vorgänge der wärmebehandelten Werkstoffe. Auch der Stoffkunde und der Stahldarstellung ist genügend Raum eingeräumt worden, so daß der Suchende hier sehr wertvolles Material zusammengetragen findet. Die praktischen Härteeinrichtungen, wie Ofenkonstruktion, Temperaturmeßgeräte, Abschreckbäder sind ausführlich behandelt und neuzeitliche Geräte berücksichtigt worden. Trotzdem zeigen sich aber an verschiedenen Stellen Lücken und Unstimmigkeiten, ein Zeichen, daß die neue Auflage zwar in geänderter Form vorliegt, jedoch nicht vollständig nach den neuesten Erfahrungen umgearbeitet worden ist.

Bei den neuzeitlichen Schnellstählen fehlen in den Legierungsbestandteilen das Kobalt für Spitzenleistungstähle. Unter den Schnellstählen ist ferner von naturharten Stählen die Rede, welche wie angegeben beim langsamen Erkalten aus Rotglut die richtige Härte erhalten sollen. Dem ist zu widersprechen, da sämtliche Schnellstähle erst nach dem Härten aus der höchstmöglichen (je nach dem Prozentgehalt der Legierungsbestandteile) Härtetemperatur und längerem Anlassen auf 400 ... 580° ihre höchste Schnittfähigkeit erreichen. Im Kapitel Einsatzhärtung ist über die Veränderungen im behandelten Werkstoff sowohl beim Einsetzen als auch beim Abschrecken viel zu wenig angeführt und Wichtiges ausgelassen worden. Es fehlen Angaben über den Einfluß der Einsatztemperatur auf die Einsatztiefe und Veränderung der Struktur. Beim Ablöschen zum Härten fehlen die Hinweise der u. U. notwendigen Zwischenoperationen (Glühen, Zwischenabschreckung) zur Verfeinerung des Kernes. Es ließen sich aus dem Text noch mehrere Unstimmigkeiten anführen, welche der beschränkte Raum hier aufzuführen aber verbietet. Die Verfasser sollten sich in der nächsten Auflage einer sorgfältigeren Überarbeitung der praktischen Härtung widmen, damit ein in der Praxis gut brauchbares Buch auf dem Markt erscheint, als das das vorliegende nicht voll gelten kann. C. Büttner.

Urheberrecht und Urhebervertragsrecht. Von Dr. W. Goldbaum. (Stilkes Rechtsbibliothek Nr. 9.) 2. verb. Aufl. mit 464 S. in kl.-8°. Verlag von Georg Stilke, Berlin 1927. Preis geb. 12 RM.

Die Zahl der literarisch tätigen Ingenieure nimmt dauernd zu, und auch über ihren Kreis hinaus gibt es nicht wenig Fachgenossen, die aus ihrem Beruf heraus sich mit urheberrechtlichen Fragen beschäftigen müssen. Für diese wird der Goldbaumsche Kommentar, der schon in erster Auflage allseitige Anerkennung gefunden hat, ein vorzügliches Orientierungsmittel sein. Der Verfasser hat aus seiner Praxis der behandelten Probleme heraus einen für die Bedürfnisse der Praxis zugeschnittenen Kommentar geliefert, der sich durch klare Darstellung, weitgehende Berücksichtigung der Literatur und durch weise Trennung des Wesentlichen vom Unwesentlichen auszeichnet. Besonders lesenswert sind die zahlreichen Stellen, an denen der Verfasser seine selbständigen immer interessant begründeten Gedankengänge mit erfrischendem Temperament, nicht selten im Gegensatz zur anerkannten Judikatur, begründet. Die Anschaffung kann Interessenten nur empfohlen werden.

H. Herzfeld I.

Tage der Technik 1929. Illustriert. Abreißkalender. Von Dr.-Ing. E. h. F. M. Feldhaus u. G. Feldhaus. Verlag von Otto Salle, Berlin 1928. Preis 5 RM.

Der 8. Jahrgang des Feldhaus-Kalenders erscheint in der gewohnten Form mit wieder neuem Inhalt. Als Mitherausgeber zeichnet diesmal der Sohn des Verfassers, Gilbert Feldhaus, und das von beiden geschaffene Werk verdient volle Anerkennung. Jedes der Kalenderblätter bringt ein Bild technischen Geschehens aus alter oder neuer Zeit bzw. die Porträts von Männern, die sich um Technik oder Naturwissenschaft verdient gemacht haben. Außerdem gibt jedes Blatt Aufschluß über einige auf den betr. Tag fallende Ereignisse, die für die Technik bedeutungsvoll sind. Am Kopf der Blätter finden sich Zitate und verschiedentlich auch Witze technischen Inhalts. Auf den Bildern sieht man z. B. Darstellungen des Karussells auf einer byzantinischen Schreibtafel, einer Zeichnung des Jahres 1610 und einem Kupferstich von 1800, phantastische Flugmaschinenentwürfe, mancherlei Spottbilder auf Erfindungen, und dann wieder das Raketenauto, Bilder von der Entwicklung des Kraftwagens u. a. aus neuester Zeit. Die sinnreiche Anordnung der einzelnen Gegenstände macht den Kalender besonders wertvoll; man kann aus ihm sehr viel lernen. Da auch die äußere Ausstattung so gehalten ist, daß der Kalender an die Wand jedes Zimmers paßt, bleibt nur zu wünschen, daß er raschen Absatz findet und die Kenntnis geschichtlicher Daten der Technik in möglichst weite Kreise trägt. Winkler.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Bilanzen der deutschen Elektroaktiengesellschaften vom 31. XII. 1927. — Vom Statistischen Reichsamt sind vor kurzem die Bilanzziffern der „Börsen- und Millionengesellschaften" veröffentlicht worden, die zwischen dem 1. X. und 31. XII. 1927 abgeschlossen haben[1]. Folgende Übersicht zeigt die bezüglichen Werte:

Die Bilanzen der deutschen Elektroaktiengesellschaften nach den Abschlüssen zwischen dem 1. X. und 31. XII. 1926 und 1927 (in Mill. RM).

	Elektroindustrie		Elektrizitätswerke	
	1926	1927	1926	1927
Gesellschaften	33	32	67	66
Nominalkapital	265,1	286,9	816,9	921,6
Anlagen[1]	158,4	158,7	1215,1	1329,8
Vorräte	138,8	149,0	38,4	36,6
Beteiligungen, Effekten	55,7	54,5	102,0	150,9
Flüssige Mittel[2]	175,2	275,7	192,1	230,9
Dividendenberechtigtes Aktienkapital	251,2	282,6	691,1	819,3
Ausgewiesene Reserven	29,8	37,2	50,7	62,4
Bilanzm. Eigenkapital[3]	281,0	319,8	741,8	881,7
Unterstützungsfonds	0,8	1,9	7,0	8,2
Schuldverschr., Hypothek.	19,0	40,4	320,2	335,7
Sonstige Schulden	200,0	251,5	361,8	393,4
Abschreibungen[4]	13,2	17,4	58,1	65,4
Jahresreingewinn[5]	15,1	21,4	52,6	62,0
Jahresreinverlust[6]	2,7	0	0,4	—
Jahresreingewinn in % des Eigenkapitals	5,37	6,69	7,09	7,03
Jahresreinverlust in % des Eigenkapitals	0,96	0	0,05	—
Dividendensumme	13,7	17,5	47,6	57,2
Dividendensumme in % d. dividendenberechtigten Aktienkapitals	5,45	6,19	6,89	6,98

[1] Abzüglich Erneuerungskonto. — [2] Einschl. Vorausleistungen und -zahlungen. — [3] Dividendenberechtigtes Aktienkapital, Genußscheine und ausgewiesene Reserven. — [4] Einschl. Zuweisung zum Erneuerungsfonds. — [5] Ausschl. des Gewinnvortrags und vor Abzug eines Verlustvortrags. — [6] Ausschl. eines Verlustvortrags und vor Abzug des Gewinnvortrags.

Die Aktivseite läßt erkennen, daß das Gesamtvermögen der untersuchten Aktiengesellschaften der fabrizierenden Elektroindustrie von 528,1 auf 637,9 Mill. RM, also um 20,8 % gestiegen ist. Diese Zunahme ist nicht auf eine Vermehrung des Anlagevermögens (Anlagen abzgl. Erneuerungskonto, Beteiligungen und Effekten) zurückzuführen — dieses ist ungefähr gleichgeblieben —, sondern auf Zunahme des Betriebsvermögens; die flüssigen Mittel einschl. Vorauszahlungen und -leistungen sind um über 100 Mill. RM, die Vorräte um 10 Mill. RM gewachsen. Bei den Elektrizitätswerken ist eine Erhöhung des Gesamtvermögens um 200 Mill. Reichsmark festzustellen, die jedoch nur einer 13prozentigen Zunahme entspricht. Die Vorräte sind hier naturgemäß von untergeordneter Bedeutung.

Auf seiten der Passiva ist das Eigenkapital, bestehend aus dividendenberechtigtem Aktienkapital und ausgewiesenen Reserven, bei der Elektroindustrie um 13,8 % auf 319,8 Mill. RM, bei den Elektrizitätswerken auf 881,7 Mill. Reichsmark, d. h. um 18,9 % gestiegen. Das Fremdkapital, das bei der Elektroindustrie sich von 219 auf 291,9 Mill. RM und bei den Werken von 682 auf 729,1 Mill. RM erhöht hat, betrug bei ersteren 1927 47,7 % (43,8 % i. V.) der gesamten arbeitenden Mittel, bei den Werken 45,5 % gegen 47,9 % im Vorjahr. In der Gruppe der elektroindustriellen Aktiengesellschaften gliederte sich das Fremdkapital in 13,8 % (nur 8,7 % i. V.) langfristige Schulden (Schuldverschreibungen und Hypotheken) und in 86,2 % (91,3 % i. V.) kurzfristige (sonstige) Schulden, bei den Elektrizitätswerken dagegen in 53 % (54 % i. V.) langfristige und 47 % (46 % i. V.) kurzfristige Schulden. Somit erfolgte die Finanzierung der fabrizierenden Industrie vorwiegend durch kurzfristige Schulden, die der Elektrizitätswerke in der Hauptsache durch Obligationen und Hypotheken.

Die Geschäftsergebnisse zeigen eine günstige Entwicklung. Bei einem bilanzmäßigen Eigenkapital der 32 Aktiengesellschaften der fabrizierenden Elektroindustrie (33 i. V.) in Höhe von 319,8 Mill. RM (281 i. V.) erzielten 31 (25 i. V.) mit 317,6 Mill. RM Eigenkapital (221,5 i. V.) einen Jahresreingewinn von 21,4 Mill. RM (15,1 i. V.) bzw. 6,69 % (5,37 % i. V.) des Eigenkapitals; nur eine Gesellschaft (8 i. V.) mit 2,2 Mill. RM Kapital (59,5 i. V.) arbeitete ohne Gewinn. Der Saldo aus Reingewinn und Verlust bezifferte sich auf 21,4 Mill. RM (12,4 i. V.) bzw. 6,69 % (4,41 % i. V.) des bilanzmäßigen Eigenkapitals. Auf das dividendenberechtigte Aktienkapital dieser Gesellschaften wurden im Durchschnitt 6,19 % Dividende ausgeschüttet gegen 5,45 % im vorhergehenden Jahr. Das Stammkapital blieb dividendenlos bei 25 % (30,3 % i. V.) der erfaßten Gesellschaften, aber nur bei 18,6 % (21,8 % i. V.) des Aktienkapitals. Bis 5 % Dividende verteilten 9,4 % (15,2 % i. V.) der Gesellschaften und 2,9 % (7,6 % i. V.) des Kapitals. Die Dividendenausschüttung von über 5 bis 10 % hat beträchtlich zugenommen; 1926 waren es 48,5 % aller Gesellschaften mit 68,8 % des Kapitals, 1927 jedoch 62,5 % mit 77,9 % des Aktienkapitals. Für die Gruppe mit einer Dividendenzahlung von mehr als 10 % betrugen diese Verhältnisziffern der Anzahl nach 3,1 % (6,1 % i. V.) und gemessen am Aktienkapital 0,7 % (1,7 % i. V.). Die deutschen Elektrizitätswerke erzielten 62 Mill. RM Reingewinn, d. s. 7,03 % des Eigenkapitals, und verteilten auf das dividendenberechtigte Aktienkapital 57,2 Mill. RM oder 6,98 % (6,89 % i. V.) Dividende. Dr. C. Al.

[1] Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928, S. 555. Vgl. hierzu ETZ 1928, S. 1203.

Der Zusammenschluß in der englischen Elektroindustrie. — In einem Bericht über den Erwerb der Majorität an Stammaktien der British Thomson-Houston Co. usw. durch die Metropolitan-Vickers Electrical Co. erinnert El. Review[1] daran, daß letztere bis 1919 die British Westinghouse Electric & Manufacturing Co. gewesen, ihr Kapital vor der Namensänderung in britische Hände gelangt sei und Vickers, Ltd., die Kontrolle übernommen habe. Später sei dann der Anteil (holding) dieser an die International General Electric Co. gekommen und in diesem Frühjahr die Kontrolle der Metro.-Vick. an F. Dudley Docker, der schon seit 1918 in näherer Beziehung zu dem Unternehmen stand. Das Gesamtvermögen (assets) der in der ETZ 1928, S. 1663 genannten vier Gesellschaften werde auf mehr als 15 Mill. £ geschätzt. Sie sollen künftig zwar selbständig, aber unter einer Generaldirektion und unter der Firma Metro-Vick Electrical Products, Ltd., zusammenarbeiten. Die Majorität der Aktien, einschließlich derjenigen mit Stimmrecht, verbleibe, so heißt es, in englischen Händen.

Der Bedarf des finnischen Staates an elektrotechnischen Erzeugnissen. — Nach einer Übersicht, die die Ind. Handelsz.[2] vor kurzem über die von der finnischen Regierung für 1929 geplanten Neuanschaffungen gebracht hat, sind für das staatliche Kraftwerk Imatra 5 Mill. FM, 1,73 Mill. FM für elektrische Stempel- und Bureaumaschinen, ferner ein Teil von 1,96 Mill. FM für elektrische Bahnpostförderwagen, 0,8 Mill. FM für Eisenbahnsignal- und Sicherheitsanlagen und von 1 Mill. FM ein Teil für Röntgenapparate verschiedener Krankenhäuser angesetzt worden. Dieses Programm dürfte auch für die deutsche Industrie Lieferungsmöglichkeiten bieten.

Vorgänge im Ausland. — Zu dem in der ETZ 1928, S. 1663, genannten Abkommen zwischen der russischen Amtorg Trading Corp., New York, und der International General Electric Co. vom 9. X. schreibt die Handelsvertretung der UdSSR. in Deutschland, daß es der erste größere Vertrag mit einer amerikanischen Firma auf Lieferung mit langfristigen Krediten sei, der von Washington nicht gehemmt wurde. Man könne erwarten, daß auf einer ähnlichen Basis die Entwicklung des Geschäfts zwischen den V. S. Amerika und der UdSSR. günstig sein werde. Das wirtschaftlich und finanziell leistungsfähigste Land der Welt passe sich den speziellen Anforderungen des russischen Absatzmarktes für Industrieprodukte immer mehr an und gebe damit für den Ausbau der Industrie wie für den internationalen Handel der UdSSR. eine breitere Grundlage. Eine Entschädigung der General Electric Co. für die Nationalisierung von Fabrikanlagen, einen Schaden, den die amerikanische Gesellschaft mit 1,7 Mill. $ einschätze, sei nicht zugesagt worden. — Wie der Vizepräsident J. G. Barry der General Electric Co. kürzlich in einem Vortrag bemerkt hat, besteht die Aussicht, daß die Roheinnahme des Unternehmens, das jetzt im ganzen rd. 76 000 Köpfe beschäftigt, davon etwa 22 000 in Schenectady, im laufenden Jahr auf die bisher noch nicht erreichte Höhe von 340 Mill. $ steigen wird. Für die nächste Zukunft erwartet er einen Jahresabsatz von 500 Mill. $. Besonders gut sei das Geschäft in Radiogerät und Kühlvorrichtungen, Fabrikationszweige, für die in Schenectady 4500 Personen arbeiteten. Das Geschäft dieser beiden Abteilungen allein dürfe sich im laufenden Jahr auf 60 Mill. $ stellen.

[1] Bd. 103, 1928, S. 753, 799.
[2] 1928, Nr. 237.

Abschluß des Heftes: 17. November 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 300 Expl.

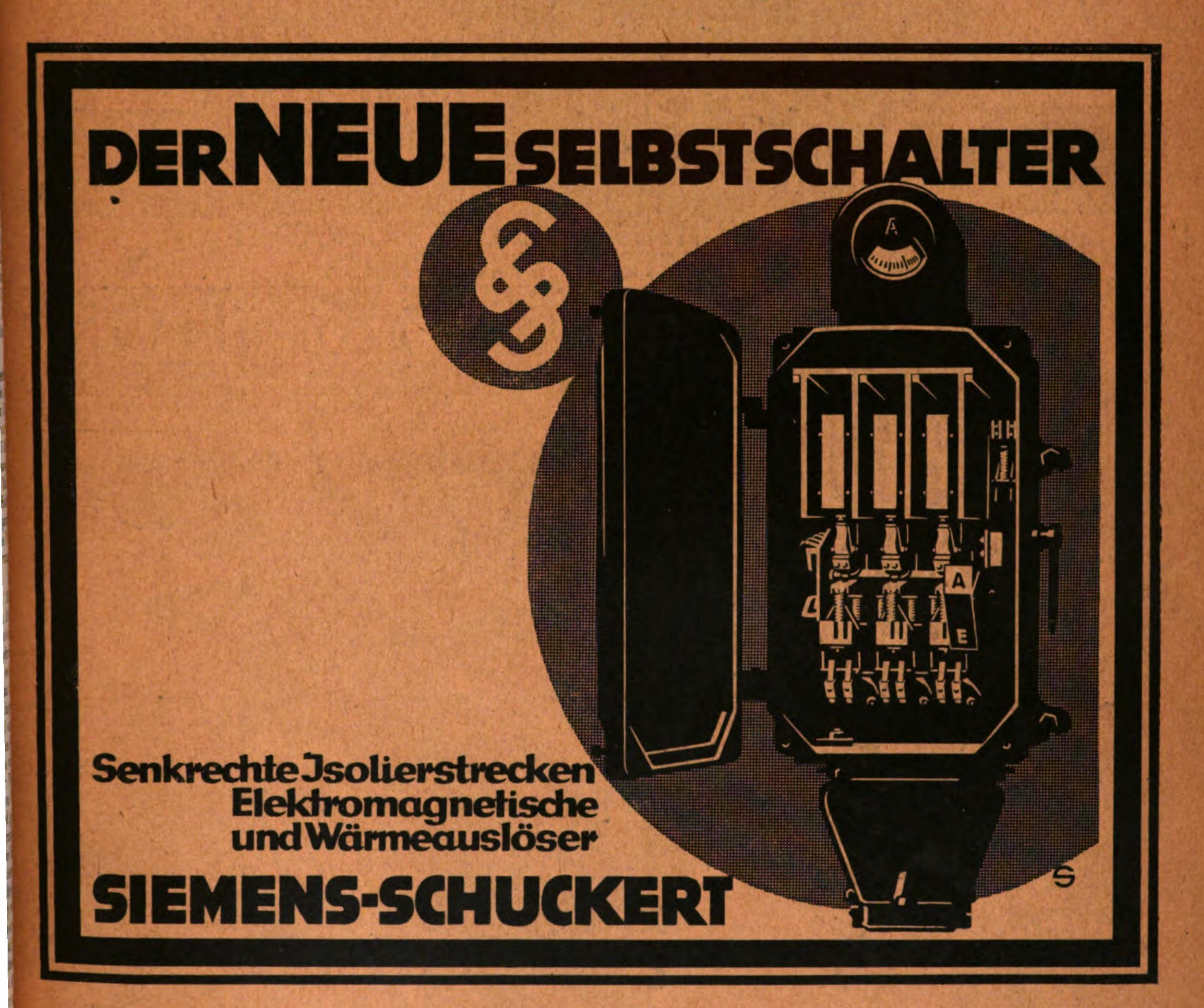
Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



ETZ

DEC 20 1928

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 29. NOVEMBER 1928
(...33—1768)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 29. November 1928 | Heft 48

Entwicklung des Einzelachsantriebes für elektrische Lokomotiven durch die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke*.

Von Ing. Ernst Linsinger, Wien.

Übersicht. Die neuen elektrischen Schnellzuglokomotiven der Ö.B.B. haben Einzelachsantrieb mit stehenden Motoren. Es wird die Entwicklung dieser Antriebsform an Hand kurzer Beschreibungen der einzelnen von den ÖSSW gebauten Lokomotiven gezeigt.

Die elektrische Lokomotive befreit sich in ihrer Entwicklung immer mehr von der ursprünglichen Anlehnung an den fast ein Jahrhundert alten Antrieb der Dampflokomotive und wendet sich einer neuen, den Eigenschaften des Elektromotors wesensverwandten Antriebsform zu, und zwar dem unmittelbaren Antrieb der Achsen durch je einen Motor. Dies gilt vorläufig insbesondere für Schnellzuglokomotiven, doch ist die Antriebsart auch für Güterzuglokomotiven schon stark vertreten.

Auch in Österreich hat man sich entschlossen, Schnell- und Personenzuglokomotiven nur noch mit Einzelachsantrieb auszuführen. In Bau ist eine leichte Personenzuglokomotive mit Westinghouseantrieb, der schon in anderen Ländern mehrfach gebaut wurde und dessen Eigenschaften daher aus der Literatur bereits bekannt sind. Schwerere Schnellzuglokomotiven erhalten den von den Österreichischen Siemens-Schuckertwerken entwickelten Antrieb mit Gelenkkuppelung und stehenden Motoren, der durch seine Neuartigkeit besonderes Interesse beansprucht. Die nachfolgenden Ausführungen sollen sich mit dem Werdegang dieses Antriebes beschäftigen.

Vorkriegsbauten.

In den meisten Ländern weisen die erstgebauten elektrischen Lokomotiven den hochliegenden, langsam laufenden Einzelmotor auf, der als Ersatz der Dampfzylinder unmittelbar die Achsen antrieb. In Österreich ist diese Ausführungsform durch die 1 C-Lokomotiven der Mittenwaldbahn und die 1 B 1-Lokomotive der Landesbahn Wien—Preßburg (beide von der AEG-Union gebaut) vertreten. Zur gleichen Zeit entstand jedoch bereits in den von den ÖSSW gebauten Lokomotiven für die Niederösterreichische Alpenbahn St. Pölten—Mariazell eine Type, die mit geringfügigen Verbesserungen auch heute noch als zeitgemäß anzusehen wäre.

Abb. 1 zeigt eine der 16 C + C-Lokomotiven, von denen die erste im Jahre 1911 in Betrieb gesetzt wurde. Sie besteht aus zwei Drehgestellen mit je drei gekuppelten Achsen und aufgesetztem Kasten. Jedes Drehgestell hat einen 240 PS-Motor, der über Zahnräder und Vorgelegewelle die Achsen antreibt. Die Verwendung von Zahnrädern wurde damals heftig bekämpft; sie hat sich aber trotz aller Unkenrufe als bahnbrechende Tat erwiesen. Der Antrieb wurde in der Folgezeit viel gebaut. Er ermöglicht die Verwendung halbhoch gesetzter raschlaufender Motoren und ist hinsichtlich störender Schwingungen mit Hilfe von federnden Zahnrädern leicht zu beherrschen. Die Mariazeller Lokomotive hatte noch keine federnden Ritzel. Wenn sie trotzdem von Schüttelschwingungen ziemlich verschont blieb, so ist dies darauf zurückzuführen, daß infolge der durch die Schmalspur bedingten Bauart zwischen Kurbel und Rad ein als natürliche Feder wirkendes verhältnismäßig langes Wellenstück vorhanden ist.

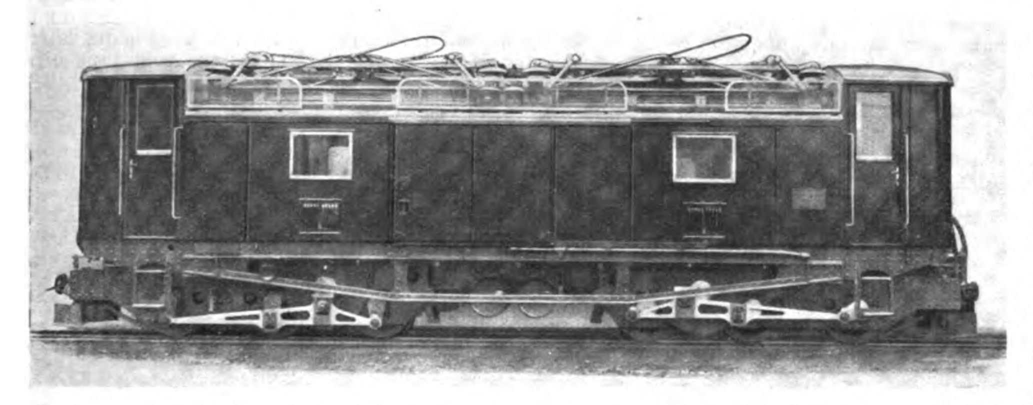


Abb. 1. C + C-Lokomotive für die Niederösterreichische Alpenbahn.

Hauptbahnelektrisierung.

Während die erwähnten, vor dem Kriege gebauten Lokomotiven noch nicht für Hauptbahnen bestimmt waren, sah das Elektrisierungsprogramm der Ö. B. B. nach dem Kriege die Beschaffung großer, leistungsfähiger Hauptbahnlokomotiven vor. Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß in Österreich durch den anfänglich mit 14,5 t begrenzten, erst später auf 16 t erhöhten Achsdruck ganz besondere Schwierigkeiten zu überwinden waren.

Die einschneidenden Gewichtsgrenzen hatten mancherlei Folgen, die beim Erfolg der österreichischen Elektrisierungsarbeiten berücksichtigt werden müssen. Es hätte sich beispielsweise der ohnedies verhältnismäßig günstige Reparaturstand der Lokomotiven sicher noch herabdrücken lassen, wenn nicht an jedem einzelnen Teil hätte gespart werden müssen. Sparsamkeit beim Bau, soweit sie ein bestimmtes Maß überschreitet, erfordert eben dann Mehrkosten in der Erhaltung. Und noch ein zweites ist zu beachten. Infolge der peinlichsten Materialausnutzung wird sich der Preis der Lokomotiven nie auf jenen Stand herabdrücken lassen, der in anderen Ländern ohne Gewichtsbeschränkungen erreicht werden kann. Es muß in vielen Fällen dünnwandiger Spezialguß verwendet werden, und wenn gußtechnische Gründe die Wandstärken nicht unter ein bestimmtes Maß herabgehen lassen, muß das Material auf den Bearbeitungsmaschinen weggenommen werden, so daß nicht bloß der Preis für ein höheres Gußgewicht als in der Maschine eingebaut aufgewendet werden muß, sondern außerdem die Kosten

* Nach einem am 30. III. d. J. im Ing.- und Arch.-Verein, Fachgruppe für Elektrotechnik, in Wien gehaltenen Vortrag.

für das Wegarbeiten auflaufen. Ähnliches ist der Fall, wenn aus Gußgehäusen oder Rahmenplatten Aussparungen herausgearbeitet und mit Blechen verschlossen werden müssen. Auch Speziallegierungen, Leichtmetall usw.

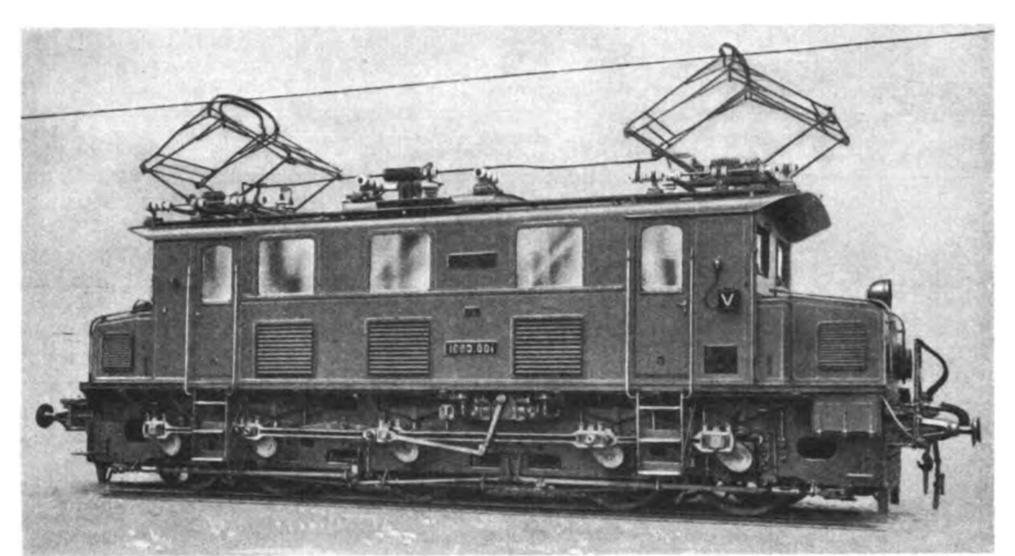


Abb. 2. E-Güterzuglokomotive Reihe 1080.

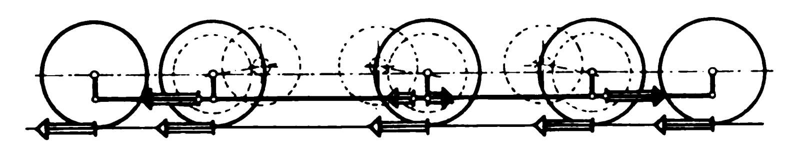
verteuern den Bau. Die Verbesserung des Oberbaues ist schon im Interesse wirtschaftlichen Bauens unbedingt geboten.

mittleren Stangen dagegen führen in der Regel nur 1/15 der Gesamtleistung (Abb. 3).

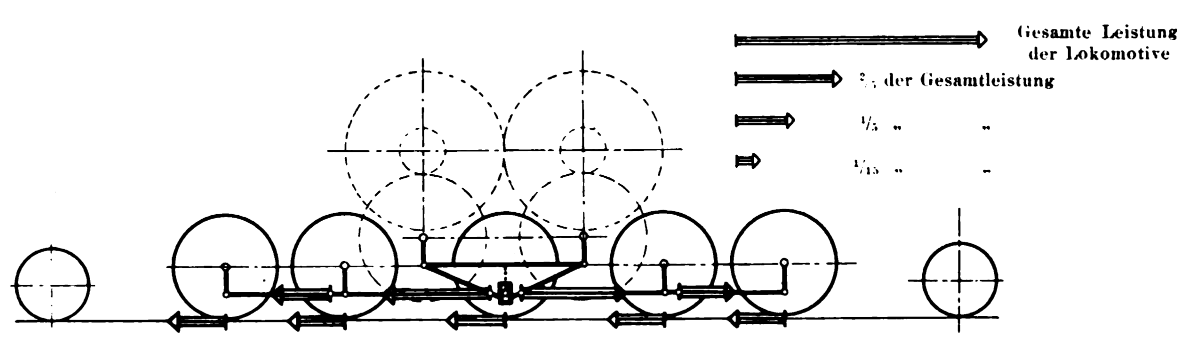
Obwohl die Motoren über die Achsen mechanisch gekuppelt sind, können keine störenden Schwingungen auftreten, da die Reibung der Triebräder auf den Schienen eine außerordentlich wirksame Dämpfung bewirkt. Jede Schwingung müßte auch die Triebräder mitschwingen lassen, sie wird aber durch das große Reibungsmoment von vornherein unterdrückt.

Die Betriebserfahrungen haben die theoretischen Untersuchungen vollauf bestätigt. Während die meisten Stangenlokomotiven bei größer werdenden Lagerspielen eine bestimmte, durch Verwendung von Ritzelfedern selbstverständlich ungefährliche Rüttelzone deutlich merken lassen, kann bei dieser Lokomotive trotz ungefederter Zahnräder nichts festgestellt werden.

Mit dem durch die Motorabmessungen gegebenen Raddurchmesser konnte auch noch eine günstige Bogenläufigkeit erzielt werden. Die Achsanordnung ist ähnlich, wie sie Gölsdorf erstmalig bei seinen E-Dampflokomotiven verwendet hat: 2. und 4. Triebachse fest, mit 4,75 m festem Achsstand ein



Die Länge der Pfeile ist ein Maßstab für die Verteilung der Motorleistungen auf die Achsen



Oben: E-Lokomotive Reihe 1080. Ö. B. B. Unten: 1 E 1-Lokomotive. Lötschberg.
Abb. 3. Darstellung der Triebstangenbelastung.

E-Güterzuglokomotive.

Von den bei dem ersten Elektrisierungsschritt gebauten Lokomotiven sei besonders die E-Güterzuglokomotive der SSW erwähnt (Abb. 2), da diese bereits eine Art Übergang zum Einzelachsantrieb darstellt. Der unmittelbare Antrieb jeder der 5 Achsen durch einen eigenen Motor war damals wegen der Schwierigkeit, mit dem Gewicht auszukommen, noch nicht diskutabel. Immerhin aber finden wir bereits 3 Achsen von je einem Motor in Straßenbahnaufhängung angetrieben; die 3 Achsen sind aber noch untereinander und mit den übrigen beiden durch Stangen gekuppelt. Vorgelege- und Blindwellen konnten bei dieser Bauart vollständig vermieden werden. Als Vorgelegewelle dient hier gewissermaßen die Achse selbst.

Der Entfall von Hilfswellen bedeutete bereits eine wesentliche Erleichterung, denn solche Wellen weisen mit ihren Lagern, den notwendigen Versteifungen und den kräftigen Haupttriebstangen stets ein sehr erhebliches Gewicht auf. Auch die Kuppelstangen konnten verhältnismäßig leicht gehalten werden. Die zu den Endachsen führenden Stangen sind normal belastet; sie haben je 1/5 der gesamten Lokomotivleistung zu übertragen. Die

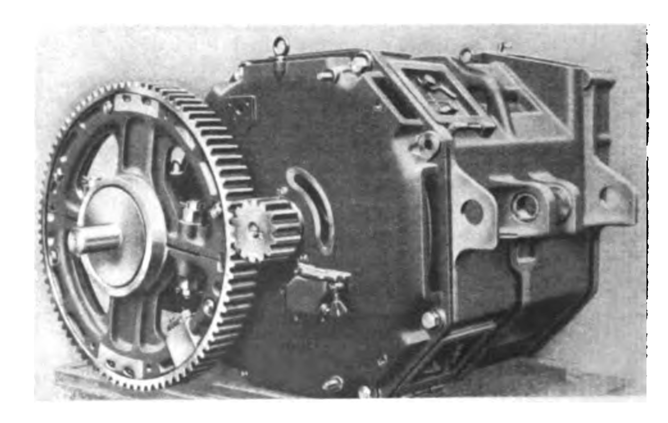


Abb. 4. Motor der E-Güterzuglokomotiven.

guter Wert für die Führung in der Geraden. Die äußeren Achsen sind um 33 mm seitenverschiebbar, die mittlere hat einen um 13 mm schwächer gedrehten Spurkranz. Es kön-



nen Bogen von 150 m Halbmesser ohne Zwängung durchfahren werden.

Die Motoren (Abb. 4) hängen einerseits gefedert auf dem Hauptrahmen, anderseits liegen sie mit Tatzenlagern auf den Achsen auf. Sie können zusammen mit der Achse auf dem Senktisch nach unten ausgebaut werden, so daß der Austausch gegen einen Reservesatz sehr rasch erfolgen kann.

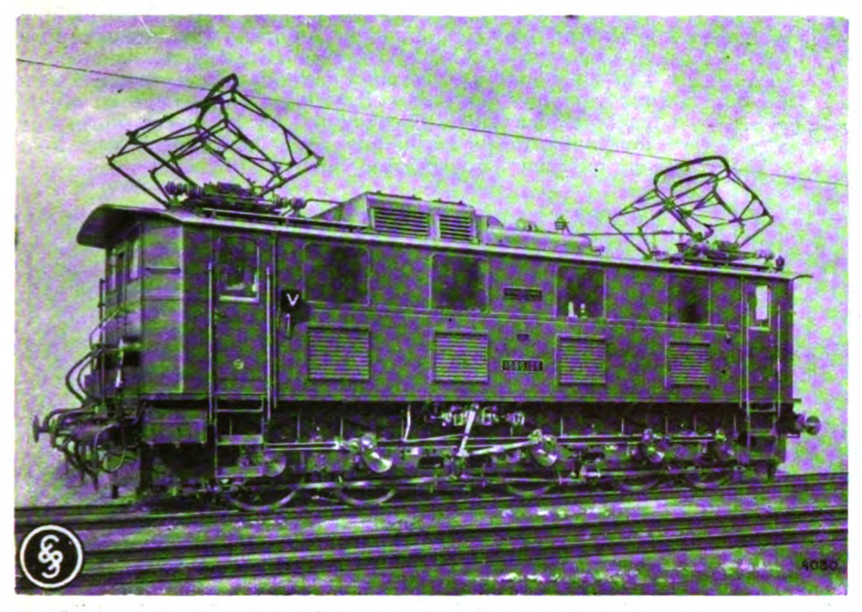


Abb. 5. E-Güterzuglokomotive Reihe 1080.100.

Beidseitig angeordnete Zahnräderpaare mit Übersetzung 1 : 6,12 (17 : 104) übertragen das Drehmoment des Motors auf die Achse. Damit die beiden Paare gleichmäßig tragen, sind die Kränze der großen Räder mit Hilfe einer Feineinstellung in der Umfangsrichtung verstellbar, so daß das Flankenspiel der Räder beidseitig genau gleich eingestellt werden kann.

Von dieser Type wurden anfänglich 20 Stück gebaut; die erste ist anfangs 1924 dem Betrieb übergeben worden. Die guten Erfahrungen bewogen die Ö. B. B., im Sommer 1925 weitere 9 Stück solcher E-Lokomotiven zu bestellen (Abb. 5).

Inzwischen war es den andauernden Bemühungen der Elektrisierungs-Direktion der Ö. B. B. gelungen, ihre Forderung nach Erhöhung des höchstzulässigen Achsdruckes für elektrische Lokomotiven von 14,5 auf 16 t durchzusetzen. Diese Forderung war gewiß nicht unberechtigt; denn abgesehen davon, daß die elektrischen Lokomotiven infolge des ruhigeren Ganges den Oberbau mehr schonen als die Dampflokomotiven, entfällt bei den elektrischen vollständig der nach den T. V. zulässige Zuschlag von 15 % für die durch Ausgleich der hin- und hergehenden Massen resultierenden freien Fliehkräfte. Es ist nur zu bedauern, daß die Freigabe der 16 t-Grenze erst so spät erfolgte. Denn bei aller Gewissenhaftigkeit ist es doch manchmal vorgekommen, daß in dem Kampf zwischen dem notwendigen Sicherheitsgrad für die Konstruktion und der geforderten Gewichtseinschränkung letztere Sieger geblieben ist.

Die Gewichtserhöhung kam in erster Linie dem Triebwerk zugute, das für 16 t Achsdruck neu gerechnet wurde und bei dem auch sonst noch eine Verstärkung wünschenswert war, da sich das Triebwerk der erstgelieferten Maschinen vereinzelten, im Anfang jedes elektrischen Betriebes anscheinend unvermeidlichen Fehlschaltungen nicht völlig gewachsen gezeigt hatte.

Die Motorleistung konnte ohne wesentliche Gewichtserhöhung in der Hauptsache durch verschärfte Kühlung von 1300 auf 1800 Stunden-PS gesteigert werden.

Auch äußerlich unterscheidet sich diese Lokomotive von der früheren Ausführung. Da mit der späteren Einführung einmänniger Bedienung zu rechnen war, mußte eine Übergangsmöglichkeit für den Zugführer geschaffen werden. Die Vorbauten wurden weggelassen, und die Stirnwand erhielt eine Tür mit Übergangsbrücke. Die Vorteile, die die Unterbringung der Hilfsbetriebe in den Vorbauten hat (Freihaltung des Maschinenraumes von Verschmutzung und Verölung), mußten hier zugunsten anderer Rücksichten aufgegeben werden. Druckluft- und Vakuumanlage befinden sich jetzt im Maschinenraum.

Übergang zum Einzelachsantrieb.

Die bisher erwähnten Lokomotivtypen hatten durchweg noch Stangenantrieb. Bei der beschriebenen E-Güterzuglokomotive ist es bereits gelungen, von Vorgelege- und Blindwellen loszukommen und 3 von 5 Achsen unmittelbar anzutreiben. Sie stellt also schon einen gewissen Übergang zur vollständigen Trennung der einzelnen Achsen voneinander dar, mit anderen Worten, zum Einzelachsantrieb.

Vergegenwärtigt man sich einmal, in welcher Weise die Energie in einer elektrischen Lokomotive umgesetzt wird, so findet man, daß die erste Energieumsetzung im Motor (elektrische in mechanische Energie) in vollkommen stetiger Weise geschieht, daß aber auch die zweite Energieumsetzung (drehende mechanische in geradlinige mechanische Energie) in stetiger Weise erfolgt oder zumindest erfolgen soll.

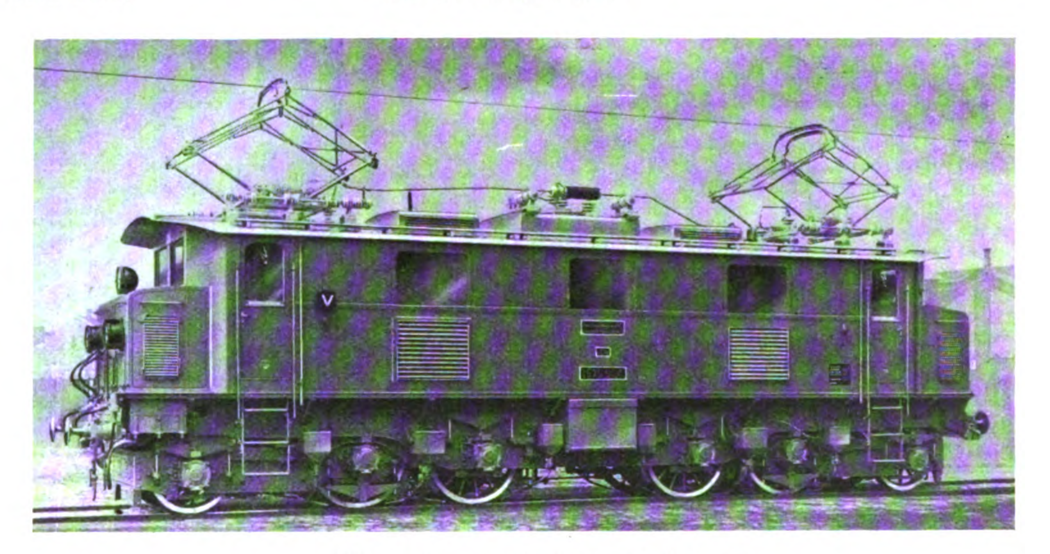


Abb. 6. 1 D_0 1-Schnellzuglokomotive Reihe 1570.

Durch ein zwischen Motor und Rad eingeschobenes Parallelkurbelgetriebe wird der Energieabfluß in zwei periodische Wellen aufgelöst, die erst wieder am Zughaken zusammenfließen. Die Stetigkeit wird also wieder gestört, das Drehmoment pulsiert stets von einer Seite zur anderen. Man fragt sich unwillkürlich, warum dies notwendig ist und warum man nicht von Anfang an eine Antriebsart gesucht hat, die die Drehung des Elektromotors in stetiger Weise unmittelbar auf das Rad überträgt.

Die Erklärung liegt darin, daß die Elektrotechniker beim Bau ihrer ersten Lokomotiven einem mächtigen Stab von Fachleuten aus dem Dampflokomotivbau gegenüber-

standen, die sich auf die fast jahrhundertelange Bewährung des prinzipiell unverändert gebliebenen Antriebes stützen konnten. Und so mußte zuerst der Elektromotor

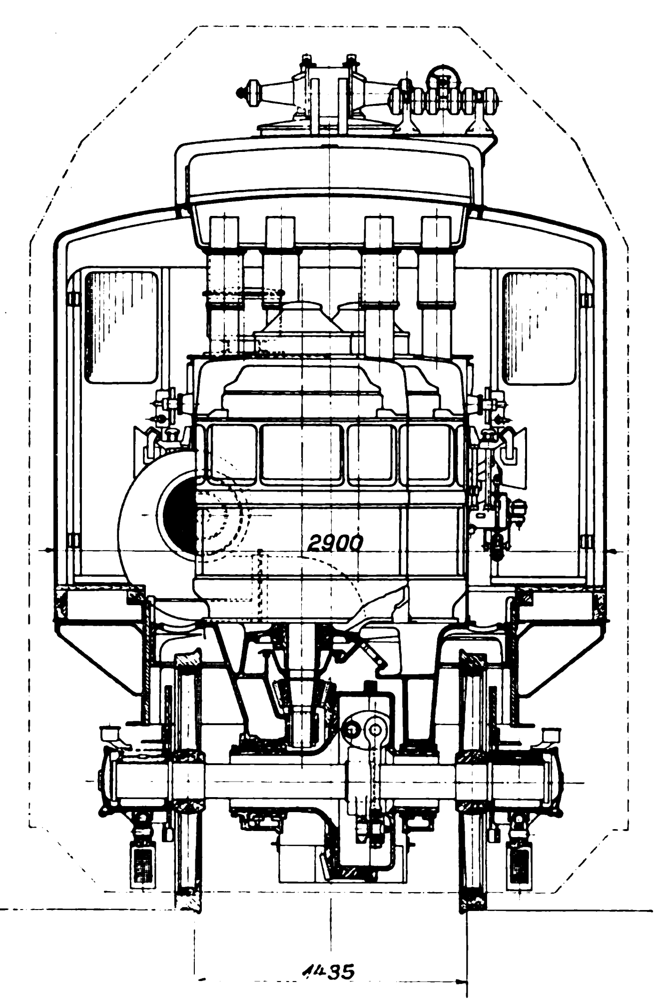


Abb. 7. Einzelachsantrieb, Bauart ÖSSW.

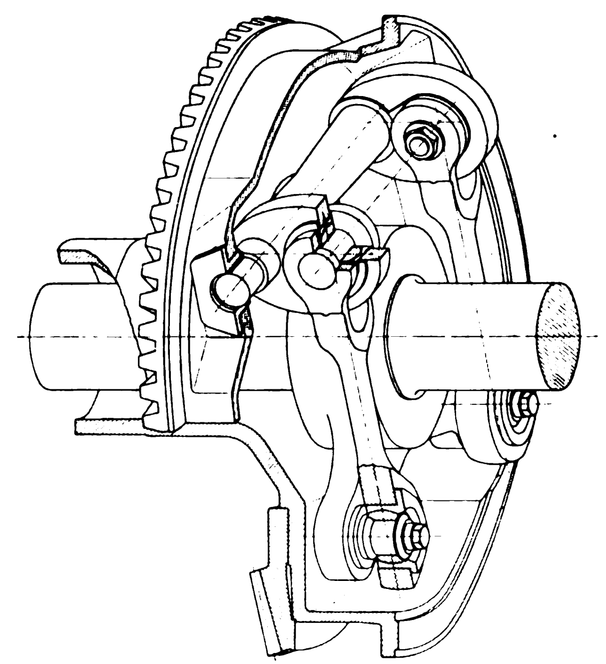


Abb. 8. Gelenkkuppelung.

wohl oder übel dieser Antriebsart angepaßt werden. Sie machte einen langsamlaufenden Einzelmotor notwendig, der — wie bereits eingangs erwähnt — auch in Österreich vertreten ist. Diese Anordnung brachte jedoch vielfach große Schwierigkeiten, da der statisch bestimmte Antrieb vom Dampfzylinder zum Rad nun plötzlich durch die zusätzliche mechanische Kuppelung durch die Motorwelle zu einem statisch unbestimmten geworden war. In unliebsamer Weise trat auch hier schon der erst nach kostspieligen Erfahrungen erkannte Einfluß der Motormasse zutage. Einen wesentlichen Fortschritt bildeten dann die Zahnradmotoren, die es gestatteten, durch Verwendung kleinerer, rasch laufender Motoren die einzubauende Leistung zu unterteilen und so günstige Achsanordnungen zu schaffen. Durch Verwendung gefederter Zahnräder konnte das starre Parallelkurbelgetriebe zu einem nachgiebigen gestaltet werden, das in dieser Form für langsamlaufende Maschinen auch heute noch das Feld mit anderen Antriebsarten teilt.

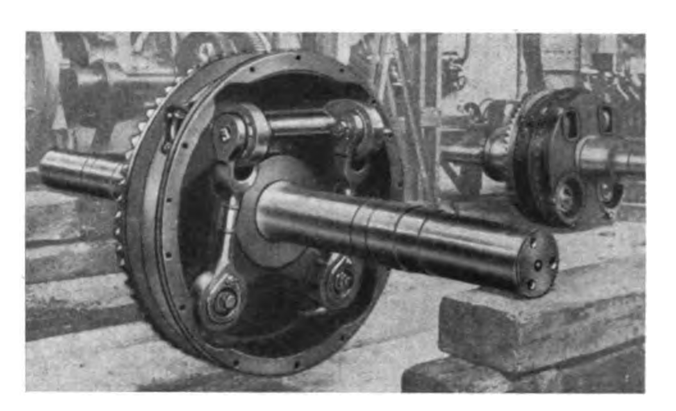


Abb. 9. Gelenkkuppelung der $1 D_0 1$-Schnellzuglokomotive Reihe 1570.

Der letzte Schritt in der aufgezeigten Entwicklung ist der Einzelachsantrieb. Dieser ist eigentlich schon dreißig Jahre alt, und zwar ist er vollständiger Alleinherrscher im Straßenbahn- und Stadtbahnbetrieb. Diese Anlagen sind ja erst entstanden, als sie die Elektrizität möglich machte. Dort waren keine hemmenden Vorbilder, und man hat von Anfang an die nächstliegende und natürlichste Antriebsart gewählt.

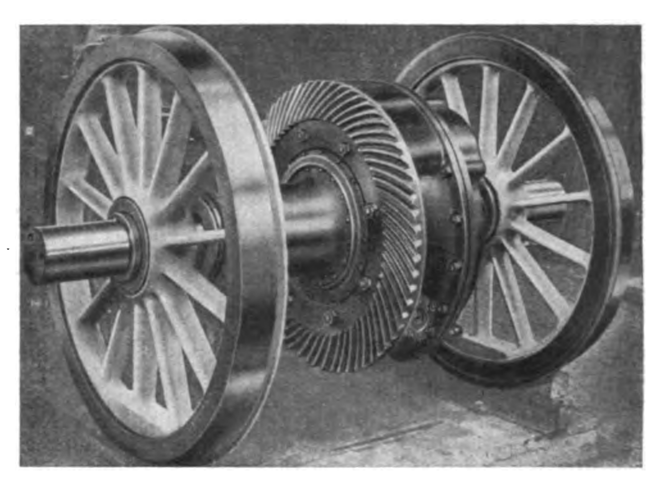


Abb. 10. Triebachse der $1 D_0 1$-Schnellzuglokomotive Reihe 1570.

Aber auch im Bau größerer Lokomotiven hat man sich in Österreich bald mit dem Einzelantrieb befaßt. Doch erst, als sich mit fortschreitender Elektrisierung das Bedürfnis nach einer Talschnellzuglokomotive ergab, bestand die Möglichkeit, die Pläne zu verwirklichen. Im Jahre 1924 wurden vier Schnellzuglokomotiven mit Einzelachsantrieb bei den ÖSSW bestellt (Achsfolge $1 D_0 1$, Reihe 1570, Abb. 6).

$1 D_0 1$-Schnellzuglokomotive Reihe 1570.

Der Einzelachsantrieb, Bauart ÖSSW (Abb. 7), verwendet stehende Motoren[1] die über Kegelräder auf eine noch im gefederten Teil gelagerte Hohlwelle treiben. Zwischen Hohlwelle und Achse ist eine nachgiebige Gelenkkuppelung (Abb. 8 und 9) eingebaut, die alle Be-

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 374.



wegungen der unabgefederten Achse aufzunehmen hat, ohne daß die Drehmomentübertragung gestört wird. Die Gelenkkuppelung besteht aus einer in der Hohlwelle gelagerten Querwelle, dem auf der Achse aufgepreß-

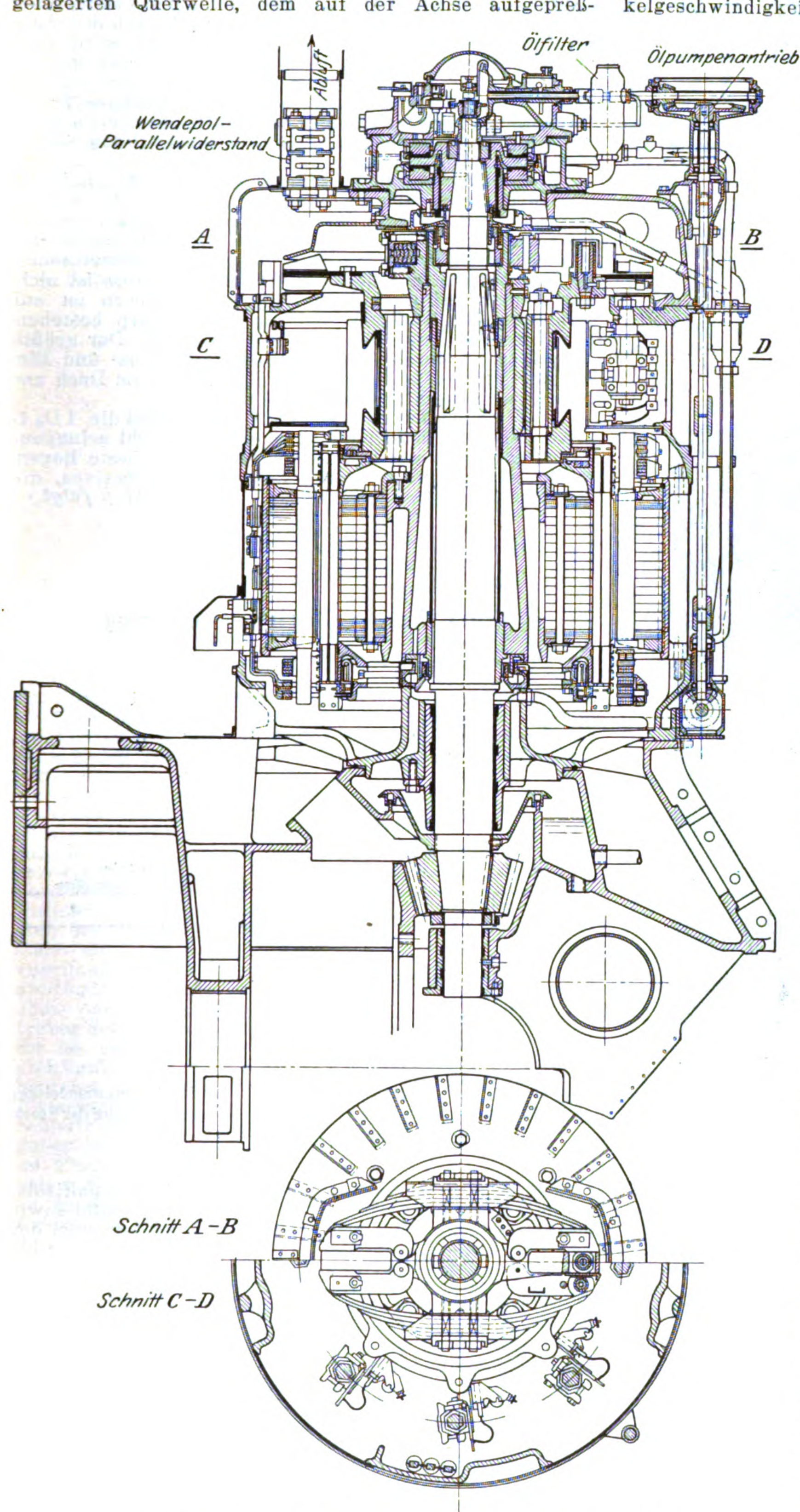


Abb. 11. Triebmotor der 1 D_0 1-Schnellzuglokomotive Reihe 1570.

ten Dreieckhebel und dem beide verbindenden Lenkerpaar. Als Gelenke sind durchweg Kugelgelenke verwendet. Die Kuppelung gestattet Parallelverschiebungen, axiale Verschiebungen, Schränkungen sowie kombinierte Bewegungen der Achse. Bei einfachen Bewegungen der Achse sind die Winkelgeschwindigkeiten von Hohlwelle und Achse theoretisch vollkommen gleich. Nur bei einzelnen kombinierten Bewegungen, die aber nur selten und dann nur kurzzeitig auftreten, sind Winkelgeschwindigkeitsänderungen vorhanden, die aber der Größenordnung nach so klein sind, daß sie ohne weiteres durch eine in den Motor eingebaute federnde Kuppelung aufgenommen werden.

Für die Kegelräder wurde Schraubenverzahnung gewählt (Abb. 10). Die Räder haben sich im Dauerbetrieb glänzend bewährt und zeichnen sich insbesondere auch durch geräuschlosen Lauf aus. Sie sind den besten im Besitze der Ö. B.B. befindlichen Stirnrädern mindestens ebenbürtig, hinsichtlich Lebensdauer ihnen wahrscheinlich sogar überlegen. Sie haben nur einen Nachteil, und das ist der große Axialschub, der beim Anfahren 105 % des Zahndruckes erreichen kann. Es ist infolgedessen notwendig gewesen, ein Doppelspurlager für die Motorwelle vorzusehen.

Die Verwendung von Kegelrädern begegnete nicht minder großer Skepsis als vor 20 Jahren die Einführung der Stirnräder. Es ist bemerkenswert, daß dieser Fortschritt ungefähr zur gleichen Zeit in zwei verschiedenen Ländern und bei verschiedenen Stromsystemen verwirklicht wurde, nämlich in Frankreich bei der 2 C_0 2-Lokomotive der Midibahn und in Österreich bei der 1 D_0 1-Schnellzuglokomotive der Bundesbahnen.

Durch die Einfügung von Kegelrädern als Übertragungsglied entfallen zunächst alle Beschränkungen, die beim Einbau von tiefliegenden oder halbhohen Motoren hemmend wirken. Der Motor kommt in dem Maschinenraum zu stehen, der genügend Platz bietet, um alle heute vorkommenden Motorleistungen unterzubringen. Er ist allseits zugänglich, auch während der Fahrt, was insbesondere für die Nachschau bei Kommutator und Bürsten vorteilhaft ist. Durch die Hochsetzung des Motors rückt auch der Schwerpunkt der ganzen Lokomotive höher, den ruhigen Lauf der Maschine begünstigend. Anderseits können kleine Räder gewählt werden, wodurch das unabgefederte Gewicht herabgedrückt wird. Kleine Räder ermöglichen auch kurze Radstände und eine geringe Gesamtlänge der Lokomotive. Für die Länge der in Rede stehenden Schnellzuglokomotive war beispielsweise nur das zulässige Gewicht auf die Längeneinheit bestimmend.

Die Gelenkkuppelung kann in der Mitte zwischen den Rädern angeordnet werden, so daß das Drehmoment gleichmäßig nach beiden Seiten abfließen kann. Da die Kuppelung ziemlich große beliebige Bewegungen der Achse gestattet, ergibt sich die Möglichkeit, die erste Triebachse mit der voranstehenden Laufachse zu einem normalen Drehgestell zu vereinigen. Macht man nun noch die mittleren Triebachsen seitenverschiebbar, so überläßt man die Führung der Lokomotive ganz den beiden Drehgestellen, was insbesondere eine ausgezeichnete Bogenläufigkeit ergibt.

Durch die große Bewegungsmöglichkeit der Gelenkkuppelung konnten zum Unterschied von anderen Einzelachsantrieben auch die beim Auslenken eines normalen Drehgestells auftretenden kombinierten Bewegungen ohne weiteres zugelassen werden. Von der bei allen Stangenlokomotiven (Dampf- und elektrische Lokomotive) vorhandenen Beschränkung, daß Triebachsen nur axial verschiebbar sein dürfen, hat man sich hier vollständig frei gemacht. Infolge der großen Bewegungsmöglichkeit der Kuppe-

lung ist es auch nicht notwendig, die Lokomotive als Gelenkmaschine zu bauen; alle Triebmotoren sind im durchgehenden Hauptrahmen gelagert; die Drehgestelle sind nur Führungsgestelle. Nur durch diese verschiedenen Vorzüge war es möglich, so günstige Laufverhältnisse zu erzielen. Die Lokomotive hat keinen festen Achsstand, trotzdem jedoch eine geführte Länge von 8,80 m.

Die Betriebsergebnisse mit dieser neuen Kuppelung waren denn auch vorzüglich. Die Abnutzung der Kugelzapfenschalen ist dank der guten Schmierung sehr gering; bei einer Hauptrevision nach 130 000 km konnte die Mehrzahl der Schalen ohne Ausgießen wieder eingebaut werden.

Der Hauptrahmen der Lokomotive ist als Außenrahmen gebaut. Über die Verwendung des Außenrahmens sind die Meinungen geteilt. Als Hauptgegenargument wird angeführt, daß er sich nicht so steif wie ein Innenrahmen bauen läßt. Dem kann jedoch nicht beigepflichtet werden. Außer an den Enden sind die beiden Rahmenplatten noch durch Drehzapfenlagerung, die Tragkonstruktion für den Transformator und ganz besonders durch die 4 Traggehäuse für die Motoren versteift.

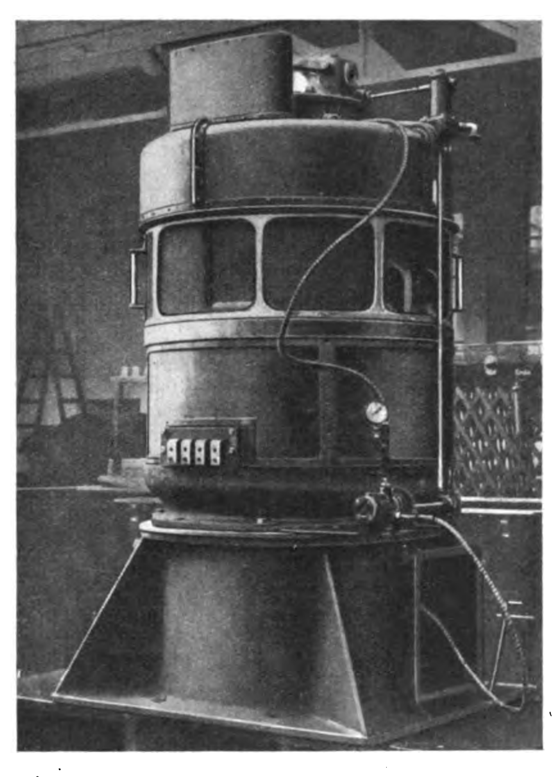


Abb. 12. Triebmotor am Prüfstand.

Die Konstruktion hat im Betrieb zu keinen Anständen geführt. Der Außenrahmen gestattet eine breite Federbasis; die Federn können nach außen gelegt werden und sind dadurch leicht und rasch auswechselbar. Die Achslager sind ebenfalls sehr gut zugänglich und können ganz geschlossen ausgeführt werden.

Auch der Drehgestellrahmen ist als Außenrahmen ausgebildet, doch kann er innerhalb des Hauptrahmens ausschwingen.

Der stehende Motor (Abb. 11 u. 12) führt ebenfalls ein neues Konstruktionselement — das Spurlager — in den Lokomotivbau ein. Als solches gelangte ein Kruppsches Segmentlager mit Druckschmierung zur Verwendung. Während der 13monatigen Haftzeit der gelieferten 4 Lokomotiven, die in dieser Zeit zusammen fast 500 000 km zurückgelegt haben, war noch nicht ein einziger Anstand an diesen Lagern. Die größte nach 130 000 km gemessene Abnutzung betrug 0,4 mm.

Auf die Abdichtung des Spurlagerkopfes nach unten wurde besonderer Wert gelegt. Ein etwaiges Eindringen des Spurlageröles in das Motorinnere ist ausgeschlossen. Das Öl im Spurlager und in den beiden dem Motor zugehörigen Halslagern wird durch eine eigene, von der Motorwelle über Kegelräder angetriebene Drehkolben-Schmierpumpe ständig in Umlauf versetzt. Die Pumpe saugt das Öl aus einem Sammelraum im Antriebsgehäuse an und drückt es in einen Ringraum des Spurlagers, von wo es durch geeignete Bohrungen auf die Lauffläche gespritzt wird. Es läuft nach Bespülung des Lagers über einen Überlauf, der so gelegt ist, daß auch noch die obere Lauffläche des Spurtellers in das Öl taucht, wird nach außen geführt, rinnt durch ein Schauglas und gelangt über das untere Halslager in den Sammelraum zurück. Ein Teil des Drucköls wird über eine einstellbare Tropföffnung dem oberen Halslager zugeführt; aus dem Sammelraum unterhalb des letzteren fließt es ebenfalls dem Schauglas zu.

Der Motor sitzt auf einem zwischen die Rahmenplatten eingelassenen Stahlgußstück, das die Hohlwellenlager und das unterste der drei Motorwellenlager enthält. Derart bilden Radsätze mit Hohlwellen, Kegelrädern und Motoren Einheiten, die nur durch den gemeinsamen Rahmen verbunden sind. Der Anker des Motors ist nicht unmittelbar auf die Welle aufgekeilt, sondern ist auf ihr gegen die Wirkung einer aus Blattfedern bestehenden federnden Kuppelung relativ verdrehbar. Der größte Ausschlag ist durch Anschläge begrenzt. Aus- und Einbau der Motoren erfolgen durch Ausschnitte im Dach und erfordern dadurch nur wenig Zeit.

Auf Grund der Betriebsergebnisse kann die 1 D. 1-Lokomotive durchaus als eine in jeder Hinsicht gelungene Type bezeichnet werden. Sie ist sicher der beste Bogenläufer aller österreichischen Schnellzuglokomotiven, die Dampflokomotiven inbegriffen. *(Schluß folgt.)*

Ungewöhnliche Oberleitungskreuzung.

Die Hochspannungsoberleitung der Schwedischen Staatsbahn (16 kV Einphasenstrom) kreuzt die Niederspannungsleitung der Stockholmer Straßenbahn (600 V Gleichstrom) mittels einer Anordnung von Trennstellenisolatoren[1] (Abb. 1). Die Kreuzung der beiden Fahrleitungen ist durch Trennstellenisolatoren für 16 kV von der übrigen Leitung ge-

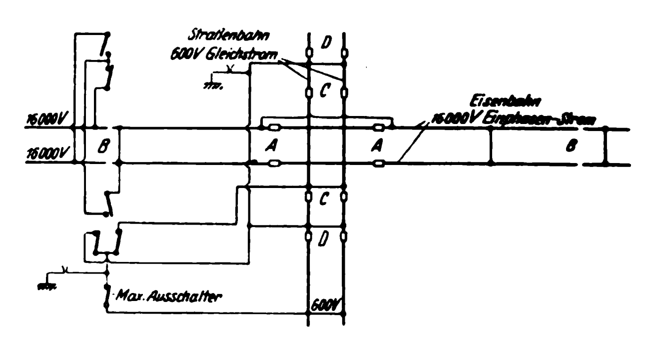


Abb. 1. Schema der Kreuzung zwischen der Hochspannungsleitung der Schwedischen Staatsbahn und der Niederspannungsleitung der Stockholmer Straßenbahn.

trennt. Zur Sicherheit wurden noch je 4 Luftspaltisolatoren *B* und *D* in die Oberleitungen der Staatsbahn sowie der Straßenbahn eingebaut. Das Ein- bzw. Auslegen der Abschnitte *A—A C—C* und *C—D* wird durch Schalter bewerkstelligt, die elektrisch durch die Kreuzungsgitter gesteuert werden, so daß also die Abschnitte *A—A C—C* und *C—D* erst dann spannungsfrei sind, wenn die Gitter für die Straßenbahn geschlossen sind; erst dann können die Abschnitte *A—B* an die 16 kV-Leitung gelegt werden. Da der Abstand zwischen den vorderen und hinteren Stromabnehmern größer als der Abstand *A—A* ist, wird die Stromzuführung in der Lokomotive nicht unterbrochen. Solange einer der beiden Stromabnehmer mit dem Kreuzungsstück *A—A C—C* in Kontakt steht, führt dieses die hohe Spannung. Falls diese durch Isolationsfehler in einen Abschnitt *C—D* kommen sollte, erfolgt ein Kurzschluß, da die Abschnitte *C—D* über eine 600 V-Funkenstrecke geerdet sind. *K. D.*

[1] Electr. Traction, Bd. 24, S. 196.

Der Nebenschlußphasenschieber mit Überkompensation.

Von Dr.-Ing. **Tom Schmitz,** Dresden.

Übersicht. In Ergänzung eines in der ETZ 1927, S. 1800 erschienenen Aufsatzes über den selbsterregten Nebenschlußphasenschieber wird das Verhalten desselben bei Überkompensation untersucht und nachgewiesen, daß durch dieses Mittel das Einsetzen von Pendelungen unterdrückt werden kann.

In einem früheren Aufsatz über den Nebenschlußphasenschieber war vorausgesetzt worden, daß die Anker-AW durch eine Kompensationswicklung im Ständer der

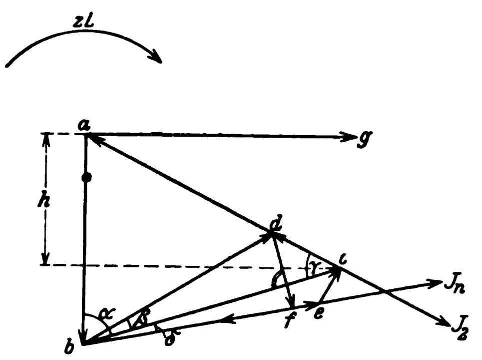


Abb. 1. Vektordiagramm des Nebenschlußphasenschiebers mit Überkompensation.

Maschine vollkommen aufgehoben seien, so daß in der Maschine nur das von der Erregerwicklung herrührende Feld besteht. Führt man dagegen die Kompensationswicklung mit einer anderen AW-Zahl als die Rotorwicklung aus, so besteht in der Maschine auch noch ein vom Hauptstrom erregter Kraftfluß. Wir hatten gefunden, daß bei reiner Nebenschlußerregung und einer Bürstenverschiebung von 90° aus der Nullstellung gegen den Drehsinn des Rotors die Maschine stets eine dem Hauptstrom voreilende EMK erzeugt, gleichgültig, ob die Maschine über- oder untersynchron im früher definierten Sinne läuft. Es ist also in diesem Fall gleichgültig, in welcher Reihenfolge die Anschlüsse des Phasenschiebers an die Schleifringe des Hauptmotors gelegt werden. Das Drehfeld im Phasenschieber nimmt in jedem Fall die Drehrichtung an, die durch den Drehsinn des Feldes im Hauptmotor und durch die Reihenfolge der Anschlüsse bedingt ist, und es ergeben sich dann stets die gleichen Betriebsverhältnisse unabhängig von der Drehrichtung des Phasenschiebers. Lediglich in der Kommutierung des Phasenschiebers macht sich ein Unterschied bemerkbar: diese ist besser, wenn der Phasenschieber gegen sein Drehfeld, d. h. untersynchron läuft.

Anders ist es, wenn der Phasenschieber außer der Nebenschlußerregung auch eine Hauptstromerregung hat. Es soll hier nur der Fall betrachtet werden, daß die Ständerwicklung mehr AW hat als die Kommutatorwicklung, d. h., daß die Maschine überkompensiert ist, da der andere Fall, d. i. die Unterkompensation, schlechte Kommutierung zur Folge hat und daher keine praktische Bedeutung besitzt. Bekanntlich wird im Leblancschen Phasenschieber, dessen Feld von der Kommutatorwicklung erzeugt wird, eine dem Strome um 90° voreilende EMK erzeugt, wenn der Phasenschieber im Sinne des Drehfeldes, d. h. übersynchron, läuft. Erfolgt die Erregung vom Ständer aus, so muß es demnach umgekehrt sein, da der gleiche Strom dann einen um 180° gegen früher phasenverschobenen Kraftfluß erzeugt. Bei Erregung vom Ständer wird also eine voreilende EMK erzeugt, wenn die Maschine untersynchron und eine nacheilende EMK, wenn sie übersynchron läuft.

Für die Richtung der vom Hauptstromfeld induzierten EMK ist es also nicht gleichgültig, in welcher Reihenfolge die Anschlüsse des Phasenschiebers mit den Schleifringen des Hauptmotors verbunden werden. Werden zwei Anschlüsse vertauscht, so muß sich entweder der Umlaufsinn des Drehfeldes im Hauptmotor oder im Phasenschieber umkehren. Ersteres würde einen Übergang der Drehzahl des Hauptmotors von der untersynchronen zur übersynchronen bedingen, letzteres einen Übergang von phasenverbessernder zur phasenverschlechternden Wirkung des Phasenschiebers. In welchem Teil des Maschinensatzes die Umkehrung erfolgt, hängt von dem Belastungszustand des Motors und von der Gesamtheit der Konstanten des Stromkreises ab.

Abb. 1 zeigt das Vektordiagramm eines Motors mit überkompensiertem Nebenschlußphasenschieber für untersynchronen Lauf sowohl des Motors als auch des Phasenschiebers. Der Ohmsche Spannungsabfall, den der Nebenschlußstrom in der Kommutator- und Kompensationswicklung hervorruft, ist hier ebenso wie früher vernachlässigt.

$a\,g = \Phi_{m_2}$	ist der sekundäre Kraftfluß des Hauptmotors,
$a\,b = E_2\,\sigma$	ist die Schlupfspannung des Hauptmotors,
$b\,c = E_k$	ist die im Phasenschieber erzeugte EMK,
$c\,d = -J_2\,R_k$	ist der vom Hauptstrom in der Kommutator- und Kompensationswicklung hervorgerufene Ohmsche Spannungsabfall,
$d\,a = -J_2\,R_m$	ist der Ohmsche Abfall im Sekundärteil des Hauptmotors,
$b\,e = E_{k_n}$	ist die vom Nebenschlußfeld erzeugte Komponente von E_k,
$e\,c = E_{k_h}$	ist die vom Hauptschlußfeld erzeugte Komponente von E_k,
$d\,f = e_s$	ist die vom resultierenden Feld in der Nebenschlußwicklung induzierte EMK,
$f\,b = -J_n\,R_n$	ist der Ohmsche Abfall in der Erregerwicklung,
$b\,d = P_k$	ist die Spannung, an der die Nebenschlußwicklung liegt.

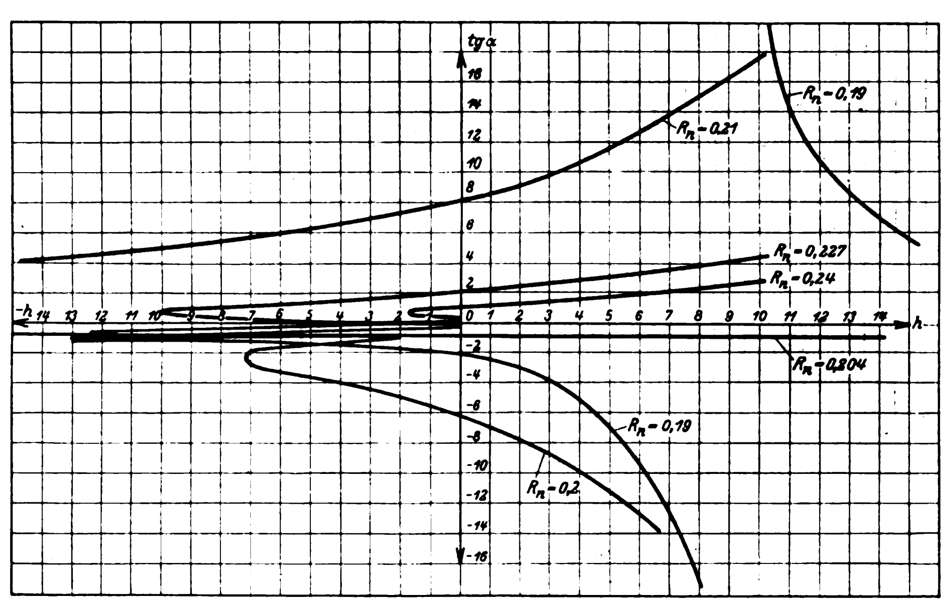


Abb. 2. tg α als Funktion der Belastung bei verschiedenen Werten von R_n.

Wenn die Bürsten in der 90°-Stellung stehen, dann ist, wie früher bewiesen wurde, die im Phasenschieber induzierte EMK in Phase mit den AW der Erregerwicklung. Die Achse der Kompensationswicklung ist gegen die Achse der Erregerwicklung um 90° el. gegen den Drehsinn des Phasenschiebers räumlich verschoben. Nehmen wir an, daß der Phasenschieber untersynchron, d. h. gegen sein Drehfeld läuft, so erzeugen ein in der Kompensationswicklung fließender Strom und ein in der Erregerwicklung fließender Strom, der gegen ersteren um 90° voreilt, phasengleiche Felder. Demnach hat E_{k_h} 90° Voreilung gegen J_2. Das Dreieck bce kann man auch als AW-Dreieck auffassen, und zwar ist $\overline{be} = \text{AW}_n$, $\overline{ec} = \text{AW}_h$ und $\overline{bc} = \text{AW}_{res}$. $\overline{df} = es$ muß, wie früher bewiesen, gegen $\overline{bc} = E_k$ 90° Nacheilung haben und sich mit $\overline{bd} = P_k$ und $\overline{bf} = -J_n R_n$ zu einem Dreieck schließen.

Setzt man $E_k = c_1 . \text{AW}_{res}$, $e_s = c_2\, \sigma . \text{AW}_{res}$ und $\text{AW}_h = c_3 J_2$, $\text{AW}_n = c_4 J_n$, wobei c_1, c_2, c_3, c_4 Faktoren sind, die sich aus den Maschinendaten ergeben, und führt man für $R_m + R_k$ die Bezeichnung R ein, so ergeben sich aus den geometrischen Beziehungen der Abb. 1 folgende Gleichungen:

$$c_2\, \sigma . \text{AW}_{res} - P_k \sin\beta = J_n R_n \sin\delta \quad \text{. . . . } (1)$$

$$\frac{c_2\, \sigma . \text{AW}_{res}}{P_k} = \frac{\sin(\beta+\delta)}{\cos\delta} \quad \text{. . . . . . . } (2)$$

$$\frac{c_3 J_2}{c_4 J_n} = \frac{\sin\delta}{\cos\gamma} \quad \text{. . . . . } (3)$$

$$\frac{P_k}{J_2 R_k} = \frac{\sin\gamma}{\sin\beta} \quad \text{. . . . . } (4)$$

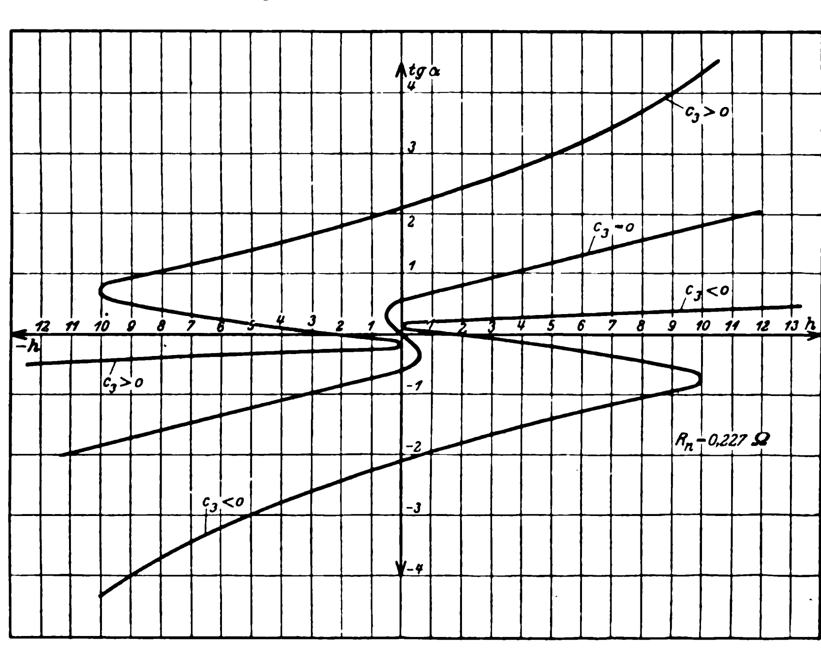


Abb. 3. tg α als Funktion der Belastung für $e_s \lesseqgtr 0$.

$$\frac{c_1 . \text{AW}_{res}}{J_2 R} = \frac{\sin(\alpha+\gamma)}{\sin\alpha} \quad \text{. . . . . } (5)$$

$$\frac{E_2\, \sigma}{J_2 R} = \frac{\sin\gamma}{\sin\alpha} \quad \text{. . . . . } (6)$$

$$\frac{h}{J_2 R} = -\cos(\alpha+\gamma) \quad \text{. . . . . } (7)$$

$$\frac{\text{AW}_{res}}{c_3 J_2} = \frac{\cos(\delta-\gamma)}{\sin\delta} \quad \text{. . . . . } (8)$$

$$\frac{P_k}{J_2 R_m} = \frac{\sin(\alpha+\gamma)}{\sin(\alpha-\beta)} \quad \text{. . . . . } (9)$$

Nimmt man h, das ein Maß für die Belastung des Motors ist, als gegeben an, so bleiben folgende neun Unbekannte übrig:

$$\text{AW}_{res},\ \sigma,\ P_k,\ J_n,\ J_2,\ \alpha,\ \beta,\ \gamma,\ \delta.$$

Aus diesen Gleichungen läßt sich E_k der Größe und Lage nach bestimmen, und zwar erhält man für E_k die Formel

$$E_k = \frac{E_2 c_1 R_k}{c_2 R} \sin\alpha \left[1 + \frac{c_3 R_n (c_1 c_4 R + c_1 c_3 R_n \operatorname{tg}\alpha - R R_n)}{c_4 R_k \operatorname{tg}\alpha\, (R R_n - c_1 c_4 R_m)}\right] \quad (10)$$

und für tg α die kubische Gleichung

$$\operatorname{tg}^3\alpha\, (A H - C) F + \operatorname{tg}^2\alpha\, (A F G - B F + C E) + \operatorname{tg}\alpha\, (A F H + B E + C D) + (A F G + B D) = 0. \quad (11)$$

Hierin bedeuten:

$$\left.\begin{aligned} A &= \frac{c_2 c_4 h}{E_2} \\ B &= c_3 R R_n (c_1 c_4 - R_n) \\ C &= c_3^2 R_n^2 c_1 + c_4 R_k (R R_n - c_1 c_4 R_m) \\ D &= R (c_1 c_4 - R_n) \\ E &= c_1 c_3 R_n \\ F &= R R_n - c_1 c_4 R_m \\ G &= c_4 R R_k \\ H &= c_3 R R_n. \end{aligned}\right\} \quad . \quad (12)$$

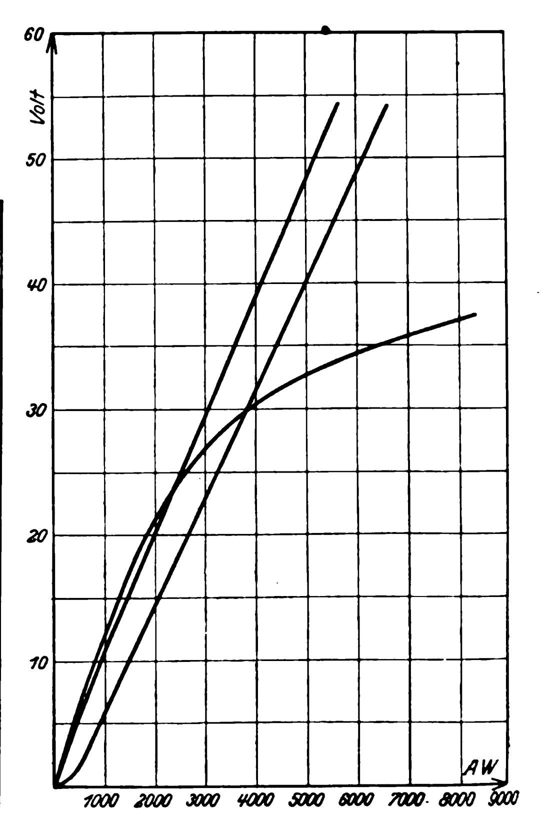


Abb. 4. Impedanzkurve und magnetische Charakteristik.

Setzt man in diesen Gleichungen $c_3 = 0$, so gehen sie in die früher entwickelten Gleichungen für reine Nebenschlußerregung über. Hierbei ist aber zu beachten, daß c_1 und c_2 nicht die gleiche Bedeutung haben wie früher, es treten vielmehr $c_1 \cdot c_4$ und $c_2 \cdot c_4$ an die Stelle von c_1 und c_2 in dem früheren Aufsatz.

$c_3 > 0$ entspricht der Schaltung, bei der Hauptmotor und Phasenschieber beide untersynchron oder beide übersynchron laufen. $c_3 < 0$ entspricht der Vertauschung zweier Schleifringanschlüsse, d. h. entgegengesetztem Lauf von Motor und Phasenschieber.

Die Formel (11) ist, wie man sieht, bedeutend komplizierter als die entsprechende Formel in dem früheren Aufsatz. Man könnte an ihr ebenso wie früher den Einfluß der einzelnen willkürlich Veränderlichen untersuchen, doch erfordert dies sehr langwierige rechnerische Arbeit. Es soll daher lediglich der Einfluß der wichtigsten Größen, d. h. der Belastung und der Sättigung, untersucht werden. Den Rechnungen wurden nicht die gleichen Daten wie im früheren Aufsatz zugrundegelegt sondern die einer zehnpoligen 85 kVA-Maschine, während die früheren Rechnun-

gen für eine sechspolige 30,5 kVA-Maschine galten. Abb. 2 zeigt tg α als Funktion von h bei verschiedenen Werten von R_n. Auch hier gibt es einen ausgezeichneten Wert von R_n, bei dem in Gl. (11) der Wert F zu Null wird. Dieser früher als Normalwiderstand bezeichnete Widerstand ist für die durchgerechnete Maschine gleich 0,204 Ω. Bei diesem Wert wird tg α gleich 0,79 und ist unabhängig von h.

In Abb. 3 ist für sonst gleiche Konstanten tg α über h bei $c_3 = +0{,}219$, $c_3 = -0{,}219$ und $c_3 = 0$ dargestellt.

Die Kurve für $c_3 < 0$ ist der Kurve für $c_3 > 0$ entgegengesetzt gleich bezüglich beider Koordinatenachsen.

Die Koeffizienten c_1 und c_2 sind von dem Sättigungszustand der Maschine abhängig. Wir können $c_1 = K_1 f$ und $c_2 = K_2 f$ setzen, wobei $f = \frac{\Phi}{\mathrm{AW}_{\mathrm{res}}}$ ist, wenn Φ der Kraftfluß in der Erregermaschine ist. Errechnet man nun für ein bestimmtes h tg α in Abhängigkeit von f bei sonst gleichen Konstanten, so läßt sich hieraus ebenso wie früher die Impedanzkurve, d. h. der Zusammenhang von E_k und $\mathrm{AW}_{\mathrm{res}}$, wie er sich aus den Erfordernissen eines geschlossenen Vektordiagramms ergibt, ermitteln.

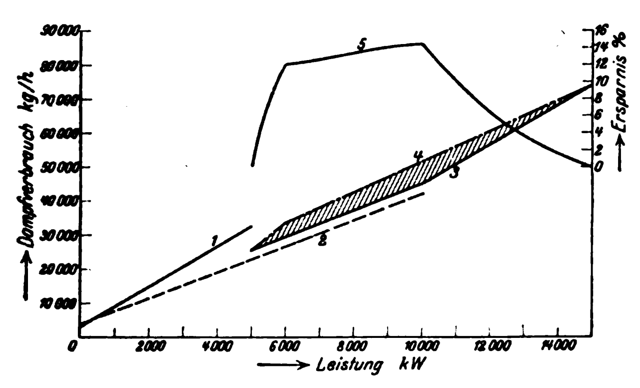
Abb. 4 zeigt eine solche Kurve. Aus dieser geht der prinzipielle Unterschied einer Maschine mit Überkompensation gegenüber einer Maschine mit $c_3 = 0$ am besten hervor. Während die Kurve bei $c_3 = 0$ eine geschlossene Schleife war, verläuft sie hier ins Unendliche. Der Grund hierfür ist aus Gl. (10) zu erkennen. Für $c_3 = 0$ wird der Klammerausdruck gleich 1. Vor der Klammer steht ein Ausdruck, der im Zähler c_1 und im Nenner c_2 enthält, der also von f unabhängig ist. Der Höchstwert von sin α ist gleich 1. Bei $c_3 = 0$ kann also E_k einen gewissen Höchstwert nicht überschreiten, und die Kurve E_k über $\mathrm{AW}_{\mathrm{res}}$ muß im Endlichen verlaufen. Bei $c_3 \neq 0$ kann dagegen der Klammerausdruck unendlich werden, und zwar dann, wenn $R R_n = c_1 c_4 R_m$ ist. Da c_1 von f abhängig ist, so wird sich stets ein Wert von f finden lassen, bei dem diese Beziehung erfüllt ist und somit E_k unendlich wird. Daß die Impedanzkurve im Unendlichen verläuft, hat nun zur Folge, daß sie stets einen stabilen Schnittpunkt mit der magnetischen Charakteristik der Maschine ergibt, die sich ja einem endlichen Wert asymptotisch nähert. Sollte die Charakteristik auch mehrere Schnittpunkte mit der Impedanzkurve haben, so ist mindestens einer davon stabil, und in dem durch diesen Schnittpunkt charakterisierten Zustand wird die Maschine beharren. Die Möglichkeit für Pendelungen ist also nicht mehr gegeben, und hierin besteht der große Vorteil der Überkompensation.

Wirtschaftlicher Parallelbetrieb von Dampfturbosätzen.

Von Dipl.-Ing. **Heinz Schlicke**, Berlin-Wilmersdorf.

Übersicht. Gleiche Lastverteilung zweier parallel arbeitender Turbosätze erfordert den größten Dampfverbrauch. Reiner Phasenschieberbetrieb ist am wirtschaftlichsten. Fährt der neue Turbosatz die Grundlast und der veraltete die Blindlast, so ist der Dampfverbrauch etwas höher als bei reinem Phasenschieberbetrieb, doch ist die Betriebsicherheit größer.

In kleinen und mittleren Kraftwerken ist man gezwungen, zur Deckung der Spitzenlast Zusatzmaschinen heranzuziehen. Es wird im allgemeinen die Grundbelastung den neuzeitlichen Maschinen vorbehalten, während die älteren Turbosätze die Spitzenlast zu übernehmen haben.



Kurve 1 Maschine 1 (3100 + 5,8 . kW) kg Dampf/h
„ 2 „ 2 (3500 + 3,85 . kW) „
„ 3 Maschine 2 erzeugt Wirklast, Maschine 1 Blindlast
„ 4 „ 2 „ 2/3 „ 1 1/3 der Gesamtlast
„ 5 Ersparnis

Abb. 1. Wirtschaftliches Parallelarbeiten von Dampfturbosätzen.

Bei der Aufzeichnung der Dampfverbrauchskurve eines Turbosatzes wird man feststellen, daß deren Abhängigkeit von der abgegebenen Leistung annähernd durch eine Gerade dargestellt werden kann (Abb. 1). Es ist dadurch ermöglicht, mit einem Leerlaufdampfverbrauch zu rechnen, der allen Belastungsfällen gemeinsam ist, und mit einem zusätzlichen Dampfverbrauch, der sich proportional mit der Leistung ändert. Es läßt sich demnach der Dampfverbrauch jedes Turbosatzes angenähert durch folgende Formel erfassen:

$$D = d_1 + d_2 N \text{ in kg/h},$$

wenn d_1 den Leerlaufdampf in kg/h, d_2 die Tangente des Neigungswinkels zwischen der Dampfverbrauchsgeraden und Abszisse und N die jeweilige Leistung in kW darstellen. d_1 und d_2 sind mithin Maschinenkonstanten, die aber durch häufige Messungen zu revidieren sind. Sie erhöhen sich mit dem Alter der Maschinen. Es haben nun die älteren, wenigstufigen Turbinen einen geringeren Leerlaufdampf, aber eine steilere Neigung der Charakteristik (Abb. 1, Kurve *1*), während die neuen vielstufigen Maschinen einen höheren Leerlaufdampfverbrauch und eine flachere Neigung der Geraden aufweisen (Abb. 1, Kurve *2*). Es stellt sich also die ältere Maschine im Leerlauf und bei ganz geringen Belastungen billiger. In einem bestimmten Punkt schneiden sich die Charakteristiken beider Maschinen. In diesem Schnittpunkt haben sie also gleichen Dampfverbrauch. Von diesem Schnittpunkt an aufwärts über das bei weitem größere Bereich ist die neuzeitliche Turbine sparsamer.

In Abb. 1 ist das Beispiel eines Kleinkraftwerkes dargestellt worden: Die Grundlast fährt die neuzeitliche 10 000 kW-Turbine Nr. 2 mit der Charakteristik, die sich in die Formel (3500 + 3,85 · kW) kg/h Dampf kleiden läßt (Kurve *2*). Während der Spitzenlast wird noch der ältere Turbosatz Nr. 1 von 5000 kW Nennleistung zugeschaltet, dessen Dampfverbrauch der Gleichung (3100 + 5,8 · kW) kg/h folgt (Kurve *1*). Natürlich ist es aus Gründen der Betriebsicherheit notwendig, die Maschine 1 rechtzeitig heranzunehmen und, wenn die Belastungspitze vorüber ist, noch geraume Zeit mitarbeiten zu lassen, um nicht von Zufälligkeiten überrascht zu werden. Die Maschinen können zunächst einmal auf zwei verschiedene Weisen miteinander parallel arbeiten:

1. Die Kraftwerksbelastung wird den Nennleistungen der Maschinen entsprechend auf beide verteilt. Es erhält demnach in unserem Beispiel der Maschinensatz 2 ⅔ und der Maschinensatz 1 ⅓ der Gesamtbelastung, da sich die Nennleistungen der Maschinen wie 2 : 1 verhalten. Diese Art der Lastverteilung ist die gebräuchliche. Sie wird durch Kurve *4* in Abb. 1 versinnbildlicht.

2. Die neuzeitliche Maschine 2 übernimmt die Wirklast des Kraftwerkes bis zur Höhe ihrer eigenen Nennlast. Generator 1 führt die Blindlast, während Turbine 1 im Leerlauf arbeitet. Übersteigt die Kraftwerkswirklast die Nennleistung des Turbosatzes 2 — hier 10 000 kW —, so übernimmt Maschine 1 den diese Nennleistung überschreitenden Betrag. Diese Art des Parallelarbeitens findet man selten. Sie wird durch Kurve *3* in Abb. 1 dargestellt.

Es ist ohne weiteres beim Vergleich der Kurven *4* und *3* einzusehen, daß die zweite Betriebsart die wirtschaftlichere ist. Durch diese beiden Kurven wird ein Viereck gebildet (in Abb. 1 schraffiert gezeichnet), das die Dampfersparnis darstellt. Um ein Maß für die ziemlich große Ersparnis zu erhalten, ist sie noch einmal in Gestalt der Kurve 5 aufgetragen worden. Die Betriebsicherheit der zweiten Art des Parallelarbeitens ist nicht kleiner als die der erstgenannten; denn die Maschine ist synchron geschaltet



und arbeitet unter Dampf. Die etwa eingebauten Rückstromrelais sind der Sicherheit halber abzuschalten. Der Maschinensatz 1 ist also jederzeit imstande, jede Belastungserhöhung in Kürze aufzunehmen. Bei einem plötzlichen Abschalten der Maschine 2 ist sie in beiden Fällen nicht in der Lage, die gesamte Kraftwerksbelastung zu übernehmen, da eben ihre Leistung zu gering ist. Es ist dies nicht auf die Art des Betriebes, sondern auf die Größenverhältnisse zurückzuführen. Würden die Leistungen gleich groß sein, so wäre sie ohne weiteres imstande, auch in Betriebsart 2 eine plötzliche Leistungserhöhung von Leerlauf auf Vollast auszuführen, ohne daß die Laständerung im Netz fühlbar wird.

Natürlich ist ein derartiges Parallelarbeiten auch möglich, wenn mehrere Maschinen die Grundlast erzeugen. Der erzielte Gewinn ist derselbe, erscheint aber prozentual kleiner, da die Grundlast größer ist. Die Möglichkeit, daß die Spitzenmaschine eine plötzlich ausfallende Grundmaschine ersetzen kann, ist ebenfalls größer.

Es besteht noch eine dritte Möglichkeit des Parallelarbeitens, und zwar folgende: Nach Lösung der Kuppelung zwischen Turbine 1 und Generator 1 arbeitet dieser als Phasenschieber. Ein derartiger Umbau der Kuppelung ist mit wenigen Kosten verbunden. Allerdings ist eine Verzögerung in Kauf zu nehmen, die entsteht, wenn der Generator als Phasenschieber ungekuppelt arbeitet und für einen plötzlich ausfallenden Maschinensatz Wirkleistung übernehmen soll. Der Generator ist dann erst vom Netz abzuschalten, muß auslaufen, wird mit der Turbine gekuppelt, wieder hochgefahren und synchron geschaltet. Diese Arbeiten beanspruchen eine geraume Zeit, die im allgemeinen nicht zur Verfügung steht. Der Generator wird für den Phasenschieberbetrieb am zweckmäßigsten durch irgendeine kleine Maschine hochgefahren. Die beiden Generatoren müssen in diesem Falle fremderregt werden.

Der Betrieb zeitigt dann folgendes Ergebnis: Der Generator 1, der bei Vollast und $\cos\varphi = 0{,}8$ 5000 kW und 6250 kVA leistet, hat bei Phasenschieberbetrieb und $\cos\varphi = 0$ nur eine Leistung von 4850 kVA. Die gesamten Verluste betragen dann 420 kW und müssen vom Generator 2 aufgebracht werden. Sie stellen einen Dampfwert von $420 \times 3{,}85 = 1610$ kg/h dar. Diese Betriebsart wird graphisch durch Abb. 2 versinnbildlicht. Es ist in der Abb. 2 folgendes Beispiel aufgeführt worden: Die Maschine 2 benötigt bei einer Belastung von 7000 kW 30 500 kg/h Dampf. Ferner werden noch 420 kW zum Antrieb des Phasenschiebers gebraucht. Es erhöht sich der Dampfverbrauch demnach um die obigen 1610 kg/h, so daß der Gesamtdampfverbrauch sich auf 32 110 kg/h stellt. Würde dagegen die Turbine 1 mit dem Generator 1 gekuppelt sein und mit Leerlaufdampf arbeiten, so würde sich der Gesamtdampfverbrauch auf $30\,500 + 3100 = 33\,600$ kg/h stellen. Es werden durch den reinen Phasenschieberbetrieb noch rd. weitere 1500 kg/h Dampf gegenüber der Betriebsart 2 gespart.

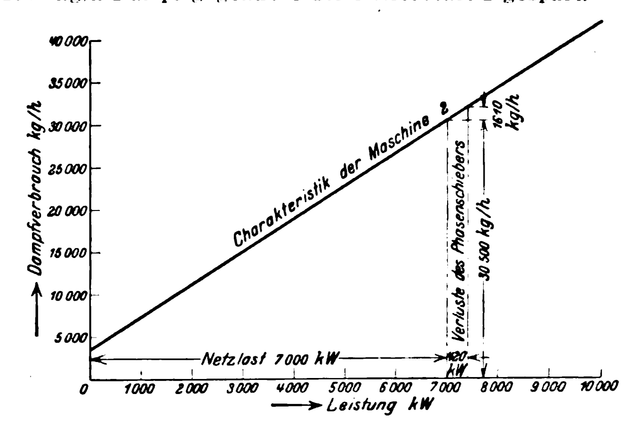


Abb. 2. Reiner Phasenschieberbetrieb.

Diese dritte Art des Parallelarbeitens hat, wie bereits gesagt, den Nachteil, daß die Maschine 1 nicht als sofortige Reserve zur Verfügung steht. Es werden erst zeitraubende Arbeiten notwendig, um den Maschinensatz vom reinen Phasenschieberbetrieb wieder in eine Betriebsmaschine umzuwandeln. Es ist also hier, wie so häufig, eine größere Wirtschaftlichkeit nur durch Verringerung der Betriebssicherheit zu erreichen. Um die Betriebsicherheit groß zu belassen, wird man demnach die Betriebsart 2 allem anderen vorziehen und die Maschine 1 unter Leerlaufdampf als Phasenschieber mitarbeiten lassen. Es wird bereits, wie Abb. 1 deutlich zeigt, eine höhere Wirtschaftlichkeit erzielt als bei der allgemein üblichen Betriebsart 1 — gleiche Lastverteilung auf alle Maschinen —, so daß man auf die weiteren Ersparnisse durch reinen Phasenschieberbetrieb (Betriebsart 3) verzichten kann.

Über die von cos φ-Relais bewirkte selbsttätige Steuerung der Regeltransformatoren.

Von Ing. **F. Pinter**, Wien.

Übersicht. Zunächst werden die in Fernleitungen zwischen Zentralen auftretenden $\cos\varphi$-Schwankungen (unter Bedachtnahme auf die selbsttätige Spannungsregelung der Zentralen) untersucht. Dann wird zur Streitfrage Stellung genommen, ob eine von $\cos\varphi$-Relais dirigierte selbsttätige Steuerung der Regeltransformatoren zweckmäßig ist.

Für die selbsttätige Ausregelung oder Verhinderung der Spannungsabfälle und Blindleistungsverschiebungen zwischen Zentralen, die über eine Fernleitung parallel arbeiten, hat man bekanntlich mehrere Möglichkeiten. Eine Art von solchen weitgehenden Regelungen besteht in der Verwendung stark und entsprechend $\cos\varphi$-empfindlicher Spannungsschnellregler, die es zuwege bringen, daß die Zentralen- bzw. Generatorspannungen — dem Parallelbetrieb angepaßt — bis zu 30 % sich verändern. Unter Verhältnissen, die eine solche Regelung mit Rücksicht auf andere Netze nicht zulassen und bei denen anderseits die Bedürfnisse der Netze und die Netzgestaltung einer gleichzeitigen Phasenkompensation günstig sind, können hingegen Synchronphasenschieber am Platze sein. Die dritte Möglichkeit bieten die Dreh- und die Stufentransformatoren, die allerdings nicht für unbeschränkt große Leistungen genommen werden. Während nun die beiden erstgenannten Möglichkeiten den Spannungs- und Blindstromausgleich schon im Entstehen durch Spannungsschnellregler selbsttätig vollziehen lassen, ist mit dem selbsttätigen Betrieb bei Regeltransformatoren nicht immer das erwartete Ergebnis erzielbar. Von mancher Seite wird der selbsttätige, durch $\cos\varphi$-Relais gesteuerte Betrieb von Drehtransformatoren zu vielversprechend empfohlen, von anderer Seite wird wieder zu sehr dagegen Stellung genommen. Der Käufer solcher Anlagen hat aber ein um so begreiflicheres Interesse daran, klar zu sehen, als auch die Kostenfrage mitunter eine bedeutende Rolle spielt. So kann es vorkommen, daß für selbsttätigen Betrieb ein Drehtransformator vorgeschlagen wird, der bei Spannungen über etwa 15 kV zwei Hilfstransformatoren erhalten muß, wodurch sich die Effektverluste etwa verdoppeln und die Anlagekosten auf etwa das 2½fache erhöhen. Stufentransformatoren mit Stufenschalter werden dagegen noch für direkten Anschluß an Spannungen von etwa 40 kV gebaut, es wird aber anderseits dem Verlangen nach selbsttätiger Steuerung nicht entsprochen. Der Zweck der vorliegenden Arbeit ist es nun, die bezüglichen Zusammenhänge aufzuzeigen, insbesondere die bei der Regelung mittels des Dreh- und des Stufentransformators auftretenden $\cos\varphi$-Schwankungen zu vergleichen und festzustellen, was man von einer selbsttätigen $\cos\varphi$-Steuerung verlangen kann und was man von ihr nicht erwarten soll.

Zwischen parallel betriebenen Zentralen kann man bekanntlich Energie bei positivem, bei keinem und auch bei negativem Spannungsgefälle übertragen. Wenn jedoch der Energietransport bei bestimmtem Leistungsfaktor erfolgen muß, so gehört dazu auch ein eindeutiges Spannungsgefälle. Die Phasenverschiebung am Ende der Linie ist bei gegebenen Leitungskonstanten hauptsächlich von der Wirkleistung N_1 und vom Spannungsgefälle $e = E_0 \pm E - E_1$, d. i. von der Anfangs- (E_0), der Zusatz- oder Gegen- (E) und von der Endspannung (E_1) abhängig. Die Beziehung zwischen diesen Veränderlichen geht aus der Näherungsformel

$$e = E_0 \pm E - E_1 = r\,\frac{N_1}{E_1}\,(1 + \operatorname{tg}\psi\,\operatorname{tg}\varphi_1)$$

hervor, die in der Form

$$e = J\,(r \cos \varphi_1 + \omega\, L \sin \varphi_1)$$

bekannt ist. Wenn nun der Belastungs- und Spannungszustand des Netzes geändert wird, so werden die Werte e', E_0', E_1', J', N_1', φ_1' zueinander in Beziehung sein. Dividiert man die daraus gebildete, mit der obigen korrespondierende Gleichung durch obige, so erhält man:

$$\frac{e'}{e} = \frac{N_1'}{N_1}\,\frac{E_1}{E_1'}\,\frac{1 + \operatorname{tg}\psi \operatorname{tg}\varphi_1'}{1 + \operatorname{tg}\psi \operatorname{tg}\varphi_1} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Die Zusatzspannung E, die in e und e' enthalten ist, soll noch nicht geändert worden, eine Nachregelung also noch nicht vollzogen sein. Die Leistungsfaktoränderung von $\cos \varphi_1$ auf $\cos \varphi_1'$ ist dann nur auf die Änderung ε_0 % von E_0 und ε_1 % von E_1 bzw. auf die Wirkleistungsänderung p % von N_1 zurückzuführen. Drückt man die Änderungen $E_0\,\varepsilon_0$ und $E_1\,\varepsilon_1$ durch

$$q = \frac{E_0\,\varepsilon_0 + E_1\,\varepsilon_1}{e}\,,$$

also in Prozenten des Gefälles e aus, setzt demnach

$$\frac{e'}{e} = 1 \pm q = \frac{E_0' \pm E - E_1'}{E_0 \pm E - E_1}\,,$$

und führt man ferner

$$\frac{N_1'}{N_1} = (1 \pm p) \text{ und } \frac{E_1'}{E_1} = 1 \pm \varepsilon_1 = 1$$

ein, so geht Gl. (1) über in

$$\operatorname{tg}\varphi_1' = \frac{(1 \pm q)(1 + \operatorname{tg}\psi \operatorname{tg}\varphi_1) - (1 \pm p)}{(1 \pm p)\operatorname{tg}\psi} \quad . \; . \; . \quad (2)$$

Nun soll die Zusatzspannung von E auf E' gebracht werden, damit die auf φ_1' geänderte Phasenverschiebung auf ein anderes φ_1', welches $\gtrless \varphi_1$ sein kann, zurückgeht. Drückt man die Änderung $\Delta E = E' - E$ der Zusatzspannung in Prozenten des Gefälles e aus, auf das sich auch q bezieht, setzt also

$$q_z = \frac{E' - E}{e}\;;\; \frac{e'}{e} = \frac{E_0' \pm E' - E_1'}{E_0 \pm E - E_1} = 1 \pm q \mp q_z$$

und führt $1 \pm q \mp q_z$ an Stelle von $1 \pm q$ in die Gl. (2) ein, so ergibt sich daraus die notwendige Änderung der Zusatz- oder Gegenspannung mit

$$q_z = \frac{(1 + \operatorname{tg}\psi \operatorname{tg}\varphi_1')(1 \pm p)}{(1 + \operatorname{tg}\psi \operatorname{tg}\varphi_1)} - (1 \pm q)\,. \quad . \; . \quad (3)$$

Die Werte $E_1 : E_1'$, $1 \pm \varepsilon_1$, q und p der Gleichungen sind leicht zu übersehen. Die erstgenannten beiden zueinander reziproken Werte bedeuten die Schwankung der Endspannung E_1 um ihren jeweiligen Sollwert. Sie sind in einem richtig bemessenen Netze nur um etwa $\pm$ 0,5 ... $\pm$ 1,5% bei Vollast, bei geringer Last entsprechend weniger von 1 verschieden, da ja größere Schwankungen von E_1 durch rechtzeitige Nachregelung in den Zentralen und durch den Regeltransformator vermieden werden müssen. Während man demnach mit geringem, jedenfalls vernachlässigbarem Fehler $E_1 : E_1' = 1$, ferner $1 \pm \varepsilon_1 = 1$ und in diesem Zusammenhang demnach $\varepsilon_1 = 0$ setzen darf, darf dasselbe ε_1 (ebenso ε_0) im Werte q nicht vernachlässigt werden. q ist, gleich den vorgenannten Werten, abhängig von der Spannungsregelung in den Zentralen und von den Spannungsabfalländerungen in den Netzen oder Transformatoren, an die die Fernleitung angeschlossen ist, wenn diese nicht direkt die Zentralen verbindet. Man wird bezüglich jeder Regelstellung mit mittleren Werten der Schwankungen q des Gefälles e rechnen, das dadurch gekennzeichnet ist, daß mit ihm stets der Nennwert $\cos \varphi_1$ des Leistungsfaktors auftritt, ebenso mit mittleren Werten von p, das sich auf die mit e und $\cos \varphi_1$ korrespondierende Wirkleistung N_1 bezieht. Maßgebend ist, daß die Nachregelung einzusetzen hat, wenn sich q und p in den zulässigen Schwankungsbereich überschreitenden $\cos \varphi_1$-Änderungen von gewisser Dauer auswirken. Die absoluten Werte der ($\cos \varphi_1$-Erhöhung ergebenden) Größen $-q$, $+p$ und der ($\cos \varphi_1$-Erniedrigung ergebenden) Größen $+q$, $-p$ sind nach oben begrenzt durch die zulässigen andauernden $\cos \varphi_1$-Abweichungen, und sie sind nach unten begrenzt durch die schon unnützlich und bei selbsttätiger Steuerung u. U. auch noch unzulässig werdende Häufigkeit der Regelung. Die mittlere Leistungschwankung p, ausgedrückt in Prozenten derjenigen Wirkleistung jeder Regelstellung, bei welcher der Nennwert $\cos \varphi_1$ auftritt, wird in der Regel für geringere Belastungsgrade größer anzunehmen sein als für größere Belastung. p ist im übrigen vom Unruhegrad des Netzes abhängig, insbesondere davon, ob die übertragene Leistung etwa zur Spitzendeckung oder zu gleichmäßigerer Unterstützung dient.

Für $E_1 : E_1' = 1$ ist gemäß Gl. (1) bei konstanter übertragener Wirkleistung N_1 das Spannungsgefälle direkt proportional mit $1 + \operatorname{tg}\psi \operatorname{tg}\varphi_1$ und bei konstantem Gefälle e die Wirkleistung N_1 verkehrt proportional mit $1 + \operatorname{tg}\psi \operatorname{tg}\varphi_1$. Diese Beziehungen ermöglichen es, die Abhängigkeit des Leistungsfaktors $\cos \varphi_1$ von den prozentualen Änderungen p und q gemäß Abb. 1 einfach graphisch zu veranschaulichen.

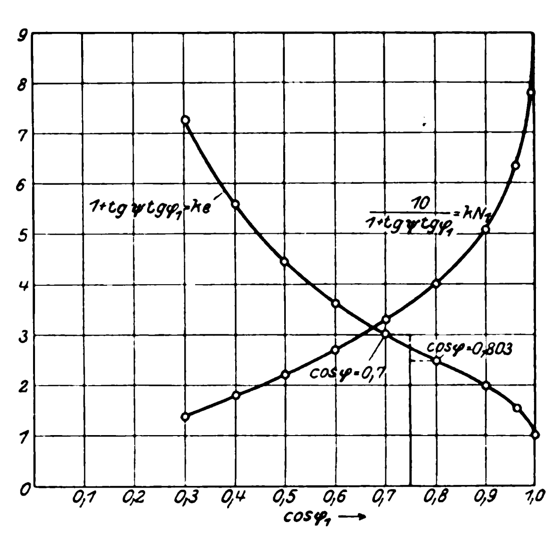


Abb. 1. Der Leistungsfaktor ($\cos \varphi_1$) als Funktion des Spannungsgefälles (e) bzw. der Wirkleistung (N_1) in einer Zentralen-Verbindungsleitung mit $\operatorname{tg}\psi = 2$.

Die Darstellung gibt naturgemäß auch ein Bild von der Leistungsfähigkeit der Fernleitung, abhängig vom Leistungsfaktor. Die Kurven gelten unter der Berücksichtigung, daß bei $\frac{1}{n} N_1$ Wirkleistung bzw. bei $\frac{1}{n}\, e$ Spannungsgefälle der Ordinatenmaßstab n-fach so groß zu nehmen ist, für alle Belastungsgrade. Beispielsweise sei der Fall angenommen, daß die $\cos \varphi_1$-Schwankung bei Vollast und bei ⅕ Last, hervorgerufen durch vorkommende, je $\pm$ ¼-prozentige Abweichungen ($\varepsilon_0 = \varepsilon_1 = \pm 0{,}0025$) der Anfangs- ($E_0$) und der Endspannung ($E_1$) von ihren Normalwerten zu ermitteln ist. Die möglichen, ungünstigsten Abweichungen vom normalen Gefälle e betragen dann $\pm (E_0 \cdot 2\,\varepsilon_0 + E_1 \cdot 2\,\varepsilon_1) = \pm 0{,}5$ % von $(E_0 + E_1)$, denn e kann gleich $E_0\,(1 + \varepsilon_0) + E - E_1\,(1 - \varepsilon_1)$ oder auch gleich $E_0\,(1 - \varepsilon_0) + E - E_1\,(1 + \varepsilon_1)$ sein, und es kann der erstgenannte größere oder der letztgenannte kleinere Wert von e der Normalwert sein. Wenn die Sollwerte E_0 und E_1 einander gleich sind und wenn für den zugehörigen normalen Leistungsfaktor $\cos \varphi_1$, der mit 0,75 angenommen werden soll, das normale Spannungsgefälle $E_0 + E - E_1 = E = e$ bei Vollast 10 % von E_1 ($= E_0$) und bei ⅕ Last 2 % von E_1 ($= E_0$) ist, so sind $\pm$ 0,5 % von $(E_0 + E_1)$ bei Vollast gleich $q\,e = \pm 10$ % von e und bei ⅕ Last gleich $\pm$ 50 % von e. Wird daher die Ordinate 0, die zum Ausgangs-$\cos \varphi_1 = 0{,}75$ gehört, für Vollast um $\pm$ 10 % und für ⅕ Last um $\pm$ 50 % verlängert bzw. verkürzt, so sind die Abszissen der zugehörigen neuen Kurvenpunkte die gesuchten $\cos \varphi_1'$-Werte. (Tritt auch noch eine Wirkleistungsänderung auf, so kann man, ausgehend von den ermittelten $\cos \varphi_1'$-Werten mit Hilfe der N_1-Kurve in gleicher Weise weiter verfahren.) Das gleiche Ergebnis erhält man aus Gl. (2) für $p = 0$, $q = \pm 0{,}1$ bzw. 0,5, $\operatorname{tg}\psi = 2$ und $\operatorname{tg}\varphi_1 = 0{,}88$ (entsprechend dem Ausgangs-$\cos \varphi_1 = 0{,}75$). Für Vollast sind es die Werte $\cos \varphi_1' = 0{,}70$ und 0,803 und für ⅕ Last die Werte $\cos \varphi_1' = 0{,}535$ und 0,983, sämtlich induktiv.

Wie aus dem Beispiel ersichtlich, kann der Leistungsfaktor $\cos \varphi_1$ allein schon zufolge möglicher Änderungen der Anfangs- und der Endspannung noch bei ⅕ Last ganz erheblich schwanken. Dementsprechend ist auch auf eine genaue, den Bedürfnissen des Parallelbetriebes möglichst angepaßte Regelung der Zentralenspannungen durch Präzisionsregler besonderer Wert zu legen. Der Schwankungsbereich von $\pm$ ¼ % der Anfangs- (E_0) und der Endspannung (E_1), mit dem im Beispiel gerechnet wurde, wird

bei Hand- und weniger präziser selbsttätiger Regelung der Zentralenspannungen sicher noch überschritten, auch wenn keine anderen zusätzlichen Einflüsse vorliegen. Spannungschnellregler bei Generatoren haben zwar auch einen Ungenauigkeitsbereich von durchschnittlich etwa ± ¼ %, die Wahrscheinlichkeit, daß die dementsprechend äußerst möglichen, aus dem Beispiel ersichtlichen e- und $\cos \varphi_1$-Abweichungen auftreten und länger als Augenblicke andauern, ist jedoch gering. Mit einem geringeren Betrage ist aber die Ungenauigkeit der selbsttätigen Zentralenregelung neben der Wirkleistungschwankung jedenfalls zu berücksichtigen, wenn es sich darum handelt, den Unempfindlichkeitsbereich des $\cos \varphi$-Relais eines selbsttätig betriebenen Regeltransformators festzusetzen. Zuweilen sind namhafte Leistungen unterwegs von der Fernleitung abgezweigt, oder es wird diese mit anderen Leitungen von gemeinsamen Transformatoren mit wesentlicher Impedanz gespeist. Die ins Netz der unterstützten Zentrale fließende Blindleistung und der $\cos \varphi_1$ ändern sich dann nicht nur mit der zugehörigen Wirkleistung und mit den Zentralen-Spannungschwankungen, sondern auch mit der Wirk- und der Blindleistung der fremden Abzweige bzw. mit dem durch diese am gemeinsamen Stromwege verursachten zusätzlichen Spannungsgefälle. Sind die Spannungschnellregler in den Zentralen $\cos \varphi$-empfindlich eingestellt, so werden sie im allgemeinen auf die Blindstromverschiebung mäßigend einwirken. Diese ausgleichende, auf einen mittleren $\cos \varphi_1$-Wert hinzielende Wirkung geht allerdings auf Kosten der Spannungskonstanz der Zentralen und nimmt, da sie ja vom Strome (entsprechender Phase) abhängig ist, mit abnehmender Belastung und mit der $\cos \varphi$-Empfindlichkeit der Schnellregler ab. Sie ist, wenn die Verbindungsleitung gegenüber den jeweiligen Zentralenleistungen verhältnismäßig gering belastet ist und wenn insbesondere auch noch die $\cos \varphi$-Empfindlichkeit der Regler zur Vermeidung von in anderen Netzen sonst bemerkbaren Spannungschwankungen nur gering sein darf, praktisch schon gleich Null.

Bei Beurteilung der Regelung, insbesondere der selbsttätigen, mittels des Dreh- und Stufentransformators geht man zweckmäßig davon aus, daß jeder Regelstellung ein gewisser tolerierter $\cos \varphi$-Schwankungsbereich zugeordnet ist. Wird der Bereich überschritten, so soll die einsetzende Regelung auf einen mittleren Wert, möglichst auf den Sollwert, zurückführen, und es sollen dabei keine störenden Spannungschwankungen auftreten. Die Nachregelung wirkt durch die Blindleistungsverschiebung belastend und daher erhöhend auf die Spannungsabfälle der Generatoren der einen und entlastend und daher erniedrigend auf die Spannungsabfälle der Generatoren der anderen Zentrale. Die Änderungen ε_0 und ε_1 der Anfangs- und der Endspannung können indessen zusammen nur einen Teil der Änderung ΔE der Zusatz- oder Gegenspannung ausmachen, da ja der andere Teil von ΔE zufolge der Blindstromänderung in der Leitung eine äquivalente Änderung Δe des Spannungsgefälles ergibt. Demzufolge werden sich beim Betrieb mit einem Stufentransformator die Spannungstufen meist nur zur Hälfte in Änderungen der Spannungen E_0 und E_1 auswirken. Im übrigen greifen sofort auch die als notwendiges Requisit eines wichtigeren Parallelbetriebes anzusehenden und demnach als vorhanden anzunehmenden selbsttätigen Spannungschnellregler der Zentralen ein und regeln die Spannungschwankung aus, so daß diese nicht störend bemerkbar wird. Die stufenlose Regelung des Drehtransformators hat somit in bezug auf selbsterzeugte Spannungschwankungen gegenüber der stufenweisen Regelung des Stufentransformators in der Regel keinen allein maßgeblichen Vorteil. Voraussetzung ist, daß die Spannungstufen nicht größer als etwa 1,5 ... 2,5 % der Netzspannung bei etwa 10 ... 20 % Vollast-Spannungsgefälle gemacht werden. Während aber die Stufenzahl in bezug auf den Spannungsprung vom Vollastgefälle abhängt, ist sie bzw. die Abstufung davon in bezug auf den $\cos \varphi$-Schwankungsbereich nur insoweit berührt, als q in Betracht kommt. Bei geringerem Spannungsabfall beispielsweise ist man in erstgenannter Hinsicht versucht, die Stufenanzahl aus vermeintlicher Kostenersparnis gering zu machen, was jedoch in zweitgenannter Hinsicht schon darum unangebracht sein kann, weil durch die Verschlechterung des Leistungsfaktors, der ja nach oben meist bestimmt ist, größere Übertragungsverluste entstehen. Es ist mithin noch zu untersuchen, welche Stufenzahl und Abstufung ein Stufentransformator hinsichtlich $\cos \varphi$-Schwankungsbereich erhalten muß, und ob er mit befriedigendem Ergebnis wie der Drehtransformator durch eine $\cos \varphi$-Relais-Steuerung selbsttätig betrieben werden kann.

Der Drehtransformator bietet theoretisch die Möglichkeit, durch kontinuierliche Regelung eine verbleibende Abweichung vom Sollwert der zu beherrschenden Größe auszuschließen, tatsächlich aber erfolgt die Regelung auch nur abschnittweise, allerdings mit einigermaßen anheimgestellter Beschränkung des verbleibenden $\cos \varphi$-Schwankungsbereiches. Beim Stufentransformator ist der $\cos \varphi$-Schwankungsbereich im Betriebe naturgemäß nicht beliebig begrenzbar, da er ja von der einmal festgelegten Abstufung abhängt. Abb. 2 zeigt die unvermeidbaren (minimalen)

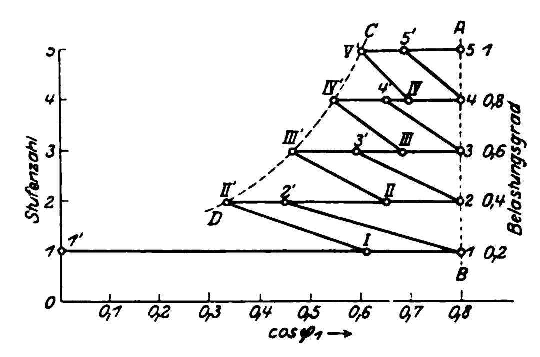


Abb. 2. Der $\cos \varphi$-Schwankungsbereich einer Kuppelungsleitung mit $\operatorname{tg} \psi = 2$ bei der Regelung durch einen Stufentransformator mit fünf gleichen Stufen.

$\cos \varphi$-Schwankungen beim Betriebe eines Stufentransformators mit fünf gleichen Stufen in einer Fernleitung mit $\operatorname{tg} \psi = 2$. Die $\cos \varphi_1$-Änderung nach dem Linienzuge $1' - 1 - 2' - 2$ bis $5' - 5$ entsteht bei der Wirkleistungszunahme von Nullast auf Vollast, wenn immer bei $\cos \varphi_1 = 0{,}8$ auf die nächste Stufe, auf nächst höhere Zusatzspannung, umgeschaltet wird. Die $\cos \varphi_1$-Änderung nach dem Linienzuge $5 - V' - IV - IV'$ bis $I - 1'$ entspricht der Abnahme der Wirkleistung und dem Übergang von höherer auf niedrigere Zusatzspannung. Der Unterschied zwischen den Linienzügen entspricht der Auswirkung der Wirkleistungs- (p) und der Spannungsänderung (q) jeder Stufe, die als niedrigste Werte bis zur nächsten Regelung zuzulassen sind. Die $\cos \varphi_1$-Werte (Abszissen) der Grenzpunkte lassen sich mittels der Formeln (2) und (3) berechnen. So ist beispielsweise der $\cos \varphi_1'$-Grenzwert des Punktes II' bestimmt durch den $\operatorname{tg} \varphi_1'$-Wert der Gl. (3), wenn man in diese $+ q_z$ für die Zustandsänderung von 1 auf $2'$ und $- p$ und $+ q$ für die Änderung von $2'$ auf II' einsetzt (p, q_z und q auf die Wirkleistung bzw. auf das Gefälle des Ausgangszustandes Punkt 1 bezogen). Das Diagramm läßt erkennen, daß ein Stufentransformator mit nur 5 Stufen, wie er zuweilen ausgeführt wird, hinsichtlich der $\cos \varphi$-Schwankungen sehr ungünstig ist. Die Stufenzahl müßte also bedeutend erhöht werden, um den Nachteil gegenüber einem Drehtransformator einigermaßen wettzumachen, es sei denn, daß die übrigen Schwankungen durch eine entsprechende, auf die Phasenverschiebung der Fernleitung zusätzlich reagierende Zentralen-Spannungsregelung ausgeglichen werden können. Es ist übrigens entsprechend der Charakteristik der $\cos \varphi$-Änderung mitunter zweckmäßig, die Stufen nicht alle gleich zu machen und nicht mit einer Gefälleerhöhung $q_{z2} = (e_2 - e_1) : e_1 = 1$ (= 100 %), sondern mit erheblich kleinerem q_{z2} beim Übergang von der ersten auf die zweite Stufe (von Punkt 1 auf Punkt $2'$ im Diagramm) zu beginnen. Die erste Stufe darf unabschaltbar sein, da auch bei einer Spannungsdifferenz $E_0 \pm E - E_1 > 0$ bis etwa 20 % des Vollastgefälles ohne unzulässigen Stromstoß parallel geschaltet werden kann.

Wenn man im Falle der Abb. 2 (Anschluß am Ende der Linie angenommen) ein reines $\cos \varphi$-Relais mit der Ansprechlinie AB für den $\cos \varphi_1 = 0{,}8$ der Punkte $1 \ldots 5$ als oberen Wächter und ein leistungabhängiges Relais mit der Ansprechkurve CD als unteren Wächter für die $\cos \varphi_1'$-Werte der Punkte $II' \ldots V'$ nebst den noch erforderlichen Steuerungsteilen versieht, so kann man den Stufenschalter auch selbsttätig betreiben. Die Aus- und Einschaltung der ersten Stufe (die notwendig ist, wenn bald Zusatz- und bald Gegenspannung gegeben werden muß und wenn es dabei gilt, durch die Umschaltung aller Regelstufen den Transformator in beiden Richtungen voll auszunutzen) darf allerdings nicht ohne weiteres durch die $\cos \varphi$-Relais sondern nur nach Freigabe durch Hilfsrelais erfolgen, da sonst Pendelungen die Folge wären. Von der selbsttätigen Steuerung kann man im übrigen nur das erwarten, was die stufenweise Regelung auch bei zeitgerechter Steuerung von Hand aus erreichen läßt. Es liegt daher nahe, den stufenlosen Drehtransformator für den selbsttätigen Betrieb als besser geeignet zu betrachten, um so mehr, als seine Steuerungsteile weniger der Abnutzung unterliegen und daher

eine häufigere Regelung gestatten. Es wäre indessen verfehlt, auch nur annähernd soviel bessere Ergebnisse zu erwarten, wie man sie von anderen kontinuierlichen Regelvorgängen her gewöhnt ist. Der Bereich nahe Nullast kann ebensowenig mit dem Drehtransformator wie mit dem Stufentransformator und seinem Stufenschalter selbsttätig einwandfrei beherrscht werden. Für $^1/_5$ Last bis Vollast wird man p nicht kleiner als etwa $\pm 0{,}1$ (fallend) bis 0,05 und q (selbsttätige Spannungsregelung der Zentralen mit nur $\pm \frac{1}{4}$ % Unempfindlichkeit vorausgesetzt) nicht kleiner als etwa $\pm 0{,}08$ (fallend) bis 0,02 annehmen dürfen. Man muß demnach — bezogen auf etwa $\cos\varphi_1 = 0{,}75$ und $\operatorname{tg}\psi = 2$ — gemäß Formel (2) mit verbleibenden $\cos\varphi_1$-Abweichungen (zu tolerierenden Unempfindlichkeiten) von mindestens etwa $\pm 0{,}07 \ldots 0{,}09$ $\cos\varphi$-Einheiten (rd. $\pm 10 \ldots 12$ %) bei $\frac{1}{5}$ Last und von mindestens etwa $\pm 0{,}03 \ldots 0{,}04$ $\cos\varphi$-Einheiten (rd. $\pm 4 \ldots 5$ %) bei Vollast rechnen. Der Unempfindlichkeitsbereich des selbsttätig regelnden Stufentransformators ist allerdings noch um etwa 50 % größer anzunehmen, damit die Stufenzahl und die Regelungshäufigkeit und somit die Beanspruchung des Stufenschalters nicht zu groß werden. Geringere Unempfindlichkeitsbereiche sind auch darum nicht nützlicher, weil Elektromotorsteuerungen für höhere Inanspruchnahme mit rasch wechselnder Richtung ungeeignet und zu träge sind.

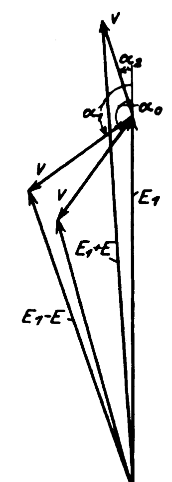


Abb. 3. Spannungsvektorbild eines Drehtransformators zur Erklärung der Charakteristik der cos φ-Regelung.

Nach Formel (3) ist für dieselbe Änderung desselben $\cos\varphi_1$ bei Vollast eine fünfmal (n-mal) größere absolute Änderung des Gefälles e und der Zusatzspannung E erforderlich als bei $\frac{1}{5}$ $(1/n)$ Last, da die prozentuale Änderung q von e dieselbe ist. Der Spannungsvektor V des Mehrphasen-Drehtransformators in Abb. 3 ändert die Zusatz- bzw. Gegenspannung $\pm E = (E_1 \pm E) - E_1$ (Anschluß am Ende der Linie angenommen) aber im Gegenteil, wenn er aus der Lage α_2 bei Vollast um ein paar Grade herausgedreht wird, absolut nur ungefähr $\frac{1}{4}$ soviel wie bei 20 % Last, wenn er um ebensoviele Grade die Lage α_1 verläßt. Das ist, unter der Berücksichtigung, daß V in Lage α_1 (zufolge der Spannungsänderung) um etwa 25 % größer ist als in Lage α_2, aus der Wertänderung des letzten Gliedes der Gleichung

$$(E_1 \pm E)^2 = E_1^2 + V^2 + 2\,E_1\,V\cos\alpha$$

zu ersehen. Die Geschwindigkeit der $\cos\varphi_1$-Änderung verhält sich demnach in den verglichenen Betriebsphasen etwa wie 1 : 20. Während einer Sekunde vollen Laufes des Steuermotors bewirkt der Vektor V eine $\cos\varphi_1$-Änderung, bezogen auf etwa $\cos\varphi_1 = 0{,}75$ bei $\operatorname{tg}\psi = 2$, um bereits rund 0,12 Einheiten, wenn er die Lage α_1, dagegen nur um etwa 0,006 Einheiten, wenn er die Lage α_2 passiert, vorausgesetzt, daß die Vektorgeschwindigkeit rd. 4,5 °/s bzw. die Zeit für die Vektordrehung von α_0 (Leerlauf) bis α_2 (Vollast) 30 s beträgt. Bei Vollast und Vektorrichtung α_2 ist es wegen der geringen Regelungsgeschwindigkeit nötig, die Beendigung des Regelvorganges durch das $\cos\varphi$-Relais zu verzögern, damit der Leistungsfaktor nicht nur bis auf den Grenzwert sondern bis nahe dem Mittelwert des Unempfindlichkeitsbereiches zurückgeführt wird. Bei $^1/_5$ Last und Vektorrichtung α_1 vergrößert sich die $\cos\varphi_1$-Rückregelung um die nun schon mindestens (bei guter Bremsung) etwa 0,04 $\cos\varphi$-Einheiten betragende Wirkung des Auslaufes der Steuerung. Dadurch geht der Leistungsfaktor ebenfalls annähernd auf den Mittelwert des (bei $^1/_5$ Last größeren) Toleranzbereiches zurück. Steht aber die Ansprechcharakteristik des steuernden $\cos\varphi$-Relais nicht auch im Einklang, so wird der unausgeregelt bleibende $\cos\varphi$-Bereich ungünstiger, als den bezüglichen Netzverhältnissen, die durch p und q ausgedrückt sind, entspricht.

Alles in allem genommen ist zu sagen, daß die Projektierung und Auslegung einer durch $\cos\varphi$-Relais bewirkten Steuerung eines Regeltransformators die Netzverhältnisse gründlich berücksichtigen muß. Mehr als anderswo, bei einem anderen Regelungsorgan, kann der mögliche günstigste Unempfindlichkeitsgrad des $\cos\varphi$-Relais verschieden sein vom zulässigen, zu tolerierenden Unempfindlichkeitsbereich, den man einzustellen gezwungen ist. Ob man in schwierigen Fällen mit der, wenn auch weitgehend verstellbaren Relaisdämpfung auskommt oder das $\cos\varphi$-Relais mit einer unabhängigen Ansprechzeitverzögerung versehen soll, dürfte ebenfalls von Fall zu Fall zu entscheiden sein. Im allgemeinen braucht man jedoch die $\cos\varphi$-Relaissteuerung der Regeltransformatoren durchaus nicht zu verwerfen, auch nicht, wenn kein besseres Ergebnis erzielt wird als durch eine pünktlich erfolgende Druckknopfsteuerung von Hand aus. Die Automatisierung des Betriebes eines Regeltransformators ist sicher noch naheliegender als vergleichsweise etwa diejenige eines Einankerumformers, insbesondere wenn es nur der Ergänzung der sonst ohnehin für Druckknopfsteuerung auszulegenden Reglereinrichtung um einige Relais bedarf. Die Relaiseinrichtung kann sich übrigens in kurzer Zeit allein schon aus der Verminderung der Übertragungsverluste bezahlt machen, denn ein Zwang zu präziser Regelung von Hand aus besteht meist wohl hinsichtlich zu hohen, nicht aber hinsichtlich zu niedrigen $\cos\varphi$, während ein Zwang zur Regelung auf Konstanz der Netzspannung meist nicht ausreichend vorhanden ist, da letztere hauptsächlich durch die Schnellregler der Zentralen beherrscht wird. Eine gegenseitige Störung zwischen der $\cos\varphi$-Relaissteuerung und der selbsttätigen Zentralenspannungsregelung ist bei richtiger Auslegung nicht zu befürchten, vielmehr ist durch günstige Abstimmung die noch engere Begrenzung des $\cos\varphi$-Schwankungsbereiches erreichbar, ohne daß sich die Zentralenspannungen zu diesem Behufe merklich ändern müssen.

Eisenverluste und Maximalinduktion.

Von **F. Bergtold**, München.

Übersicht. Die üblichen Formeln für die Hystereseverluste werden an Hand von Kurven besprochen und daraus Anhaltspunkte über die Größenordnung der Fehler gewonnen. Die Umrechnung der Verluste von einer Induktion auf die andere bzw. die Interpolation zwischen zwei Verlustwerten gestaltet sich mit Hilfe von logarithmisch aufgetragenen Bezugskurven genauer und bequemer als durch Anwendung von Ersatzfunktionen.

In der nachstehenden Arbeit kommen folgende Formelzeichen zur Verwendung:

$\mathfrak{B}$	Maximalinduktion (in Kraftlinien für 1 cm²),
V	gesamte Eisenverluste (in Watt/kg),
V_H	Hystereseverluste (in Watt/kg),
V_W	Wirbelstromverluste (in Watt/kg),
$c_1, c_2, \ldots$	konstante Faktoren,
α, β	Exponenten von $\mathfrak{B}$,
C	Umrechnungszahl für die Gesamtverluste,
C_H	Umrechnungszahl für die Hystereseverluste.

Formeln.

Bekannt ist, daß in der Beziehung

$$V_H = c_1\,\mathfrak{B}^{\alpha} \qquad (1)$$

für einen weiteren Bereich von $\mathfrak{B}$ die Werte von c_1 und α nicht gleichzeitig als konstant anzusehen sind. Die Größe, um die sich α für konstantes c_1 im Rahmen der üblichen Maximalinduktionen ändern kann, wird dagegen häufig unterschätzt. Im Bereich zwischen $\mathfrak{B} = 2500$ und $\mathfrak{B} = 7000$ erhält man (vgl. Abb. 1) ziemlich genau den Steinmetzschen Exponenten $\alpha = 1{,}6$. Je weiter die Induktion über 7000 kommt, desto rascher steigt α und erreicht bei 15 000 Kraftlinien/cm² Werte, die in den von mir untersuchten Fällen zwischen 2,6 und 3,2 liegen.

Nach Richter gilt folgender Zusammenhang:

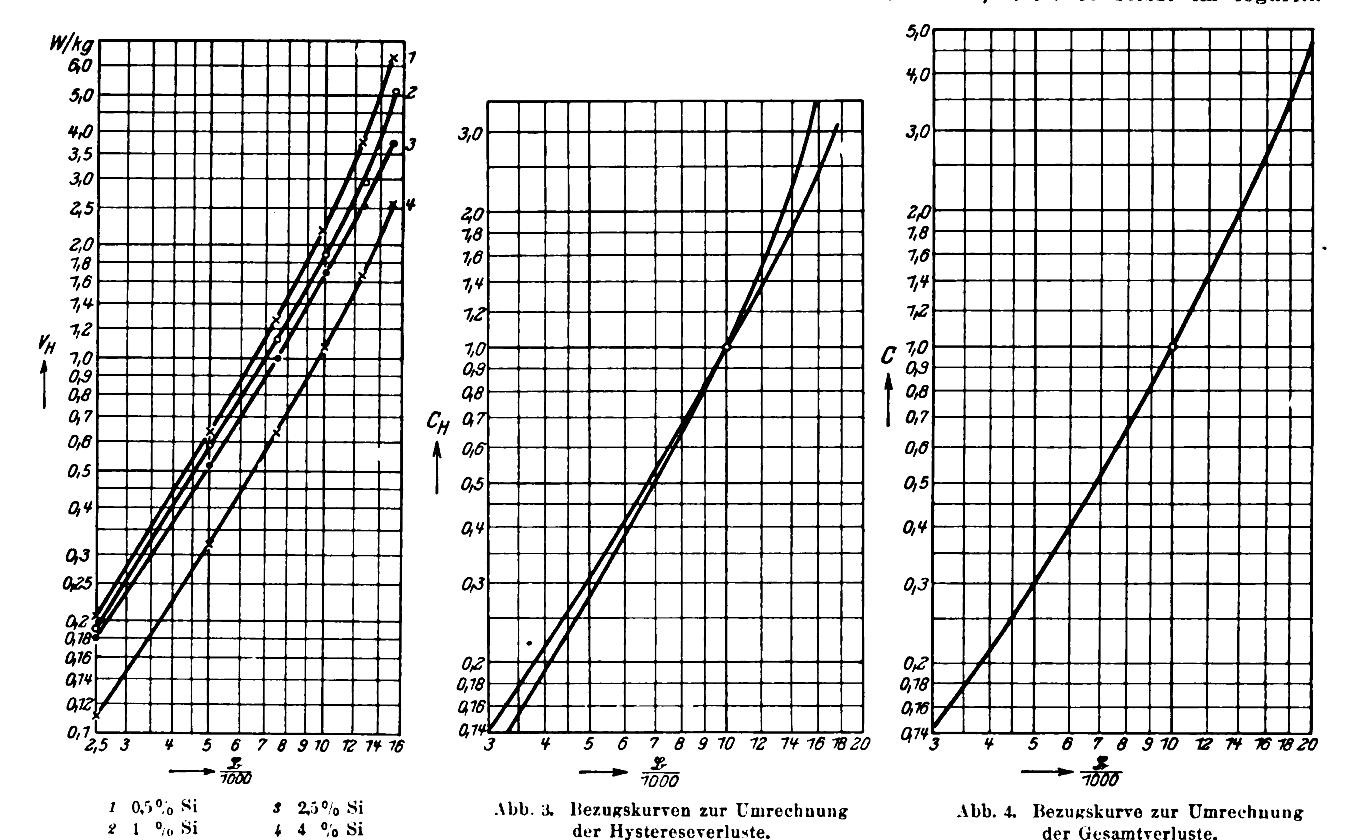
$$V_H = c_2\,\mathfrak{B} + c_3\,\mathfrak{B}^2 \qquad (2)$$

Abb. 2 zeigt, daß für einen weiteren Bereich von $\mathfrak{B}$ eine Übereinstimmung zwischen Formel und tatsächlichem Ver-

lustverlauf nur dann erhalten wird, wenn man Gl. (2) wenigstens, wie folgt, erweitert:

$$V_H = c_4 \mathfrak{B} + c_5 \mathfrak{B}^2 + c_6 \mathfrak{B}^\beta \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

Eine solche Beziehung ist aber für den praktischen Gebrauch zu umständlich.



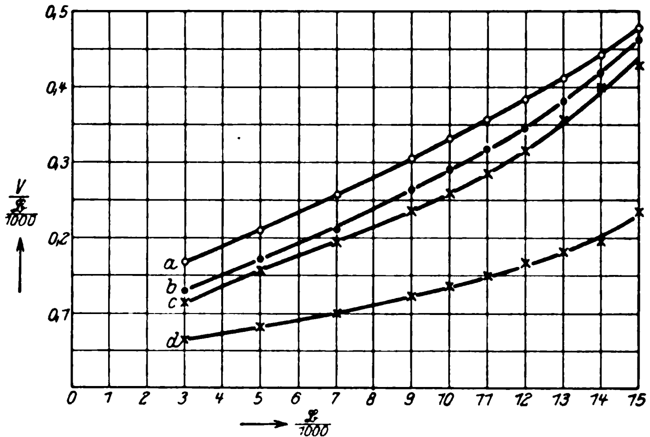
1 0,5% Si *3* 2,5% Si
2 1 % Si *4* 4 % Si

Abb. 1. Hystereseverluste nach Hdb. d. Physik Bd. 15, S. 182.

Abb. 3. Bezugskurven zur Umrechnung der Hystereseverluste.

Abb. 4. Bezugskurve zur Umrechnung der Gesamtverluste.

Beschränkt man sich auf einen kleineren Bereich von $\mathfrak{B}$, so kann eine genügende Übereinstimmung durch entsprechende Wahl der Konstanten c_2 und c_3 in Gl. (2) erzielt werden — ein Weg, der für die Praxis gleichfalls nicht zweckmäßig erscheint.



a normales Dynamoblech 0,5 mm *c* normales Dynamoblech 0,35 mm
b schwach legiertes Blech 0,5 mm *d* mittelstark legiert. Blech 0,35 mm

Abb. 2.

Die Bezugskurven.

Wünscht man eine größere Genauigkeit, als es mit den Gl. (1) oder (2) möglich ist, dann wäre es wohl stets am zweckmäßigsten, auf Grund des jeweils vorhandenen Zahlenmaterials die Verluste abhängig von $\mathfrak{B}$ aufzutragen und aus dieser Kurve den gesuchten Wert zu entnehmen. Dabei erweist sich das logarithmische Koordinatensystem als besonders günstig. Die Verlustkurven verlaufen darin ziemlich geradlinig und können deshalb so schon mit wenig Punkten exakt gezeichnet werden. Leider sind die Unterlagen oft recht dürftig. Kennt man nur ein oder zwei Punkte, so ist es selbst im logarithmischen Koordinatensystem nicht leicht, ohne weiteres die zutreffenden Kurven einzutragen.

In solchen Fällen erscheint es angebracht, durchschnittliche Verhältnisse als Grundlage zu verwenden. Aus dieser Überlegung heraus sind die Kurven $C_H / \frac{\mathfrak{B}}{1000}$ und $C / \frac{\mathfrak{B}}{1000}$ (hier beide für 50 Hz) entstanden. In den Abb. 3 und 4 sind die Faktoren für $\mathfrak{B} = 10\,000$ zu 1 angenommen, da für diese Induktion die Verhältnisse meist vorzugsweise bekannt sind. Die Hystereseverluste verlaufen nicht so gleichartig wie die Gesamtverluste, da letztere den quadratisch ansteigenden Wirbelstromanteil enthalten. Deshalb wurden in Abb. 3 die für die untersuchten Fälle erhaltenen Grenzkurven, in Abb. 4 dagegen lediglich die Mittelkurve eingetragen.

Der Gebrauch der Bezugskurven sei an Abb. 4 erläutert. Will man von dem beispielsweise allein bekannten $V_{10} = 1{,}9$ W/kg auf V_6 schließen, so gilt:

$$V_6 = V_{10} \frac{C_6}{C_{10}}$$

oder, da ja $C_{10} = 1$,

$$V_6 = V_{10}\, C_6 = 1{,}9 \,.\, 0{,}4 = 0{,}76 \text{ W/kg}.$$

Die Umrechnung dürfte — gemäß den von mir untersuchten Fällen — für einen Bereich zwischen 3000 und 15 000 Kraftlinien/cm² ungünstigstenfalls um ± 5 % falsch sein.

Kennt man wenigstens zwei Werte (etwa V_{10} und V_{15}), so läßt sich der Fehler wesentlich herabdrücken: Mit Hilfe des zweiten Punktes wird in Anlehnung an die mittlere Bezugskurve (Abb. 4) ein neuer Linienzug entworfen. Diesen verwendet man dann zur Umrechnung. Das Auftragen der Bezugskurve im logarithmischen Koordinatensystem bringt außer der Streckung des Linienzuges noch zwei Vorteile mit sich: Es läßt sich für jeden Induktionsbereich der — zur Berechnung des Materialaufwandes benötigte — Exponent leicht entnehmen. Außerdem ist die prozentuale Genauigkeit der Ablesung an allen Punkten der Kurve die gleiche.

Zur Frage des Bildrundfunks.

Von Professor Dr. **Arthur Korn**, Charlottenburg.

Übersicht. **Die folgenden Ausführungen sollten ein Beitrag zur Diskussion über die Frage sein, ob es bei dem heutigen Stande der Bildtelegraphie schon ratsam ist, einen Bildrundfunk zu organisieren, also den drahtlosen Bildempfang schon jetzt einer großen Zahl von Amateuren zugänglich zu machen. Sie wurden auf Wunsch der Schriftleitung der ETZ schon im August d. J. eingesandt, konnten aber erst jetzt zum Abdruck kommen. Die inzwischen von den maßgebenden Stellen in Deutschland und England in bezug auf den Bildrundfunk getroffenen Entschließungen sind offenbar in erfreulicher Weise von ähnlichen Erwägungen geleitet worden, wie sie im folgenden zum Ausdruck kommen.**

Es handelt sich hier um die in der Tagespresse mehrfach diskutierte Frage, ob die Zeit bereits gekommen ist, die Bildtelegraphie einem größeren Kreise von Amateuren zugänglich zu machen. Hier scheiden freilich die Empfangsapparaturen aus, welche besondere Qualität bei großer Übertragungsgeschwindigkeit verbürgen; ein solcher Bildrundfunk, wie er für die Polizei und die journalistische Berichterstattung allmählich eine große Bedeutung gewinnen wird, erfordert Apparaturen, welche vorläufig nicht zu einem genügend geringen Preise hergestellt werden können, um, wie die Rundfunkempfänger, allgemeine Verbreitung zu finden. Für einen Bildrundfunk[1] allgemeinerer Verbreitung kommen vorläufig nur Empfangsapparate in Betracht, welche sehr leicht zu bedienen sind und im Preise die Kosten besserer Rundfunkempfänger nicht erheblich übersteigen. Das sind die elektrochemischen und elektromechanischen Empfänger der alten Kopiertelegraphen.

Bei den elektrochemischen Empfängern zeichnet ein feiner Metallstift, der auf einem chemisch geeignet präparierten Papier in eng aneinander liegenden Zeilen ähnlich wie der Taststift der älteren Phonographen über die Walzenoberflächen derselben wandert, indem ein telegraphisches Zeichen eine feine Markierung unter der Spitze des Stiftes auslöst, während das Papier bei Ausbleiben der telegraphischen Zeichen farblos bleibt; die Namen Bain, Bakewell und Caselli (1850 bis 1870) sind mit der Einführung dieser elektrochemischen Empfänger verbunden. Wenn diese Empfänger auch die Leistungen guter photographischer[2] Empfänger (Saitengalvanometer, Oszillograph, Kerrzelle, Glimmlicht- bzw. Bogenlampe) in bezug auf Übertragungsgeschwindigkeit und Feinheit der Zeichnung, in besonderer Darstellung von Tönungsunterschieden nicht erreichen können, gehen doch immerhin die elektrochemischen Reaktionen, im besonderen die Zersetzungen von Jodkalium, erstaunlich rasch bei Verwendung ziemlich kleiner Ströme (einiger Milliampere) vor sich, so daß in manchen Fällen die Vorteile der photographischen Empfänger nicht ausschlaggebend sind, und man muß gerechterweise die besonderen Vorzüge der elektrochemischen Empfänger, Billigkeit der Apparatur, leichte Bedienung, sofortige Sichtbarkeit der entstehenden Bilder, hervorheben. Ähnliches gilt für die sogenannten elektromechanischen Empfänger, bei denen ein Empfangstift nicht elektrochemisch sondern dadurch zeichnet, daß er durch die telegraphischen Zeichen mit Hilfe eines kleinen Relaismagneten an ein Empfangspapier angedrückt oder von ihm fortgezogen wird. Die elektromechanischen Empfänger (Hipp u. a) stehen bisher den elektrochemischen in bezug auf die Aufnahmegeschwindigkeit nach, haben aber ihrerseits den Vorteil, daß man mit trockenem, gewöhnlichem Empfangspapier gegenüber den nassen, präparierten Papieren der elektrochemischen Empfänger arbeitet. Gerade für die Einführung eines allgemeinen Bildrundfunks bieten die elektrochemischen und elektromechanischen Empfänger gewisse Aussichten, und so sind in neuester Zeit hierfür einige besonders einfache Konstruktionen ausgeführt worden, elektromechanisch von Dieckmann[3] und Jenkins, elektrochemisch von Thorne Baker-Fulton[4], Nesper, Reinecke-Johansen[5], Jenkins; bei den meisten größeren Firmen der drahtlosen Technik sind ähnliche Konstruktionen in Vorbereitung, prinzipielle Neuerungen von Bedeutung sind dabei nicht hervorzuheben. Als Synchronisierungsmethode wird bisher die denkbar einfachste start-stop-Synchronisierung verwandt (der Empfangszylinder läuft ein wenig rascher, wird am Ende jeder Bildzeile angehalten und nach einem kleinen Ruheintervall bei Beginn der neuen Bildzeile durch das erste drahtlose Zeichen ausgelöst). Die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft hat sich bisher dem Bildrundfunk gegenüber abwartend verhalten, indem sie, zweifellos mit Recht, darauf hinweist, daß die zur Zeit beziehbaren, einfachen Empfangsapparate durch das Herausbringen neuerer Konstruktionen bald wertlos gemacht würden. Sollte sich nicht aber doch der Ausweg finden lassen, versuchsweise den Bildrundfunk auch bei uns mit einer besonderen Benachrichtigung für die Amateure einzuführen, durch welche klargestellt wird, daß vorläufig nur ganz einfache Bilder für die z. Z. verfügbaren einfachen Empfangskonstruktionen gesandt werden, daß aber, entsprechend der Verbesserung der Empfangskonstruktionen, in einiger Zeit die Bildrundfunk-Sendung auf die ersten, einfachen Empfänger keine Rücksicht mehr wird nehmen können? Ich glaube immerhin an einen Fortschritt in doppelter Richtung, den die Einführung des Bildrundfunks für die Bildtelegraphie im allgemeinen bringen kann, einmal die Verbilligung der für alle Bildtelegraphieapparate in Betracht kommenden Einzelteile, und zweitens die Einführung einer allgemeinen (möglichst internationalen) Synchronisierung. Man wird dann auch an billige Bildrundfunkempfänger mit photographischem Empfänger denken können, deren Resultate auch größeren Anforderungen genügen. In den V. S. Amerika wurde bereits ein Anfang hierzu von Alexanderson mit einem einfachen photographischen Empfänger (Glimmlichtlampe) gemacht, doch dürfte dies selbst auch für die reichen Mittel der Amerikaner noch verfrüht sein.

Über die Forderung des Empfanges von ruhenden Bildern hinausgehend, haben einzelne Stimmen auch bereits von einem Bildrundfunk den Empfang bewegter Bilder, ein wirkliches Fernsehen, gefordert. Ich brauche hier die Gründe, aus denen bisher ein wirtschaftliches Fernsehen von Bildern mit ausreichenden Einzelheiten noch nicht aktuell sein kann, nicht von neuem auszuführen; es kann sich immer nur um Fernseh-Demonstrationen von zweierlei Art handeln: Entweder begnügt man sich mit ganz rohen Bildern (Zerlegung in 2000 ... 3000 Bildelemente dürfte z. B. das Maximum sein), die an Qualität noch bei weitem nicht an die mit den genannten für den Bildrundfunk bestimmten elektrochemischen oder elektromechanischen Empfänger erreichbaren Empfangsbilder heranreichen — Fernsehdemonstrationen dieser Art kann man auch auf größere Entfernungen machen —, oder man demonstriert das Fernsehen laboratoriumsartig auf ganz kurze Entfernungen, indem man die Hauptschwierigkeit der eigentlichen Fernübertragung vermeidet; dann kann man unter Verwendung geeignet ausgeführter und entsprechend kostspieliger Apparate auch Bilder mit vielen Einzelheiten bringen[6], Fernkino und Fernsehen in guter Qualität demonstrieren. Ein wirtschaftliches Fernsehen auf nicht mehr laboratoriumsmäßige Entfernungen kann erst durch einen neuen Fortschritt der drahtlosen Technik gebracht werden, der die Aufnahme vieler Hunderttausende von Zeichen in der Sekunde mit einfachen Mitteln gestattet. Für den Bildrundfunk mit Fernsehempfang können nur die Demonstrationsapparate der ersten Art in Betracht kommen, und man sollte glauben, daß die mangelhafte Qualität der empfangenen Bilder hier ein noch größerer Hinderungsgrund sein müßte als für den Bildrundfunk-Empfang von ruhenden Bildern mit Hilfe der elektrochemischen und elektromechanischen Empfänger. Zugunsten des Fernsehempfangs spricht aber

1. der Umstand, daß das Auge sich bei dem Fernsehempfang leichter mit groben Bildern abfindet und viele Einzelheiten subjektiv ergänzt,

[1] Vgl. Korn-Nesper, Bildrundfunk, Berlin 1926, Julius Springer.

[2] Den photographischen Empfang habe ich vor mehr als 25 Jahren eingeführt; Glimmlichtlampe von 1901 an, Oszillograph und Saitengalvanometer von 1906 an.

[3] Für diese Empfänger werden schon seit einiger Zeit von dem Münchener Rundfunksender meteorologische Karten verbreitet.

[4] Bildrundfunk für Fulton-Empfänger in Wien ist schon eingeführt.

[5] Für diese Empfänger sendet ein kleiner Kurzwellensender des „Radiolytteren" in Kopenhagen Bilder.

[6] Dank ihrer reichen Mittel ist bisher die Bell Co. in den V. S. Amerika mit ihren Demonstrationen am weitesten gekommen; in solchen mehr der Reklame dienenden Demonstrationen werden wir nicht leicht mit den Amerikanern wetteifern können.



2. daß das Interesse des Fernsehempfanges naturgemäß ein viel größeres und allgemeineres ist als für den elektrochemischen und elektromechanischen Empfang ruhender Bilder.

Einfache Fernsehempfänger, welche für einen Bildrundfunk in Frage kommen können, sind von Baird und von Mihály konstruiert worden[7]. Bei Baird ist der Empfänger eine Glimmlichtlampe (Neonlampe), deren Helligkeit nach Maßgabe der Helligkeiten der übertragenen Bildelemente von den empfangenen Zeichen geregelt wird, bei von Mihály eine Wolfram-Bogenlampe, die gleichfalls sehr rasch folgt. Mit Hilfe einer vor der Lichtquelle rotierenden Scheibe mit geeignet angeordneten Löchern (Nipkowsche Scheibe) wird erreicht, daß die Bildelemente dem beobachtenden Auge sukzessive an den richtigen Stellen erscheinen und in ihrer Gesamtheit ein zusammenhängendes Bild vortäuschen.

Die Möglichkeit ist gegeben, auch mit einem solchen Bildrundfunk einen Anfang zu machen, nur wäre der Gefahr zu begegnen, daß eine die erreichbaren Resultate übertreibende Reklame Illusionen über das elektrische Fernsehen erweckt, welche durch die Demonstrationsapparate nicht erfüllt werden können; Übertreibungen können dem Interesse für die Bildtelegraphie mehr schaden als nutzen.

[7] Ähnliche Konstruktionen, wie die von Baird, sind auch mehrfach in den V. S. Amerika ausgeführt worden. Eine neue, von Karolus in Leipzig ausgeführte Fernsehapparatur mit Kerrzelle im Empfänger dürfte bereits für den Bildrundfunkempfang zu kostspielig sein.

Die Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke für 1927[1].

Wie immer schon bietet die Statistik der VDEW auch in diesem Jahre wieder einen ausgezeichneten Überblick sowohl über die deutsche Elektrizitätswirtschaft als auch ausländische. In Form und Aufbau der eigentlichen Statistik hat sich gegenüber dem Vorjahre nichts Wesentliches geändert. Nach der Höhe der nutzbaren Stromabgabe werden die deutschen und die ausländischen Werke in je 5 Gruppen geteilt. Davon umfaßt die erste Gruppe Werke mit über 100 Mill. kWh Stromabgabe, die zweite Werke zwischen 25 und 100 Mill. kWh, die dritte solche zwischen 5 und 25 Mill. kWh, die vierte solche zwischen 2 und 5 Mill. kWh, die fünfte Gruppe Werke mit weniger als 2 Mill. kWh Stromabgabe.

Die Zahl der zur ersten Gruppe gehörenden Werke, die ja besonders das Interesse fesseln, ist auf 30 gegenüber 27 im letzten Jahre[2] angestiegen, weil die Württembergische Landes-Elektrizitäts-A. G. und die Städtischen Elektrizitätswerke Stuttgart und Dresden die Hundertmillionengrenze überschritten haben. Die wichtigsten elektrizitätswirtschaftlich interessierenden Ergebnisse dieser Werke zeigt die am Schluß folgende Zahlentafel. Die Eigenerzeugung der 30 Werke, von denen allerdings drei lediglich Stromverteilungsgesellschaften ohne irgendwelche Erzeugungsanlagen sind, beträgt über 8,5 Milliarden kWh, d. s. etwa 70 % der in öffentlichen Elektrizitätswerken Deutschlands 1927 gewonnenen Energiemengen. Die Zahlentafel erweist, daß ausnahmslos bedeutend höhere Absatzziffern als im Vorjahre erreicht wurden. Im Durchschnitt war für das Deutsche Reich die Stromerzeugung rd. 20 % höher als 1926.

Bei eingehenderem Studium der Statistik erkennt man, welch wertvolles Material darin jedem an der Elektrizitätswirtschaft interessierten Ingenieur, Statistiker, Wissenschaftler und Geschäftsmann geboten wird. Seine Auswertung seitens der VDEW, die erst einen richtigen Einblick in die deutsche Elektrizitätsversorgung von 1927 gibt, wird hoffentlich bald erscheinen. Um dem Werk jedoch auch in Kreisen, die weniger mit den Einzelheiten unserer Elektrizitätswirtschaft vertraut sind, die gebührende Verbreitung zu schaffen und dadurch das Verständnis für dieses so außerordentlich wichtige Wirtschaftsgebiet zu verbreitern, würde von zahlreichen Stellen die Beifügung eines alphabetischen Verzeichnisses, geordnet nach den im Handelsregister eingetragenen und im Wirtschaftsleben bekannten Namen der Unternehmungen äußerst begrüßt werden.

Unternehmungen	Install. Maschinenleistung kW	Eigenerzeugung	Strombezug	Stromabgabe Mill. kWh		Nutzbare Stromabgabe je Einwohner kWh
		Mill. kWh		1927	1926	
1. Elektrowerke	402 700	1 677,6	0,1	1 595,6	1 396,6	—
2. Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk	503 015	?	?	1 350,0	1 218,7	?
3. Berliner Städtische Elektrizitätswerke	501 000	699,3	408,5	912,9	716,8	238,0
4. A. G. Sächsische Werke	205 385	538,9	226,3	687,9	528,8	324,0
5. Bayernwerk	—	—	470,9	435,7	307,0	—
6. Märkisches Elektricitätswerk	107 160	324,6	103,3	377,5	266,9	342,5
7. Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen	191 330	369,2	61,9	367,1	274,6	203,6
8. Preußische Elektrizitäts-A. G.	99 410	284,4	38,1	290,2	233,7	?
9. Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt	36 250	57,0	232,3	279,3	245,0	—
10. Hamburgische Electricitäts-Werke	158 080	320,4	13,4	276,7	231,3	208,5
11. Mittlere Isar	68 200	280,8	—	275,0	181,3	—
12. Rheinisches Elektricitätswerk im Braunkohlenrevier	120 000	256,4	9,0	252,6	212,1	—
13. Schlesische Elektricitäts- und Gas-A.G.	82 600	252,1	27,2	249,3	155,3	405,5
14. Kraftübertragungswerke Rheinfelden	30 600	186,7	63,8	238,3	216,7	3 448,0
15. Badenwerk	56 920	145,2	116,3	226,0	162,3	174,2
16. Walchenseewerk	117 000	165,6	38,2	202,6	141,8	—
17. Elektrizitätswerk Schlesien	102 375	221,7	10,8	196,7	164,2	345,6
18. Kommunales Elektrizitätswerk Mark	132 485	187,5	24,2	190,8	140,2	754,2
19. Elektrizitätswerke der Stadt Köln	15 000	10,6	187,5	175,7	147,4	249,1
20. Großkraftwerk Mannheim	57 500	139,4	34,7	167,8	129,7	—
21. Betriebsgemeinschaft Kachlet-Franken	60 500	78,4	77,7	148,4	116,9	—
22. Städtische Elektrizitätswerke München	62 951	142,8	52,5	147,5	130,8	193,7
23. Großkraftwerk Franken	—	—	148,4	145,2	113,7	?
24. Braunkohlen-Industrie-A.G. „Zukunft"	55 400	143,9	10,7	140,8	120,4	—
25. Württemb. Landes-Elektrizitäts-A.G.	—	—	145,8	139,0	96,4	—
26. Nordwestdeutsche Kraftwerke	71 225	155,0	1,6	135,1	115,7	?
27. Lech-Elektrizitätswerke	50 400	128,3	27,0	131,9	107,1	284,0
28. Ueberlandzentrale Pommern	57 880	100,3	61,6	123,4	107,8	171,5
29. Städtisches Elektrizitätswerk Stuttgart	65 320	108,3	42,2	120,4	88,4	258,2
30. Städtische Elektrizitätswerke Dresden	19 900	47,0	87,0	113,1	90,7	165,0

über eine Reihe von Elektrizitätswerken anderer Länder. Umfaßt sie doch innerhalb Deutschlands etwa 95 % der Gesamterzeugung aller öffentlichen Elektrizitätswerke. Die Zahl der ausführlich behandelten Werke beträgt 700 (gegen 677 i. V.), davon 618 (601) deutsche und 82 (76)

Dehne.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1910.

[2] Im Bericht über das Vorjahr war das Walchenseewerk mit dem Bayernwerk zusammengefaßt.



RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Der AEG-Doppelnutmotor. — Der AEG-Doppelnutmotor ist ein Stromverdrängungsmotor nach dem Prinzip von Dolivo-Dobrowolsky und Boucherot. Der Käfig wird wie beim normalen Kurzschlußmotor in die Rotornuten eingegossen. Dieses Fabrikationsverfahren wird bis zu Leistungen von 15 kW angewendet. Der Motor ist von der gleichen Einfachheit und Betriebsicherheit wie der normale Kurzschlußmotor. Auch sein Gewicht ist das gleiche wie das des normalen Motors gleicher Leistung. Der Leistungsfaktor liegt zwischen den VDE-Werten für den Schleifringmotor und den normalen Kurzschlußmotor. Den Vorteil des Doppelnutmotors gegenüber dem Schleifringmotor erkennt man aus Abb. 1, in der der Verlauf des Leistungsfaktors

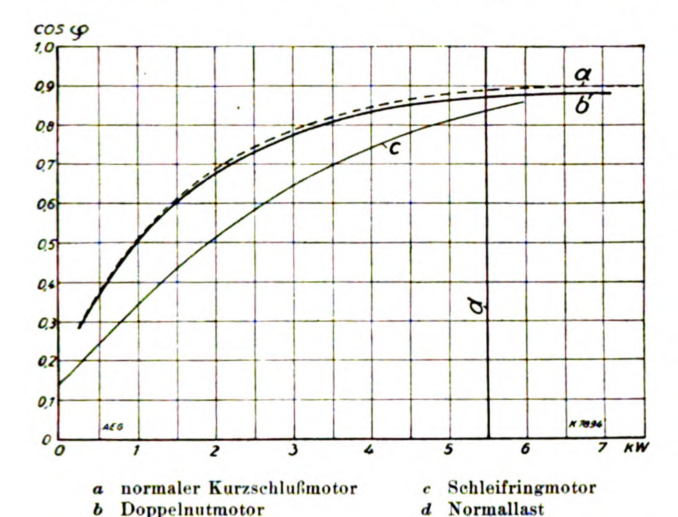


Abb. 1. Leistungsfaktor des normalen Kurzschlußmotors, des Doppelnutmotors und des Schleifringmotors.

über der Last aufgetragen ist. Je geringer die Last ist, um so mehr nähert sich die Leistungsfaktorkurve des Doppelnutmotors der des normalen Kurzschlußmotors, und um so ungünstiger wird der Leistungsfaktor des Schleifringmotors im Verhältnis zu dem der beiden Käfigläufermaschinen. Auch in bezug auf den Wirkungsgrad ist der Doppelnutmotor dem Schleifringmotor — besonders bei geringer Belastung — überlegen.

Der Motor ist so ausgelegt, daß sein Anfahrstrom bei Stern-Dreieck-Schaltung während des gesamten Hochlaufs, abgesehen von der Halbperiode des Einschaltstromes, den 1,6fachen Nennstrom nicht überschreitet, so daß der Motor den Anschlußbedingungen für Schleifringmotoren genügt. Dabei entspricht bei 4poligen Motoren das Anzugsmoment dem 0,6- bis 0,7fachen normalen Drehmoment und das Hochlaufmoment, d. h. das geringste während des Hochlaufs auftretende Moment, etwa dem halben Nennmoment. Bei 2poligen Motoren liegen die Werte für die Drehmomente um annähernd 30 % höher. Über Halblast hinaus ist der Doppelnutmotor mit der AEG-Anlaßriemenscheibe zu betreiben[1]. Diese Kuppelung ermöglicht den vollkommenen Leeranlauf des Motors in der Sternschaltung. Dadurch wird ein stromstoßfreies Überschalten auf Dreieck ermöglicht, so daß der Doppelnutmotor bis zu 1,5facher Überlast ohne Überschreiten des 1,6fachen Nennstromes hochgefahren werden kann. In Abb. 2 sind die Stromverhältnisse beim Vollastanlauf für den normalen Kurzschlußmotor mit AEG-Anlaßscheibe, den Doppelnutmotor mit AEG-Anlaßscheibe und den Schleifringmotor dargestellt. Das Kippmoment des Motors ohne Anlaßscheibe liegt zwischen dem 2- und 2,5fachen Nennmoment. Das Gleitmoment der Anlaßscheibe ist beliebig wählbar. Sie wird normalerweise auf 1,6fache Überlastbarkeit eingestellt, so daß beim Anfahren des Motors der 1,6fache Nennstrom nicht überschritten wird.

[1] Dipl.-Ing. H. Schulmann, „Eine neue Kupplung für Kurzschlußläufermotoren", AEG-Mitt. 1927, S. 225.

Als Vorteil des Doppelnutmotors gegenüber dem normalen Kurzschlußmotor ergibt sich der geringere Anfahrstrom und das während des Anlaufs fast konstante Moment. Der Anfahrstrom bleibt innerhalb der nach den Anschlußbedingungen für den Schleifringmotor geltenden Grenzen. In bezug auf den Leistungsfaktor und das Kippmoment erreicht der Doppelnutmotor nicht voll-

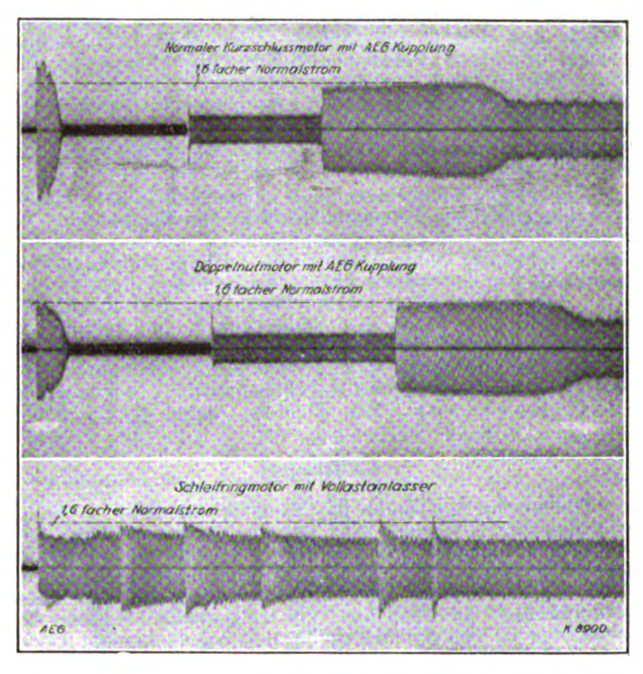


Abb 2.

kommen die Werte des normalen Kurzschlußmotors; jedoch ist diese Abweichung ohne praktische Bedeutung, weil der Unterschied im Leistungsfaktor sehr gering und das Kippmoment des normalen Motors unnötig reichlich ist. Gegenüber dem Schleifringmotor ergeben sich als Vorteile des Doppelnutmotors die einfachere Bauart, Schaltung und Wartung, die größere Betriebsicherheit und die besonders bei Unterlast besseren Betriebsbedingungen in bezug auf Leistungsfaktor und Wirkungsgrad. Die Anfahrverhältnisse entsprechen mindestens denen des Schleifringmotors. Insbesondere liefert der Doppelnutmotor ein während des gesamten Hochlaufs nahezu konstantes Drehmoment im Gegensatz zu dem sprungweise veränderlichen des Schleifringmotors. Auch sind im Gegensatz zum Schleifringmotor die Stromaufnahme und der Drehmomentverlauf unabhängig von der Geschicklichkeit des Schaltenden. (H. Lund, AEG-Mitt. 1928, S. 1.) *fi*

Praktische Betrachtungen über Schnellerregung von Maschinen mit ausgeprägten Polen. — Theoretische Untersuchungen und praktische Versuche haben ergeben, daß die Stabilität der Synchronmaschine vergrößert werden kann durch Erzwingung eines schnellen Ansteigens des Erregerstromes mittels einer besonderen Erregermaschine, die ihre Klemmenspannung schnell aufbaut. Diese Methode ist zwar nicht als ideal zu bezeichnen, da sie die Ursache der Unstabilität nicht behebt, bedeutet aber einen Fortschritt gegenüber der früheren Notwendigkeit, wegen ihrer großen Abmessungen teure Spezialmaschinen mit großem Kurzschlußverhältnis zu verwenden. Es werden die für den Entwurf und die Anwendung solcher Erregermaschinen wichtigen Gesichtspunkte und die Wirkung auf die Synchronmaschine erörtert.

Die Schnelligkeit, mit der die Klemmenspannung der Erregermaschine sich aufbaut, ist abhängig von der Schnel-

ligkeit, mit der ihr eigener Erregerstrom anwächst; daher ist Fremderregung vorzusehen.

Die aus der Theorie der Einschalt- und Übergangsvorgänge bekannten Differentialgleichungen zeigen, daß die Schnelligkeit des Stromanstiegs abhängig ist von der Größe der aufgedrückten Spannung und dem Verhältnis $\frac{L}{R}$ (Zeitkonstante). Das Bestreben, durch Verkleinerung von L diese Schnelligkeit zu vergrößern, führt dazu, den Erregerkreis in parallele Wege zu teilen; Begründung dieser Maßnahme und praktische Auswirkung werden besprochen und durch Schaulinienbilder erläutert.

An Hand der Spannungscharakteristik des Generators, die unter Berücksichtigung des Polstreuflusses und der entmagnetisierenden Wirkung der Anker-AW entwickelt wird, werden die Vorgänge im Generator, insbesondere das Entstehen des Abfalls der induzierten Spannung bei Kurzschluß und plötzlicher Belastung, diskutiert, und es wird der Weg zur Bestimmung der Größe des Spannungsabfalls aus der Charakteristik angegeben; ein Oszillogramm dient zur Veranschaulichung der Vorgänge. Es wird gezeigt, daß für einen bestimmten Entwurf einer Maschine der Spannungsabfall eine gegebene, unveränderliche Größe ist, die auch nicht durch das Mittel der Schnellerregung verringert werden kann, daß aber ein kleiner Wert erzielbar ist durch ein großes Kurzschlußverhältnis.

Zahlreiche Schaulinien zeigen den Einfluß der Schnellerregung auf das Wiederaufrichten des Hauptfeldes bei verschiedenen Kurzschlußverhältnissen und bei verschiedenem Grad der Schnelligkeit des Aufbaus der Klemmenspannung der Erregermaschine. Es ist ersichtlich, daß der Grad der Schnelligkeit im Wiederaufbau des Hauptfeldes wächst mit dem Grad der Schnelligkeit im Aufbau der Klemmenspannung der Erregermaschine; Proportionalität herrscht jedoch nicht. Kurz wird noch der Einfluß der Sättigung besprochen und durch Schaulinien verdeutlicht. (P. H. Robinson, The Electric Journ. Bd. 25, S. 65.) *Klt.*

Leitungen.

Chemische Korrosion des Bleis in der Erde. — Schon seit längerer Zeit weiß man, daß im Erdboden Stoffe vorkommen, die ebenso wie Mauerputz und Beton bei Gegenwart von Luft und Feuchtigkeit auf bleierne Anlagen, z. B. Kabel, Röhren oder dgl., korrodierend einwirken; zahlenmäßige Angaben über die Haltbarkeit bleierner Gegenstände in solchen als gefährlich anzusehenden Böden sind jedoch bis jetzt noch nicht gemacht worden. Um diese Lücke auszufüllen, hat der Verfasser zahlreiche „chemisch" korrodierte Bleikabel systematisch untersucht und die in jedem Einzelfalle erreichten Lebensdauern mit der chemischen Zusammensetzung des Erdreiches und den betreffenden physikalisch-chemischen Bodenverhältnissen in Beziehung gebracht. Zunächst wird an einem vor rd. 72 Jahren verlegten unbewehrten Bleikabel, das auf seinem mehr als 100 km langen Wege in Böden wechselnder Zusammensetzung und Beschaffenheit gelegen hat, gezeigt, daß Blei unter besonders günstigen Umständen im Erdboden eine außerordentlich lange, beinahe unbegrenzte Lebensdauer haben kann. An Stellen, wo das Kabel in elektrolytfreiem, feinkörnigem Quarz- bzw. Spatsand gelegen hat, der den Zutritt von Luftsauerstoff zum Kabel unterbunden hat, läßt der Bleimantel noch heute keinerlei Merkmale eines Angriffes erkennen. Der schädigende Einfluß eines Humus- und Kalkgehaltes im Erdboden bei Gegenwart von Luft und Feuchtigkeit wird auf Maß und Zahl zu bringen versucht, indem die an den verschiedenen Stellen der Kabelstrecke festgestellten Korrosionsbefunde miteinander verglichen werden. Auf der ganzen Kabelstrecke besteht der Boden in der Hauptsache aus dem oben beschriebenen Sand, hier und da enthält er jedoch Beimengungen von Ton, Kalk oder Humus. Ein Gehalt von 9,3 % Ton, 0,5 % Kalk und 2,4 % Humus wird noch als verhältnismäßig ungefährlich angesehen, so daß sich in einem solchen Boden die Verlegung ungeschützter Bleikabel rechtfertigen ließe, wenn keine größere Lebensdauer als 30 Jahre verlangt wird. Größere Kalk- und Humusgehalte mahnen jedoch zur Vorsicht. Es werden Beispiele für die stark korrodierende Wirkung der kalkigen Tonböden bzw. der tonigen Kalkböden angeführt. In einem Mergelboden mit 45 % Kalkgehalt haben unbewehrte Bleikabel nur eine Lebensdauer von noch nicht ganz zwei Jahren erreicht. Um noch bestehende Irrtümer zu beseitigen, wird alsdann gezeigt, daß Blei durch Kalk oder Beton nur bei Gegenwart von Luft und Feuchtigkeit angegriffen wird, mit anderen Worten, daß Bleikabel oder -röhren, die mit Kalk oder Mauerwerk in Berührung stehen, durchaus nicht immer gefährdet sind. An einer Stelle, wo das oben erwähnte Kabel vor 72 Jahren in ein während der ganzen Zeit trocken gebliebenes Fundament eingemauert worden war, hat sich der Bleimantel unversehrt erhalten. Es werden sodann Beispiele für die geringe Haltbarkeit des Bleis bei Berührung mit Koks und Schlacke angeführt und die Unbrauchbarkeit der sog. „Blitzableitererden", die aus einem in einer Koksschüttung liegenden Bleidraht bestehen, dargetan. Der 1 cm starke Bleidraht einer solchen „Erde" ist bereits nach drei Jahren völlig zerfressen und unbrauchbar geworden. Im Zusammenhang mit den Untersuchungen über die Gefährlichkeit der verschiedenen Bodenarten werden dann noch Korrosionen besprochen, die an stahldrahtarmierten Bleikabeln aufgetreten sind und auf eine ungeeignete Zusammensetzung der zur Imprägnierung des Jutepolsters verwendeten Imprägniermasse zurückgeführt werden müssen. Minderwertige Imprägniermassen enthalten Phenol oder Homologe desselben und wirken bei Gegenwart von Luft und Feuchtigkeit auf Blei außerordentlich korrosiv ein. Der Mantel eines Schwachstromkabels, das unter Verwendung solcher minderwertigen Kompoundmasse hergestellt worden ist, war nach 10jährigem Gebrauch durchkorrodiert, und die Mäntel zweier infolge ziemlich hoher Belastung während des Betriebes sich stark erwärmender Starkstromkabel sind unter dem katalytischen Einfluß der in dem Steinkohlenteer der Juteimprägnierung enthaltenen Phenole, Kresole usw. bereits nach 7jährigem Gebrauch schadhaft geworden. Da die Stein- und Braunkohlenteerpeche bzw. -teeröle, die in ihrer Zusammensetzung sehr schwanken, aus wirtschaftlichen Gründen vom Gebrauch vielleicht nicht ganz ausgeschlossen werden können, wird empfohlen, das mit solcher Masse imprägnierte Jutepolster der bewehrten Kabel vor der direkten Berührung mit dem Bleimantel durch eine besonders imprägnierte Zwischenlage von Papier oder dgl. zu schützen. (O. Haehnel, El. Nachr. Techn. Bd. 5, S. 171.) *Sb.*

Apparatebau.

Ein neues Gleichstrom-Zeitrelais. — Das von S & H hergestellte Relais (Abb. 3) zeichnet sich durch Genauigkeit und Zuverlässigkeit, in weiten Grenzen regelbare Zeiteinstellung und große Abschaltleistung aus. Es wird hauptsächlich in Verbindung mit zeitunabhängigen Überstrom-

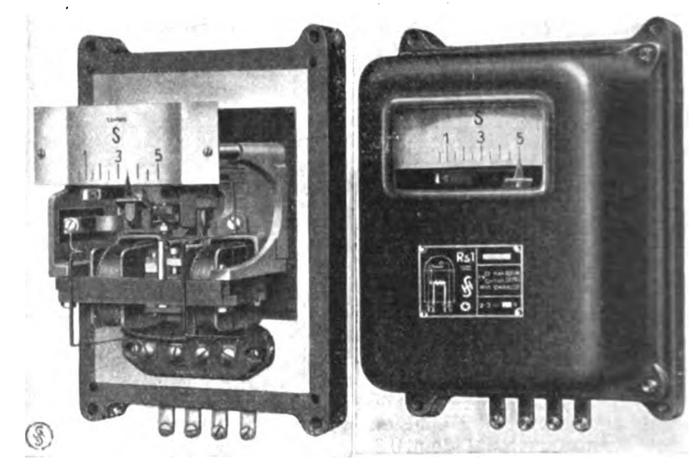


Abb. 3. Neues Gleichstrom-Zeitrelais.

relais benutzt, und zwar dort, wo Überstrom-Zeitrelais wegen ihrer Abhängigkeit von der Höhe des Kurzschlußstromes nicht genau genug arbeiten würden. Bei dem nach dem Drehankerprinzip gebauten Relais bewegt sich unter dem Einfluß der Gleichspannung zwischen den Polen eines Elektromagneten gegen das Drehmoment einer Feder ein Drehanker, der dadurch eine gespannte Spiralfeder freigibt. Diese treibt über ein Uhrwerk mit Hemmung einen beweglichen Kontakt an und legt diesen gegen einen schwenkbaren Gegenkontakt, der von Hand auf die gewünschte Kontaktzeit eingestellt werden kann. Nach Unterbrechung der Gleichspannung zieht die erwähnte Gegenfeder den Anker wieder zurück, wobei die Antrieb-Spiralfeder von neuem gespannt und dadurch das Uhrwerk wieder aufgezogen wird. Das Relais ist dann wieder betriebsbereit. Es ist ein besonderer Vorteil, daß die das Uhrwerk treibende Feder dauernd gespannt ist

und nicht erst durch die Ankerbewegung gespannt wird. Infolgedessen braucht die Zeit für das Spannen der Feder nicht mit eingeeicht zu werden, und die ganze eingestellte Zeit wird für den Ablauf ausgenutzt. Vor allem bei der kleinsten Zeiteinstellung von 0,5 s würde sonst der Kontaktweg sehr klein werden und die Abschaltleistung entsprechend gering. Selbst bei kleinstem Kontaktweg beträgt die Abschaltleistung 300 VA, während die Einschaltleistung 1000 VA ist. Da beim Aufbau des Relais die neuen Verbandsvorschriften über die Größe der Luftwege und Kriechwege berücksichtigt sind, ist es auch in elektrischer Beziehung einwandfrei und hält selbst unter ungünstigen Verhältnissen die Prüfspannung von 2000 V aus. Der Wickelraum ist so bemessen, daß man selbst bei einer Spannung von 220 V noch starke Drahtquerschnitte verwenden kann, die gegen Durchoxydieren Sicherheit geben. Das Relais wird in mehreren Ausführungen hergestellt mit Zeiteinstellungen von 0,25 ... 2,5, 0,5 ... 5 und 1 ... 10 s. Für Sonderzwecke ist noch der Einbau eines Vorkontaktes möglich, der unabhängig von der Zeiteinstellung des Hauptkontaktes nach etwa 0,5 s schließt. Abb. 4 zeigt die Schaltung des Relais mit und ohne Vorkontakt. (J. Sorge, Siemens-Z. Bd. 8, S. 212.) *Jkl.*

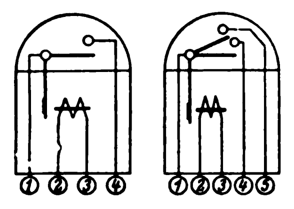
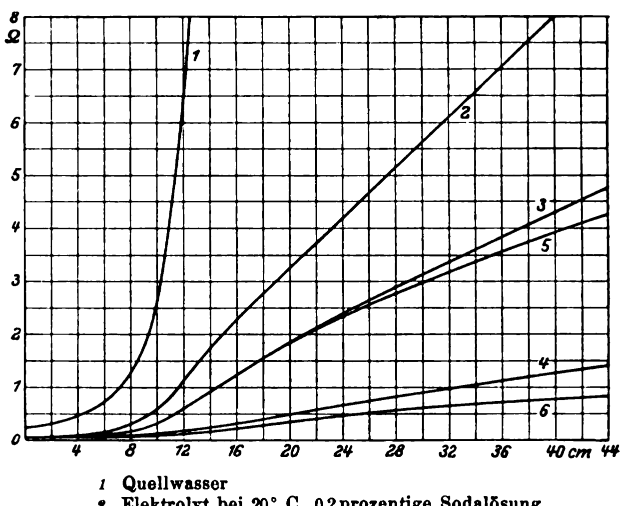


Abb. 4. Innenschaltung des Gleichstrom-Zeitrelais mit und ohne Vorkontakt.

Ein neuer BBC-Flüssigkeitsanlasser. — Bei Flüssigkeitsanlassern ist häufig zu beobachten, daß das Verhältnis zwischen Anfangs- und Endwiderstand viel zu klein ist, so daß beim Einschalten oder Kurzschließen der Schleifringe starke Stromstöße und ein übermäßiges Schlüpfen des Motors bei Vollast auftreten; außerdem haben die Kalkablagerungen auf den Elektroden erhöhte Unterhaltungskosten zur Folge. Die Aktiengesellschaft Brown Boveri & Cie. hat nun eine neue Type entwickelt (Abb. 5), bei welcher die Elektroden aus konzentrischen Bronzeringen bestehen, die so angeordnet sind, daß die

Abb. 5. Flüssigkeitsanlasser.

Ringe der beweglichen Elektrode in ihrer unteren Stellung zwischen die Ringe der festen Elektrode eindringen. Daraus ergibt sich dank der Vergrößerung des Flüssigkeitsquerschnittes ein außerordentlich kleiner Endwiderstandswert. Wenn sich die beweglichen Elektroden in der obersten Stellung befinden, ist anderseits ein hoher Widerstandswert vorhanden. Während die beweglichen Elektroden untereinander verbunden sind und den Nullpunkt des Stromkreises bilden, sitzen die festen Elektroden *a*, welche mit den Schleifringen des Motors zu verbinden sind, auf Metallscheiben, die den unteren Abschluß der Tonzylinder *d* bilden. Die drei Tonzylinder werden durch Bodenöffnungen des Metallzylinders *f*, der den Elektrolyten aufnimmt, hindurchgeführt. Die Ringform erleichtert ferner infolge der fortwährenden und lebhaften Strömung der Flüssigkeit zwischen den Elektroden eine rasche Abführung der zwischen ihnen erzeugten Wärme, da die als Widerstand benutzte Flüssigkeitssäule fortwährend umläuft. Der Umlauf des Elektrolyten wird einerseits durch die Verminderung der Dichte des durch die Elektroden erwärmten Wassers, anderseits durch die



1 Quellwasser
2 Elektrolyt bei 20° C, 0,2 prozentige Sodalösung
3 „ „ 20° C, 0,4 „ „
4 „ „ 20° C, 1,0 „ „
5 „ „ 60° C, 0,2 „ „
6 „ „ 60° C, 1,0 „ „

Abb. 6. Phasenwiderstand, abhängig vom Elektrodenhub, von der Temperatur des Elektrolyten und der Sodamenge.

von den Kühlmitteln hervorgerufene Vergrößerung der Dichte der Flüssigkeit bewirkt. Die Verdampfung ist unbedeutend, und die geringe Menge des sich bildenden Wasserdampfes schlägt sich bei Berührung mit dem gußeisernen Gefäßdeckel nieder. Der Elektrolyt braucht also nicht erneuert zu werden, wodurch die Elektroden in wirksamer Weise gegen Ablagerungen geschützt sind. Je nach der Menge der abzuführenden Wärme wird der Anlasser ohne oder mit einem oder zwei Kühlern ausgerüstet. Mit Hilfe zweier Kühler kann dauernd eine Schlupfleistung von 600 kW abgeführt werden. Die Kühlwasseraustrittstemperatur soll 40° nicht übersteigen, um Abscheidung innerhalb der Kühlrohre zu verhindern. Abb. 6 zeigt den Verlauf des Widerstandes in Abhängigkeit vom Hub der beweglichen Elektroden sowie die Widerstandsänderungen, die durch Hinzufügen von Soda erzielt worden sind.

Der Anlasser ist für eine Höchstbetriebspannung von 3500 Volt, 1600 A Dauerstrom, 4500 Kilowatt maximale Anlaßleistung gebaut und hat eine Kapazität von 6000 kW/min. Revisions- und Unterhaltungskosten fallen fast vollständig fort. Ohne Zusatzwiderstand zum Kurzschließen der Schleifringe ist ein sanftes und allmähliches Anlassen möglich. Infolge des sehr geringen Endwiderstandes wird ein hoher Wirkungsgrad und eine gute Ausnutzung der Schwungmassen ermöglicht, wenn mit Zusatzschlupf gearbeitet wird. (BBC-Mitt. Baden Bd. 15, S. 185.) *Ka.*

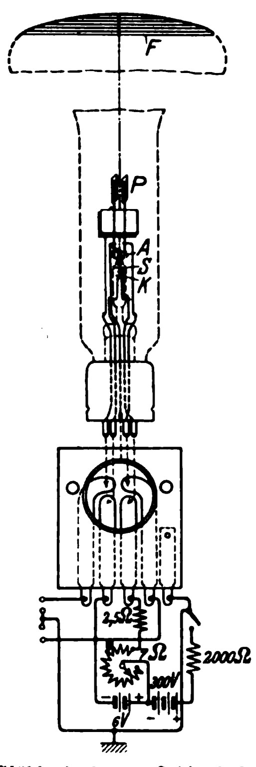
Meßgeräte.

Dreifach-Umschalter für Strommesser. — Die General Electric Co. hat für ihre Präzisions-Strommesser einen Spezialumschalter entwickelt, der dazu bestimmt ist, bei Zähler- oder Relaisprüfungen den Strommesser nacheinander an die drei Phasen umzuschalten. Die Einrichtung besteht aus einem Kasten, der seitlich an das Präzisionsinstrument angesetzt wird, mit drei kräftigen Druckknopfschaltern, die Messerkontakte betätigen. Die Sekundär-



stromkreise der Transformatoren sind normalerweise angeschlossen, und es werden nur abwechselnd die drei Strommesser eingeschaltet. Die Einrichtung ist nicht nur für den bereits beschriebenen Zweck verwendbar, sondern auch dort, wo zwei Stromwandler vorhanden sind. Durch gleichzeitiges Niederpressen von zwei Knöpfen wird der Strom im dritten Leiter gemessen. Weiterhin kann die Einrichtung verwendet werden, um Einphasen-Leistungsfaktormesser in die drei Stromkreise einzuschalten. (J. C. Jackson, El. World Bd. 91, S. 699.) *Kth.*

Die Kathodenstrahl-Oszillographenröhre der Western Electric. — Die von der Western Electric Co. herausgebrachte Oszillographenröhre stellt eine verbesserte Form der Braunschen Röhre dar. Ihre Konstruktion ist aus Abb. 7 zu ersehen. Alle für die Arbeitsweise wesentlichen Teile sind luftdicht in einen Glaskolben eingeschmolzen, der mit Argon unter sehr geringem Druck gefüllt ist. Die von einer Oxydglühkathode gelieferten Elektronen durchsetzen eine kleine Öffnung in der die Kathode umfassenden Schirmhülse und werden von der röhrenförmig ausgebildeten Anode ausgeblendet. Der hindurchtretende feine Kathodenstrahl gelangt in den Ablenkteil, wo er durch zwei zwischen Platten hervorgerufene elektrische Felder der angelegten Spannung entsprechend in zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen abgelenkt werden kann, und trifft am oberen flachen Ende des Kolbens auf den Leuchtschirm, der aus einer innen auf die Glaswand aufgebrachten Schicht von Kalziumwolframat und Zinksilikat besteht. Durch außen übergeschobene Spulen läßt sich auch eine magnetische Ablenkung des Strahles und damit eine unmittelbare Messung von Strömen ausführen. Die Zuführungen zu den inneren Teilen der Röhre sind in einem Sockel herausgeführt, so daß die Röhre in einer dazu passenden Fassung aufgestellt werden kann.



K Glühkathode *S* Schirmhülse
A Anode *P* Ablenkplatten
F Leuchtschirm

Abb. 7. Gesamtanordnung der Oszillographenröhre.

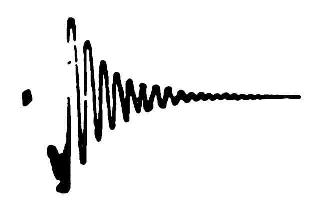


Abb. 8. Aufnahme einer Schwingung von 90 Hz.

Im Gegensatz zu den bisherigen ähnlichen Bauarten der Braunschen Röhre, die vorwiegend mit hohen Erregerspannungen für den Strahl arbeiten und daher besondere und umfangreiche Spannungsquellen für Gleichhochspannung brauchen, beträgt hier die Strahlspannung nur 300 V. Der Oszillograph erfordert also nur wenige und leicht zu beschaffende Hilfseinrichtungen: eine Heizbatterie für die Glühkathode (6 V, 2 A), eine Trockenbatterie für die Strahlspannung (300 V, 1 mA), einen regelbaren Heizwiderstand und einen Beruhigungswiderstand von 2000 Ω zur Stabilisierung der Entladung. Die geringe Strahlspannung liefert sehr langsame Elektronen, so daß sich der Strahl durch schwache Felder schon gut ablenken läßt. Somit kann die Konstruktion recht gedrungen gehalten werden; die Gesamthöhe des Kolbens beträgt ungefähr 30 cm. Der Preis einer Oszillographenröhre ohne Zubehör ist mit 455 RM selbst in Anbetracht einer Lebensdauer von etwa 100 Betriebstunden nicht allzu hoch[1].

[1] Die Röhre, Type 224 — A, wird von Carl Mende, Berlin W 35, Lützowstr. 7, geliefert.

Die Röhre besitzt eine Empfindlichkeit von etwa 1 mm Ausschlag für je 1 V der an die Ablenkplatten gelegten Spannung; für die meisten technischen Zwecke ist das ausreichend. Bis zu den höchsten Frequenzen zeichnet der Kathodenstrahl dem Einfluß der aufgedrückten Felder entsprechend ohne Trägheitswirkungen. Das auf dem Leuchtschirm entstehende Bild kann subjektiv beobachtet und bei genügender Belichtung auch von außen photographiert werden. Unter Benutzung nur eines Ablenksystems kann der Oszillograph als ein mit technischer Frequenz eichbares, bis zu den allerhöchsten Frequenzen zuverlässiges Amplituden-Meßgerät verwandt werden.

Eine photographische Aufnahme einmaliger Vorgänge, möglichst unter Anwendung linearer Zeitablenkung, ist nur bis zu mittleren Frequenzen möglich. In dieser Hinsicht läßt sich die vorliegende Konstruktion natürlich nicht mit den neueren Kathodenstrahloszillographen, die durch Verwendung hoher Strahlspannungen und unmittelbare photographische Aufzeichnung im Hochvakuum gekennzeichnet sind, vergleichen. Abb. 8 zeigt die Aufnahme einer gedämpften Schwingung von etwa 90 Hz; wie ersichtlich, reicht die Selbstkonzentration des Strahles nicht aus, um weitergehende Feinheiten erkennen zu lassen. Zur Untersuchung periodischer Vorgänge erregt man das eine Plattenpaar mit der zu messenden, das andere mit einer ihrem zeitlichen Verlaufe nach bekannten Spannung geeigneter Frequenz; man erhält so auf dem Leuchtschirm ein feststehendes Bild, das vom Strahl in jeder Periode neu gezeichnet wird. Bei genügender Konstanz des Spannungsverlaufes läßt sich das entstehende Bild bequem beobachten und photographieren, ohne Rücksicht auf die Frequenz des Vorganges. Allerdings ist die Auswertung der erhaltenen Zyklogramme oft recht mühsam und ungenau.

Der verhältnismäßig niedrige Preis, die große Bequemlichkeit des Aufbaus und der Handhabung, der Fortfall von gegen Überlastung oder Erschütterung empfindlichen Teilen im Meßkreis, vor allem die trägheitsfreie Aufzeichnung machen die Kathodenstrahl-Oszillographenröhre zu einem vielseitig verwendbaren Laboratoriums- und Demonstrationsgerät, das auch gelegentlich bei einfacheren Messungen den Schleifenoszillographen zu ersetzen vermag. Sie erfüllt alle Funktionen der bisherigen Braunschen Röhren; wie diese jedoch bleibt sie in ihrem hauptsächlichen Anwendungsgebiet auf niedrige und mittlere Frequenzen beschränkt, und nur bei streng periodischen Vorgängen vermag sie hochfrequente Erscheinungen mit aller Schärfe wiederzugeben.

Zusatz bei Korrektur. Die vorstehend beschriebene Röhre wird neuerdings in verbesserter Ausführung als Type 224—B geliefert. Während Type 224—A einen Heizstrom von 1,2 ... 1,7 A zum sicheren Arbeiten benötigte, fängt die neue Röhre mit 0,85 ... 1,15 A an; im Verlaufe des Betriebes ist die Stromstärke allmählich zu erhöhen. Die verringerte Anfangstromstärke sichert der Röhre eine höhere Lebensdauer. *Stk.*

Beleuchtung.

Die Nitralampe im Kinoatelier. — Nach den Untersuchungen von Bloch[1] über die Aktinität der Nitralampe verdient bei der Verwendung panchromatischer Filme die gasgefüllte Wolframglühlampe in bezug auf die richtige Helligkeitswiedergabe der Farben den Vorzug vor allen anderen künstlichen Lichtquellen. O. Reeb macht im Anschluß hieran Mitteilungen über die Verwendung dieser Lichtquelle und die zu benutzenden Armaturen in Filmaufnahmeateliers. Für die allgemeine Ausleuchtung der Szene wird an Stelle der sonst üblichen diffus reflektierenden, großen Reflektoren mit langen Quecksilberdampfröhren jetzt ein Großflächengeleuchte benutzt, bei dem eine größere Anzahl von Glühlampen auf einem großen, weiß emaillierten Reflektor angebracht sind; zur Ausgleichung der Leuchtdichte können vor dem Reflektor noch Streugläser angebracht werden. Als Lampeneinheiten kommen am vorteilhaftesten 500 W-Lampen in Frage, da die Gesamtbetriebskosten (Lampenersatz- und Stromkosten) zwischen den 100- und 500 W-Lampen stark abfallen und erst oberhalb 500 W sich nur wenig ändern. Außerdem kann es nach amerikanischen Angaben bei Verwendung von 50periodigem Wechselstrom vorkommen, daß bei Einheiten unterhalb 500 W sich ein Flimmern der Lampen noch sehr störend bemerkbar macht. Bei noch größeren Einheiten als 500 W läßt sich nur schwer eine ganz gleichmäßige Großflächenstrahlung erzielen. Als sehr geeignet hat sich die neue Osram-Nitraphot-Lampe von 500 W erwiesen. Auch zur Aufhellung kleiner Teile des Raumes

[1] ETZ 1928, S. 1159.

und für die Beleuchtung von oben her sind geeignete Geleuchte entwickelt worden. An Stelle der bisher benutzten Scheinwerfer mit Bogenlicht lassen sich mit Vorteil Glühlampenscheinwerfer mit Parabolspiegeln verwenden. Als Nachteil der Glühlampenbeleuchtung wird oft die große Hitzeentwicklung angesehen, da die Glühlampen reicher an Wärmestrahlen sind als die Bogenlampen; dafür ist aber bei Aufnahmen auf panchromatischen Filmen der Gesamtenergieverbrauch geringer. Als Vorteil sind weiter hervorzuheben: die Glühlampen sind ärmer an der für die Augen schädlichen kurzwelligen Strahlung, wegen der richtigen Helligkeitswiedergabe der Farben bei Glühlampenbeleuchtung kann das Einschminken der Schauspieler wesentlich verringert werden oder kann sogar ganz unterbleiben, wie auch aus dem gleichen Grunde die Arbeit des Regisseurs nicht unwesentlich erleichtert wird. Schließlich ist bei Glühlampenbeleuchtung eine gleichmäßige Helligkeitsänderung möglich, ohne daß die Verteilung des Lichtes im geringsten geändert zu werden braucht. (O. Reeb, Kinotechn. Bd. 10, Nr. 13, S. 346.) *Schb.*

Flutlichtbeleuchtung. — A. H. Smith gibt eine Übersicht über die Anwendungsgebiete der auch in Deutschland stark zunehmenden Flutlichtbeleuchtung sowie einige Ratschläge bei ihrer praktischen Verwendung. Als erste Anwendung der Flutlichtbeleuchtung finden wir die Anleuchtung von Gebäuden, wodurch die Aufmerksamkeit des Publikums auf diese Gebäude gelenkt wird, also einmal bei Geschäftsgebäuden und Theatern aus Reklamegründen, anderseits bei öffentlichen Gebäuden, um sie aus irgendeinem Grunde besonders hervortreten zu lassen oder um den Verkehr in erster Linie auf diese Stelle zu konzentrieren. Neben der Anleuchtung von Gebäuden kommt die Anleuchtung von Freiflächen in Betracht, also von öffentlichen Parks, Sportplätzen, Seebädern usw., um die öffentliche Sicherheit zu erhöhen oder um die Anlagen auch während der Abend- und Nachtstunden benutzen zu können. Ganz besondere Vorteile ergaben sich aber bei der Ausleuchtung größerer Freiflächen, bei denen die Arbeiten während der Nacht ebenso wie am Tage ausgeführt werden müssen, wie auf Eisenbahn-Verschiebebahnhöfen, Verladeplätzen usw., wo durch geeignete Flutlichtbeleuchtungen die Arbeiten während der Nacht ebenso schnell und mit der gleichen Sicherheit ausgeführt werden können wie am Tage.

Der eigentliche Fortschritt ist erst durch die neuzeitlichen hochkerzigen Glühlampen möglich geworden, mit denen unter Benutzung geeignet konstruierter Scheinwerfer und geeigneter Optik das Licht so auf die auszuleuchtenden Flächen geworfen wird, wie es mit gewöhnlichen Reflektoren bei gleichen Stromkosten niemals möglich ist. Die Verwendung weniger Reflektoren mit großen Lampeneinheiten an Stelle vieler kleiner Einheiten ist vorteilhafter. Zur Ausleuchtung kleiner Flächen kann der Reflektor nach außen durch eine einfache Glasscheibe abgeschlossen werden. Sollen größere Flächen ausgeleuchtet werden, so muß ein lichtzerstreuendes Riffelglas oder noch besser bestimmte große Glaslinsen Verwendung finden, um eine gleichmäßige Helligkeit ohne das störende Leuchtkörperbild zu erzeugen. Es sind ganz bestimmte Linsenformen entwickelt worden, um scharf begrenzte Flächen auszuleuchten, so daß die Lichtfelder mehrerer Scheinwerfer nebeneinander gelegt werden können, ohne daß an den Begrenzungsstellen störende Streifen auftreten.

Wegen der starken Belastung der Lampen soll die Versilberung der Glasreflektoren sich auf der den Lampen abgekehrten Seite befinden. Die erzeugte Wärme wurde früher aus den Armaturen durch Luftzirkulation fortgeführt, wodurch aber durch eintretenden Staub sehr bald eine Verschmutzung, ferner Korrosion des Metalles und Zerstörung der Lampen eintrat. Bei den neueren Ausführungen wird die Wärme durch Strahlung abgeleitet, die Reflektoren sind fest abgeschlossen, so daß sie nur von Zeit zu Zeit von außen gesäubert zu werden brauchen. Bei Eisenbahnanlagen und in industriellen Betrieben haben sich Reflektoren aus Bronze und Aluminium als korrosionssicher erwiesen. Die Einstellung eines Reflektors soll so möglich sein, daß nach einer Reinigung des Scheinwerfers die alte Justierung unverändert bleibt. — Eine Anlage zur Beleuchtung eines Eisenbahn-Verschiebebahnhofes ist kürzlich in Chicago ausgeführt worden. Bei dieser nahezu 1,5 km langen Anlage mußten mehr als 100 000 m² Gleisanlagen beleuchtet werden, und zwar hiervon ⅓ mit etwa 1,55 Lux und die übrigen ⅔ mit etwa 0,8 Lux. Hierzu dienten 14 normale Flutlichtscheinwerfer von 100 W, welche auf 3 normale Flutlichttürme verteilt wurden, von denen je einer an den Enden, der dritte in der Mitte der ganzen Anlage angeordnet wurde. Die gesamte Anlage wurde innerhalb weniger Tage errichtet. (A. H. Smith, El. World Bd. 91, S. 817.) *Schb.*

Installation.

Veränderliche Einstellung der Lampe zum Schirm. — Um die Lichtstärke einer Lampe möglichst auszunutzen, ist es erwünscht, die gegenseitige Lage von Lampe und Schirm leicht verändern zu können. Eine Konstruktion der Bergmann-Elektricitäts-Werke A. G. zeigt Abb. 9, wobei der Schirmhalter *e* auf einem die Lampe tragenden und die Anschlußleitungen aufnehmenden Pendelrohre verstellbar angebracht ist. Die Lampenfassung *a* ist am unteren Ende des Pendelrohres *b* angeordnet, das zugleich die Anschlußleitungen *c* aufnimmt, *b* ist zur Aufnahme einer Mutter *d* mit Gewinde versehen. An *d* ist der Schirmhalter *e* befestigt, der seinerseits den Schirm *f* trägt. Durch Höher- oder Tieferschrauben der Mutter *d* kann also die Einstellung der Glühlampe gegenüber dem Schirm vorgenommen werden, ohne daß die Lampe selber mit ihrer Fassung *a* und den Anschlußleitungen *c* irgend eine Verstellung zu erfahren braucht. Um den Schirmhalter in der gewünschten Lage feststellen zu können, ist die Mutter *d* mit einem quer zur Achse geführten Schlitz *g* versehen, so daß eine mit der Mutter zusammenhängende Scheibe *h* entsteht, die durch eine Schraube *i* nach der einen oder anderen Richtung etwas abgebogen werden kann und auf diese Weise als Gegenmutter wirkt. Über den oberen Teil des Schirmhalters greift eine auf dem Rohre *b* sitzende und damit gleichfalls feststehende Kappe *k*, so daß sowohl das Rohr als auch die Mutter bei Benutzung der Armatur nach außen abgedeckt ist. (Bergmann-Mitt. Bd. 6, S. 170.) *Ka.*

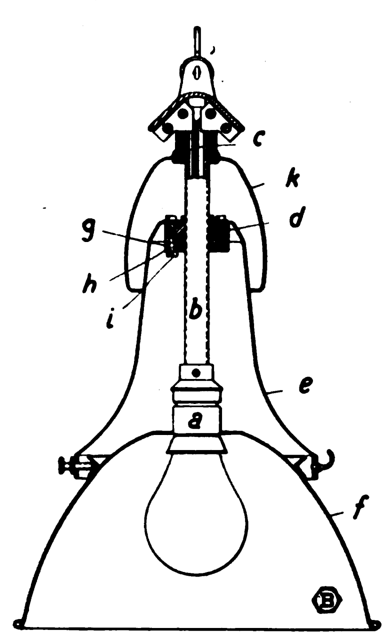


Abb. 9. Lampenarmatur mit verstellbarem Schirm.

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Schienenriffelung und ihre Verhütung. E. O. Ackerman, Columbia, Ohio, gibt als Straßenbahnfachmann seine Ansichten und Beobachtungen über die Riffelbildung auf Schienen sowie Vorschläge zu ihrer Verhütung bekannt, die so bemerkenswert erscheinen, daß wir sie hier im Auszuge wiedergeben. Die Ergebnisse der Beobachtungen seien vorweggenommen; ihre vom Verfasser gegebene Deutung enthebt uns des näheren Eingehens auf die Entwicklung seiner Ansichten, zu der nur bemerkt sei, daß die Ursache der Riffelbildung allein in der Einwirkung der Fahrzeuge auf den Oberbau gesehen und daß ein ursächlicher Einfluß der Beschaffenheit oder des Verhaltens des letzteren unter dem Betriebe auf die Entstehung dieser Erscheinung nicht anerkannt wird, und zwar mit der Begründung, daß Riffeln entstehen bei jeglichem Schienenstoff und bei jeder Bettungsart.

Als Beobachtungsergebnisse werden aufgezählt und gedeutet:

1. Jeder elektrisch betriebene Straßenbahnwagen der heute üblichen Bauart hat das Bestreben, Riffeln zu erzeugen. — Die Ursache hierfür wird in der einseitigen Kraftübertragung auf die Triebachse gesucht; das Wagenrad an der Antriebseite folgt sofort, das an der anderen Seite um ein geringes später, nach einem kurzen Gleiten, dem von einem jeden Zahn des Antriebsrades aufgenommenen Kraftimpuls, um dann, bei Rückfederung der verdrehten Achse, mit vermehrter Umfangsgeschwindigkeit nachzueilen. Dieses Spiel wiederholt sich dauernd, und die aus der rhythmischen Achsenverdrehung resultierenden Schwingungen bedingen dieselben Ungleichheiten in der Umfangsgeschwindigkeit auch beim Rade an der Antriebseite.



2. Viele Wagen, die bei mäßiger Fahrgeschwindigkeit die Schienen nicht angreifen, werden bei größerer solcher in der Regel zu Riffelbildnern. — Erst das Zusammenfallen der Zeitfolge der Kraftimpulse mit derjenigen der Torsionsschwingungen der Achse ermöglicht den steten Wechsel in der Umfangsgeschwindigkeit der Räder und schafft damit die Ursache zur Riffelbildung.

3. Die Wellenlänge der Riffelung ist in jedem Bahnnetz überall annähernd gleich groß. — Es ist dies die Folge der gleichartigen Ausbildung von Antrieb und Radsatz bei allen Wagen. Die Wellenlänge selbst ist nicht ganz doppelt so groß wie das der Teilung des Antriebszahnrades entsprechende Stück des Reifenumfanges. Diese Längenverschiedenheit wird auf die während des Gleitens der Räder auf den Schienen verstrichene Zeit zurückgeführt.

4. Die Riffeln zeigen sich stets auf beiden Schienen, aber nicht in gleicher örtlicher Lage, sondern der Wellenkamm der einen Seite liegt dem Wellental der anderen gegenüber. — Als Ursache dieser Erscheinung wird die unter 1. erwähnte Übertragung des rhythmischen Wechsels der Umfangsgeschwindigkeit des einen Rades auf das andere angegeben, wobei eine zeitliche Verschiebung des Gleitens der beiden Räder auf den Schienen entstehen soll.

5. Auf den Laufkränzen der Räder ist eine Riffelbildung nur äußerst selten zu finden. — Am Radkranz sollen, und zwar infolge der üblichen ungeraden Zähnezahl des Antriebsrades, die Auswirkungen der wechselnden Umfangsgeschwindigkeit, also des Gleitens zwischen Rad und Schiene, einander aufheben bzw. ausgleichen.

6. Ausgeprägte Riffeln erstrecken sich im allgemeinen nicht in ununterbrochener Folge über die Gleise, sondern treten in einzelnen, voneinander durch ebene Strecken getrennten Gruppen auf. — Verschiedene Fahrgeschwindigkeit der einzelnen Wagen und der damit verbundene Wechsel im Auftreten der unter 2. gekennzeichneten kritischen Geschwindigkeit bedingen diese Unregelmäßigkeit in der Entwicklung der Riffeln.

7. Die Riffeln sind häufig auf der einen Schiene stärker ausgebildet als auf der anderen. — Dieses wird erklärt durch Ungleichheiten in der Stoßwirkung der beiden Räder einer Achse.

Die Verhütung der Riffelbildung, die also allein auf den durch den einseitigen Antrieb verursachten Wechsel in der Umfangsgeschwindigkeit der Räder, die ununterbrochene Folge von Gleiten und beschleunigtem Abrollen bzw. auf die dadurch erzeugten Stöße in der Längsrichtung der Schiene zurückgeführt wird, ist demnach nur durch die Ausschaltung dieser Vorgänge möglich. Sie könnte erreicht werden einmal durch Änderung der Verhältnisse der heute üblichen Durchmessergrößen von Achse und Rädern, und dann durch beiderseitigen Antrieb der Wagenachse, verbunden mit stoßfrei arbeitenden Kraftübertragungsmitteln, wie Pfeilräder, Ketten u. dgl. an Stelle der einfachen Stirnräder. Des weiteren wird die Indienststellung von Triebwagen verschiedener Art empfohlen, die infolge der Ungleichheit der Schwingungszeiten ihrer Radsätze auch eine verschiedene Einwirkung auf die Schienen ausüben würden, und die so zu verteilen wären, daß eben diese Wirkungen sich gegenseitig aufheben.

Zum Schlusse bemerkt der Verfasser, daß die Durchführung seiner erstgenannten Vorschläge zwar tiefgreifende Veränderungen in der Ausrüstung der Straßenbahntriebwagen zur Folge haben würde, daß aber die Wichtigkeit der Ausschaltung der in Rede stehenden Schienenabnutzung, die trotz kostspieliger Bekämpfung mittels Schleifmaschinen zu einem vorzeitigen Verschleiß des Oberbaues führt, eine solche rechtfertigen dürfte.

Nachwort des Berichters. Bei den Fahrzeugen wird mit einer Änderung der Antriebsart allein kaum das erstrebte Ziel erreicht werden. Achsstand, Raddruck sowie das Verhältnis der Härte von Reifen- und Schienenstoff sind zweifellos ebenfalls nicht ohne Einfluß auf die Riffelbildung. (E. O. Ackerman, Electr. Traction Bd. 24, S. 32.) Buchwald.

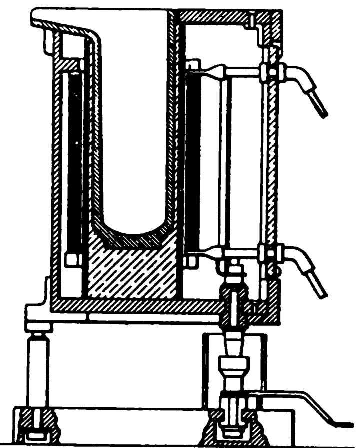
Von der Elektrisierung der Staatsbahn Stockholm—Gothenburg. Die ETZ brachte in Heft 42, 1928, auf S. 1534 nähere Ausführungen insbesondere über Lokomotiven und Fahrzeuge der elektrisierten Staatsbahnstrecke Stockholm—Gothenburg. Wir tragen heute hierzu nach, daß die darin beschriebenen Lokomotiven und sonstigen Fahrzeuge von der Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget, Västerås, Schweden, als Generalunternehmer geliefert wurden. Als Unterlieferanten kamen (vgl. ETZ 1925, S. 814) für Teile der elektrischen Ausrüstungen Luth & Roséns Elektriska AB., Stockholm, und für den mechanischen Teil der Lokomotiven AB. Lindholmen-Motala, Motala-Verkstad, Nydquist & Holm AB., Trollhättan, und Vagn- & Maskinfabriks AB., Falun, in Betracht.

Bergbau und Hütte.

Der Hochfrequenzinduktionsofen. — Die Energie hochfrequenter Wechselfelder für die Erhitzung und zum Schmelzen von Metallen zu verwenden, ist schon sehr frühzeitig in Vorschlag gebracht worden. Bereits 1905 erwirkte die Soc. Schneider, Creuzot, ein französisches Patent, das eine vollständige Beschreibung eines Hochfrequenzofens enthält. Praktische Ergebnisse sind nicht mitgeteilt worden. Verschiedene Erzeugungsmethoden für hochfrequente Schwingungen sind versucht worden, um Metalle zu erhitzen. Auch diese Versuche haben keine Bedeutung erlangt. Im Jahre 1916 nahm E. F. Northrup im Laboratorium der Universität Princeton Schmelzversuche auf, die zur Ausbildung betriebsmäßiger Apparaturen führten, deren Vertrieb von der Ajax Electrothermic Corporation, Trenton, N. J., übernommen wurde.

Unabhängig von Northrup begann 1920 M. H. Ribaud in Straßburg mit Versuchen, die zu denselben praktischen Ergebnissen führten. Mit einer Anlage von 20 kW Leistung gelang es Ribaud, im Schmelzgut eines Graphittiegels 3000 ° zu erreichen.

In Deutschland sind es die Firmen Hirsch, Kupfer- und Messingwerke A.G., C. Lorenz A.G. und Siemens & Halske A.G., die vertriebsmäßig die Anlagen zum Schmelzen von Metallen mittels hochfrequenter Ströme bauen. Lorenz und Siemens & Halske stehen in einer Arbeitsgemeinschaft mit dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung und tauschen gegenseitig ihre Betriebserfahrungen aus.


Abb. 10*. Tiegelofen nach Campbell.

Eine Hochfrequenzofenanlage besteht aus einem Hochfrequenzgenerator, einer Schalttafel, einem Transformator, Kondensatoren und dem eigentlichen Ofen. Als Wechselstromerzeuger werden Funkenstrecken, Röhren- oder Maschinengeneratoren benutzt. Während man in Deutschland aus wirtschaftlichen Gründen dem Maschinengenerator den Vorzug gibt, wird in England noch der Röhrengenerator und in Amerika die Funkenstrecke für eine Hochfrequenzofenanlage gebraucht. Der eigentliche Ofen besteht aus einer Spule, in deren Innern sich ein der Spulenform angepaßter Tiegel befindet, in den das zu schmelzende Metall gebracht wird (vgl. z. B. Abb. 10).

Wird ein Wechselstrom durch die Ofenspule geschickt, so entsteht ein Magnetfeld im Innern derselben, das die Energie auf den Metallkörper überträgt. Diese wird zur Erwärmung des Körpers verbraucht. Die Leistung, die von dem elektrisch leitenden Körper aus dem magnetischen Feld entnommen wird, ist berechenbar und mit Hilfe Besselscher Funktionen darstellbar. Aus der Stromverteilung im zu schmelzenden Körper ist zu entnehmen, daß die Wärme in einer sehr dünnen Oberflächenschicht erzeugt und dem Innern des Metalles durch Leitung zugeführt wird.

Es zeigt sich, daß die Leistung abhängig ist von der Größe und Ausdehnung des zu schmelzenden Körpers, von der Frequenz des Wechselstromes, von der elektrischen Leitfähigkeit und der Permeabilität des Körpers. Sie ist für Körper, wie sie im praktischen Betrieb verwendet werden, durch die Formel

$$E = 2\pi U l n^2 \sqrt{\frac{\mu f}{\sigma}} J^2$$

darstellbar.

In der Formel bedeutet:

U den Umfang des Schmelzkörpers,
l die Länge des Schmelzkörpers in der Spulenachse,
μ die Permeabilität,
σ die elektrische Leitfähigkeit,

* Aus Mitt. Kais. Wilh. Inst. Eisenforsch. Bd. 8, S. 151.

n die Windungszahl der Spule auf die Längeneinheit,
J die Stromstärke der Spule.

Die Formel liefert die Energie in absoluten Einheiten.

Die in den Ofen hineingeschickte elektrische Energie besteht nicht nur aus diesem Betrage; es sind noch die Spulenverluste zu berücksichtigen. Für die Wärmemenge, die in der Ofenspule verbraucht wird, ist der effektive Widerstand der Ofenspule maßgebend. Dieser ist durch den Skineffekt erhöht und läßt sich nach der Sommerfeldschen Theorie berechnen.

Der elektrische Wirkungsgrad eines Ofens ist das Verhältnis der im Schmelzgut in Wärme umgewandelten elektrischen Leistung zu der vom Ofen aufgenommenen Gesamtleistung.

Für Frequenzen über einer gewissen Höhe, die sich aus der Dicke des Schmelzkörpers bestimmt, ist dieser konstant. Nur bei tieferen Frequenzen nimmt er gegen Null zu ab.

Der elektrische Wirkungsgrad bei verschiedenen Metallen ist abhängig von der Größe der dem Magnetfeld entnommenen Leistung. Diese ist, wie aus der Formel zu entnehmen ist, bei Körpern mit größerer Leitfähigkeit geringer. Daraus folgt, daß auch der Wirkungsgrad eines Ofens mit zunehmender Leitfähigkeit des zu schmelzenden Metalles geringer sein muß.

Der effektive Widerstand eines Ofens ist im Vergleich zum induktiven Widerstand der Ofenspule gering. Es ist deshalb aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich, einen Ofen direkt an einen Wechselstromgenerator anzuschalten. Zum Ausgleich der induktiven Belastung wird ein Kondensator in den Stromkreis eingeschaltet. Hierdurch wird bei passender Bemessung der Kapazität erreicht, daß der Belastungsstromkreis für den stationären Strom einen reinen Ohmschen Widerstand darstellt.

Um dem Generator die maximal abzugebende Leistung zu entziehen und sie dem Verbrauchskreis zuzuführen, ist eine Transformation der Spannung bzw. des Stromes notwendig. Durch Zuschaltung eines Eisentransformators oder unter Verwendung von Schaltungen, wie sie bereits in der drahtlosen Nachrichtentechnik mit Erfolg angewendet werden, kann die richtige Anpassung des Verbrauchskreises an den Generator erzielt werden.

Der Hochfrequenzgenerator, der für die Ofenanlagen Verwendung findet, ist in der drahtlosen Nachrichtentechnik vielfach beschrieben und praktisch erprobt, so daß hier nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht.

Als Vorteile des Hochfrequenzinduktionsofens gegenüber anderen elektrischen Schmelzöfen soll hier das wiedergegeben werden, was bereits in Stichworten in einer der angegebenen Arbeiten zusammengefaßt ist[1]. Der eisenlose Induktionsofen hat die Vorteile jedes Induktionsofens, die Erzeugung der Wärme im Schmelzgut selbst, dadurch guten thermischen Wirkungsgrad, keinen Wärmenachschub von außen, sondern scharfe Temperaturregelung durch elektrische Energieregelung; keine örtliche Überhitzung wie beim Lichtbogenofen; die Möglichkeit beliebiger Gasatmosphäre im Schmelzraum, dadurch Vermeidung des Abbrandes und der Verunreinigung. Vor dem eisengeschlossenen Niederfrequenzinduktionsofen hat er die viel bequemere Form des zylindrischen Schmelzraumes an Stelle der ringförmigen Schmelzrinne voraus. Dies erleichtert ganz wesentlich die Frage der Zustellung und das Arbeiten mit Vergütungsprozessen am flüssigen Schmelzgut. Dazu kommt eine für die Vergütung und Legierung ausschlaggebende Erscheinung, die starke elektromechanische Bewegung im flüssigen Bad. Diese steigert die Geschwindigkeit und Wirksamkeit von Schlackenreaktionen so, daß z. B. im Frischverfahren einer Stahlschmelze ohne künstliches Rühren nach wenigen Minuten eine Kohlenstoffreinheit von unter 0,01 % erreicht wird.

Die Ergebnisse auf metallurgischem Gebiete, die das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung mitteilt, erstrecken sich auf die Herstellung von Speziallegierungen und hochwertigster Stähle. Sie stehen vollkommen in Einklang mit den Versuchen, die neuerdings die Imperial Steel Works of Edgar Allen Co. Inc., Sheffield, England, mitteilt. Diese Gesellschaft berichtet, daß die durch den Schmelzprozeß im Hochfrequenzofen erhaltenen Produkte vollwertiger sind als die bei anderen Schmelzprozessen. Es sind von ihr auch neue Spezialschnelldrehstähle im Hochfrequenzofen hergestellt worden.

(Literaturverzeichnis. F. F. Northrup, Trans. Am. Electrochem. Soc. Bd. 37, S. 69. — M. G. Ribaud, J. d. Phys. et le Radium Bd. 4, S. 185 und Bd. 6, S. 295. — W. Fischer, Der eisenlose Induktionsofen, Z. Techn. Phys. Bd. 7, S. 513. — Fr. Wever u. W. Fischer, Zur Kenntnis des Hochfrequenzinduktionsofens, Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., 29. Abhandlg., Über Theorie und Bau eisenloser Induktionsöfen. Fr. Wever u. H. Neuhaus, 70. Abhandlg., Über die Metallurgie des eisenlosen Induktionsofens. — Fr. Wever, Der Hochfrequenzinduktionsofen, St. u. E. Bd. 46, S. 533. — F. Körber, Fr. Wever u. H. Neuhaus, Über die Verwendung des Hochfrequenzinduktionsofens für die Edelstahlerzeugung. — Fr. Wever u. G. Hindrichs, 94. Abhandlg., Beiträge zur Metallurgie des eisenlosen Induktionsofens. — C. R. Burch and N. R. Davis, On the quantitative theory of induction heating, Phil. Mag. Vol. 1, 1926. — M. Strutt, Ann. Phys. Bd. 82, S. 605 u. Arch. El. Bd. 19, S. 424. Der Hochfrequenzinduktionsofen.)

V. E.

[1] Aus dem Vortrag von W. Fischer auf der Naturforscherversammlung Düsseldorf 1926. Sonderdruck aus der Z. Techn. Phys. Bd. 7, Nr. 11.

Fernmeldetechnik.

Ein neues Ostpreußen-Seekabel. — Das Reichspostministerium hat der Siemens & Halske A. G. den Auftrag auf Bau und Auslegung eines neuen 3. Ostpreußen-Seekabels erteilt. Das neue Seekabel wird als Pupin-Vierdraht-Seekabel gebaut werden und 22 Fernsprechvierer nebst einem Rundfunkpaar enthalten. Infolge der neueren Fortschritte in der Pupinseekabeltechnik ist es möglich, in den Fernsprechkreisen eine Gesamtdämpfung bis zu 6 Neper bei 2500 Hz zu gestatten. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, mit Kupferleitern von 1,0 mm in den Fernsprechkreisen auszukommen, so daß das neue Kabel wirtschaftlich besonders vorteilhaft ist. Es wird bei einer Länge von 186 km eine Gesamtaderlänge von mehr als 16 000 km besitzen und somit das größte bisher gebaute Pupinseekabel der Welt werden. Die Auslegung wird im Sommer 1929 erfolgen. *fi*

Das Fernkabel Dresden—Prag. — Am 1. IV. 1926 wurde zwischen Vertretern der deutschen und der tschechoslowakischen Telegraphenverwaltung ein Übereinkommen getroffen, die Fernkabelnetze beider Länder durch eine Fernkabellinie Dresden—Prag zu verbinden. Man entschloß sich, das Kabel über das Erzgebirge von Dresden über Hellendorf, Peterswald, Außig, Melnik zu führen. Gesamtlänge der Linie ist 159 km; sie ist durch ein Verstärkeramt in Lobositz unterteilt. Der Verstärkerabschnitt Prag—Lobositz war nach dem System der International Standard Electric Co., der Abschnitt Dresden—Lobositz nach deutschem System auszubauen. Für den Abschnitt Dresden—Lobositz wurde das deutsche Normalkabel A (98paarig) mit besonders schwach pupinisiertem Kernvierer gewählt, während auf der Strecke Lobositz—Prag noch besondere Bedürfnisse zu berücksichtigen waren. Die Verlegungsarbeiten konnten auf tschechoslowakischem Gebiet im Herbst 1926, auf deutschem Gebiet im März 1927 begonnen werden, und am 14. XI. 1927 wurde die neue Linie der allgemeinen Benutzung übergeben.

Der Abschnitt Dresden—Lobositz verläuft von Dresden bis Pirna im wesentlichen im Zementkanal, von da als Erdkabel. Auf deutschem Gebiet liegen 38,6 km, auf tschechoslowakischem Gebiet 45,4 km. Das Kabel ist auf der ganzen Strecke nach dem deutschen Pflichtenheft für 1927 von der Firma Siemens & Halske A. G. auf der deutschen und von den Kabelwerken in Bodenbach und Preßburg auf der tschechoslowakischen Strecke gebaut. Die Spulenkasten für die ganze Strecke lieferten Siemens & Halske; die Bauarbeiten wurden von den in Prag und Berlin bestehenden Fernkabelgesellschaften ausgeführt. Der Spulenabstand ist 2000 m. Zur Verminderung der Nebensprechkoppelungen ist das Kabel nach dem deutschen Verfahren mit Kondensatoren ausgeglichen. Die in dem Originalaufsatz mitgeteilten Zahlentafeln und Schaulinien zeigen, daß die vorgeschriebenen Werte und zulässigen Abweichungen des elektrischen Verhaltens eingehalten wurden. Der Abschnitt Prag—Lobositz ist 75,1 km lang; er enthält 146 viererverseilte Adernpaare, wovon 72 Paare 1,4 mm und 74 Paare 0,9 mm starke Leiter haben. Der Kernvierer dient zur Rundfunkübertragung, zu Meß- und Prüfzwecken und hat 0,9 mm-Adern. Er ist mit zwei Lagen Papier umwickelt, worüber der 1 mm starke Bleimantel gepreßt ist. Um den Bleimantel sind mehrere Papierlagen gewickelt. Die aus den stärkeren Kupferleitern verseilten Adernvierer sind in drei konzentrischen Schichten um den Rundfunkvierer gruppiert. Die oberste vierte Lage bilden die Vierer mit dem schwächeren Durchmesser. Darüber kommt eine Umwicklung mit zwei sich überlappenden Papierstreifen und über diese Seele ein 3 mm starker Bleimantel. Den äußeren Schutz stellt eine geschlossene Bewehrung aus zwei Flacheisenbändern dar, die innen und außen von asphaltierter Jutegarnumspinnung umgeben ist. Das Kabel ist durchweg als Erdkabel verlegt und von den Kabelfabriken Kladno-Podmokly und Bratislava geliefert. Jede Fabriklänge mißt 230 m. Außer dem Kernvierer sind 84 Zweidraht- und 45 Vierdrahtstromkreise vorhanden. Etwa ein Drittel sind noch nicht mit Spulen versehen und liegen als Vorrat. Die elektrischen Eigenschaften

richten sich nach den Bestimmungen des CCI, Methode I, und besonderen von der Telegraphenzentralleitung in Prag festgestellten Bedingungen. Die induktive Belastung erfolgte in Abständen von 1832 m. Die Spulen sind in zwei zylindrischen, gußeisernen Gefäßen, deren jedes 28 Einheiten zu je drei Spulen enthält, eingebaut. Diese wurden in besonderen Kabelbrunnen aus Eisenbeton untergebracht, die nach drei den örtlichen Verhältnissen entsprechenden Typen ausgeführt wurden. Der Ausgleich der gegenseitigen Kapazitätsdifferenzen erfolgte nach dem amerikanischen Verfahren durch Verbindung jener Aderпaare, welche die geringsten Kapazitätskoppelungen des betreffenden Spulenfeldes gewährleisten. Vom Erdausgleich wurde Abstand genommen. Zum elektrostatischen Schutz und zur Erreichung vollkommener Kontinuität des Kabelpanzers wurden alle Spleißungen durch Kupferbänder überbrückt.

Bei der Inbetriebnahme wurden folgende direkte Leitungen eingeschaltet:

a) In Vierdrahtschaltung: Prag—Berlin, Prag—Hamburg, Prag—Zürich, Prag—Paris;

b) in Zweidrahtschaltung: Prag—Dresden, Prag—Leipzig, Prag—Nürnberg, Prag—Chemnitz, Außig—Dresden.

Das erste internationale Fernkabel, womit die Tschechoslowakische Republik an das deutsche bzw. alleuropäische Fernkabelnetz ihren Anschluß erhalten hat, ist somit im Betrieb, und die Reihe der europäischen Staaten, die miteinander den Sprechverkehr abwickeln können, ist um ein neues Glied erweitert worden. Ein zweiter Anschluß an das Deutsche Reich wird auf der Strecke Prag—Nürnberg erfolgen. (Chocholin u. Mentz, Europ. Fernspr. 1928, S. 82.) *of*

Empfangstörungen durch ein Heizkissen. — Ein lästiger Störer des Rundfunkempfangs ist das mit selbsttätiger Ausschaltvorrichtung versehene Heizkissen. Die bei dem Ein- und Ausschalten entstehenden Funken erregen die Heizkissenwicklung zum hochfrequenten Schwingen. Diese werden über das Netz zum Empfänger geleitet, in dem sie als stark kratzendes, manchmal heulendes Geräusch auftreten, das sich gemäß dem periodischen An- und Abschalten alle 15 s etwa wiederholt und den Empfang vollkommen zerstört. Als Hilfsmittel kommen Kondensatoren in Frage, die aber direkt am Regler, also innerhalb des Kissens angebracht sein müssen und etwa 10...20 000 cm Kapazität haben. Die Isolation sollte Glimmer sein. (F. L. Hehner, Funkbastler 1928, S. 205.) *Wgt.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Über das dielektrische Verhalten einiger Flüssigkeiten bei tiefen Drucken. — W. Kieser berichtet über Durchschlagversuche an Ölen, Xylol und Hexan bei tiefen Drucken. Das untersuchte Druckgebiet erstreckt sich vom Luftdruck bis zum Dampfdruck der betreffenden Flüssigkeit. Die Versuche werden in einem Vakuumgefäß mit eingeschmolzenen Elektrodenzuführungen ausgeführt. Als Elektroden werden kreisförmige, schwach gewölbte Platten aus Kupfer, Messing und Zink verwendet. Die Trocknung der Flüssigkeit erfolgt in dem Vakuumgefäß durch eine größere Anzahl von Durchschlägen, die bei tiefem Druck vorgenommen werden. An der steigenden Durchschlagspannung läßt sich die zunehmende Trocknung der Flüssigkeit feststellen. Die beim Durchschlag entstehende Wärme in Verbindung mit dem tiefen Druck bringt die letzten in der Flüssigkeit enthaltenen Wasserspuren zur Verdampfung. An diesen vollkommen getrockneten Flüssigkeiten wird die Abhängigkeit der Durchschlagspannung vom Druck untersucht. Sie nimmt bis zu einem bestimmten Druck, der wesentlich höher als der Dampfdruck der betreffenden Flüssigkeit liegt, linear mit dem Druck ab und bleibt dann bis zum Dampfdruck vollkommen konstant. In dem Gebiet der konstanten Durchschlagspannung ist die Streuung bei den Ölen ungewöhnlich klein, ungefähr 0,5 bis 1,0 %, während sie mit steigendem Druck stark wächst. Bei den Kohlenwasserstoffen Xylol und Hexan ist die Streuung über den ganzen Druckbereich ungefähr gleich. Bei tiefen Drucken hat die Höhe des Flüssigkeitsspiegels über den Elektroden einen wesentlichen Einfluß auf die Durchschlagspannung. Je größer diese Höhe ist, desto höher ist die Durchschlagspannung. Auch die Abhängigkeit der Durchschlagspannung vom Elektrodenabstand wird bei tiefen Drucken von dieser Flüssigkeitshöhe beeinflußt. Je kleiner diese Höhe ist, desto weniger ist die Durchschlagspannung vom Elektrodenabstand abhängig. Ein Einfluß des Elektrodenmaterials auf die Durchschlagspannung zeigt sich bei tiefem Druck nicht. Verschiedene über die Flüssigkeit geleitete Gase ändern nichts an dem Wert der Durchschlagspannung. Bei tiefen Temperaturen verschwindet der Einfluß der Flüssigkeitshöhe auf die Durchschlagspannung fast völlig. Dieselbe nimmt stark ab mit sinkender Temperatur. Versuche mit Gleich- und Wechselspannung zeigen im wesentlichen dasselbe Ergebnis. (W. Kieser, Arch. El. Bd. 20, H. 4, S. 374.)

Chemie.

Konstanz von Normalelementen. — G. W. Vinal ist im Bureau of Standards in Washington mit ausgedehnten Untersuchungen über Kadmiumnormalelemente beschäftigt. Er hat gefunden, daß sich die amerikanischen Standardzellen in den letzten 17 Jahren in der EMK um höchstens 1...2 Hunderttausendstel geändert haben, während zwischen ihnen und den Standardzellen der außeramerikanischen Länder fast fünfmal größere Unterschiede in der EMK bestehen. Zu deren Aufklärung wäre es an der Zeit, neue internationale Vergleichsmessungen aufzunehmen. Der Verf. gibt eine Reihe von Vorsichtsmaßregeln an, die bei der Benutzung der Normalelemente, insbesondere der „ungesättigten“, zu beachten sind. (G. W. Vinal, Paper Nr. 21 der 54. Haupttagung der Am. Electrochem. Soc., Charleston-Huntington, Sept. 1928.) *J. W.*

Werkstatt und Baustoffe.

Amerikanische Betriebsweisen. — Die VDI-Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure hatte am 13. VII. d. J. zu einem Vortrage des Mr. Kenneth Condit, New York, Herausgeber des „American Machinist“, eingeladen, in welchem dieser Fachmann amerikanische Betriebsweisen behandelte und hierbei Lichtbilder aus amerikanischen Betrieben vorführte. Der Ersatz menschlicher Arbeitsleistung durch die der Maschinen und durch mechanischen Arbeitsprozeß ist in Amerika besonders weit durchgeführt. Doch haben die hierdurch freiwerdenden Arbeitskräfte nicht zu der großen Arbeitslosigkeit beigetragen, die auch in den V. S. Amerika herrscht; Vermutungen hierzu beruhen auf unzulänglichen Statistiken und deren Auswertung. Diese Arbeitskräfte waren in neu aufblühenden Industrien und für den „service“ des Kunden, d. h. für die Instandhaltung technischer Anlagen im Haushalt erforderlich. Auf Automobile, Rundfunk, Kühlschrank, Film, das Friseurgewerbe wurde hierzu besonders hingewiesen. Der Stillstand der Geburtenziffer, die erhebliche Einwanderungsbeschränkung zwangen hier um so mehr, den Bedarf an Arbeitskräften aus den freigewordenen zu decken. Die Freimachung von Arbeitskräften wurde besonders durch Verbesserung der Transporteinrichtungen in den Werken ermöglicht, während die Ausrüstung mit Werkzeugmaschinen nicht im gleichen Maße fortgeschritten ist. Eine Umfrage bei Metall verarbeitenden Betrieben vor 2 Jahren ergab, daß 44 % aller maschinellen Einrichtungen über 10 Jahre alt waren. Die Automobilwerkstätten wiesen nur 25 %, die Eisenbahn-Ausbesserungswerke noch 67 % alte Maschinen auf.

Bei der Einführung neuzeitlicher Bearbeitungs- und Beförderungsverfahren, die die Überwachung des Fertigungsgangs vom Rohstoff bis zum Versand zu überwachen bezweckte, sind in erster Linie die Autofabriken vorangegangen, so daß beim Kauf eines Autos der Dollar eine Kaufkraft von 1 $ 15 cts besitzt, während sonst seine Kaufkraft nur 65 % der des Jahres 1913 ist. Diese Änderung in der Herstellung bedingte eine grundsätzlich andere Einstellung in der Rohstoffbeschaffung. Der Tagesbedarf entscheidet heute die Einkaufsdispositionen, deren Durchführung wesentliche Verbesserungen im Eisenbahnverkehr, wie durchgehende Güterschnellzüge, ermöglichen. Hiermit konnte man auch wie bei Ford und Chevrolet einer Dezentralisation der Fabrikation nähertreten, Werke an der Bahn anlegen und die Einzelteilherstellung verbilligen. Die Verkehrsorganisation in den Betrieben wurde diesen Außen-Verkehrsverhältnissen angepaßt, wozu in den Lichtbildern manches Interessante gezeigt wurde, die in 3 Automobilfabriken, einer Chassisfabrik, einem Bureauutensilien- und einem Staubsaugerwerk aufgenommen worden sind.

Die Transportanlagen bestehen aus Gurtbändern, Rollbahnen, Hängebahnen in endloser Anordnung, welche die Materialien und Teilprodukte den Arbeitstischen, Maschinen und Montageplätzen in verschiedenen Stockwerken zuführen. Sie geben der Werkstatt in ihrem großen Umfange das charakteristische Gepräge und erklären sich nur durch die gewaltige Leistung, die hier täglich zu bewältigen ist. Die Hoover-Staubsauger-Gesellschaft stellt täg-



lich 1500 vollständige Staubsauger her. An Rohstoffen werden täglich für 1800 Stück hineingenommen. In 4 min kann der Betriebsleiter feststellen, wo sich im Werksgang ein einzelner Teil befindet. Die Teile werden in Kästen auf den Bahnen befördert und tragen einen Stift in jeweilig einstellbarer Höhe, um hierdurch die Weiche für einen bestimmten Abzweig zu betätigen. Beim Transport der Gußteile vom Haupt- auf ein Nebenband wird selbsttätig ein bestimmter Abstand zwischen den Teilen gewahrt, in dem die Ausführung der Arbeit erfolgt. Eine Anhäufung der Teile und Kästen ist damit ausgeschlossen. Die National Cassion Register Co. konnte durch den Einbau derartiger Transportanlagen ihren Betrieb wesentlich erweitern. Zum Anspritzen der Teile mit Farbe und Lack, zum Trocknen im Ofen, zum Polieren, zum Zusammenbau, zum Revisor laufen die Teile im organisierten Arbeitsgang an Hängebahnen.

Das Gleiche war bei den Automobilfabriken zu sehen, in denen kein Teil vom Eingang des Rohmaterials bis zum fertigen Wagen von Hand befördert wird. Je nach der Art der zu befördernden Autoteile sind die Transporteinrichtungen zur Handlichkeit und Schonung des Transports angelegt. Bei den Oakland-Werken werden die Motoren aus einer anderen Fabrik fertig bezogen, mit Gurtband zur Montagestelle gefördert und mittels Krans eingebaut. Der Spritzanstrich der Fahrgestelle erfolgt unter Hauben, aus denen der Dunst abgesaugt wird. Zum Trocknen wird die Zeit des Abtransports mittels Förderbandes ausgenutzt. Die Karosserien werden in einem, etwa einen halben Kilometer entfernt liegenden Werk angefertigt. Auch die Buickwerke haben sehr gute Fördereinrichtungen, wenn sie auch älter sind als die Oakland-Werke. Die Gießereianlage ist hier besonders gut mit Bandbetrieb eingerichtet. Beim Gießen müssen die Arbeiter Brillen tragen. Die aus den Formkästen genommenen Gußstücke werden auf Förderband zur Abkühlung über den Hof geführt. Die im besonderen Werk gefertigten Motoren werden mittels Förderbandes im gedeckten Kanal zur Montage gebracht, in der sie durch Hängebahnen befördert werden. 30 verschiedene Karosserien werden auf drei verschiedenen Bahnen aufgelegt, und trotzdem werden 10 % der Tageserzeugung hier fertiggestellt.

Das neue Werk der General Motors Truck Co. arbeitet seit drei Monaten. Von 11 Entwürfen wurde der gewählt, bei dem sich Erweiterungen besonders leicht durchführen lassen. Der Bau besteht nur aus Eisen und Glas, Ziegelmauerwerk ist nur bis 1 m über Boden hochgeführt. Man baut Motor-Omnibusse, Kraftlastwagen und Taximeter. Die Montage erfolgt im Obergeschoß, um Schwierigkeiten in der Materialanfuhr zu umgehen. Zeitstudien haben ergeben, daß dieser Vorteil den Zeitverlust beim Hochtransport der Materialien mehr als aufwiegt. Die Anfuhr der Materialien erfolgt durch Bahn und Lastwagen an 500 m langen, verdeckt angelegten Laderampen. Die Anfuhrstellen werden genau angegeben, um unnötige Transporte in der Werkstatt zu vermeiden. Das Gebäude hat einen U-förmigen Grundriß. In dem einen Flügel werden die Fahrgestelle, in dem anderen die Karosserien hergestellt. In der Mitte liegt der Zusammenbau. Die Lackierzellen sind zur Verringerung der Feuersgefahr mit besonders starken Glaswänden versehen, die Lampen haben doppelte Verglasung.

Die Spezialfabrik Eol Smith & Co., Milwaukee, stellt im achtstündigen Betrieb 7000 Fahrgestellrahmen her. Die Seitenteile werden aus Blechtafeln geschnitten, auf Stärke geprüft, zunächst hochkant gekröpft, wodurch Abfall vermieden wird, und dann U-förmig kalt gepreßt. Sodann werden auf einer Maschine die Löcher in den Links- und Rechtsteilen abwechselnd gestanzt und die Teile auf zwei zu der Maschinenbahn senkrecht liegenden Bahnen übergeführt, wo die Querteile eingefügt werden. Die Bahnen haben 36 Stationen mit je 6 m Abstand zwischen 2 Stationen, woraus sich ein Bild von dem Umfang der Anlage machen läßt. Links und rechts von den Bahnen stehen die Maschinen zur Fertigung der Teile zum Anbau an die Rahmen. Durch besondere Einrichtungen werden die Rahmenlängsteile mit den Querteilen zunächst in richtiger Lage gehalten, dann die Nieten pneumatisch eingesetzt; sie haben einen kleinen Ansatz, damit sie nicht herausfallen können. Der Preßdruck ist so groß, daß die Nieten so schnell eingeschlagen werden, daß der Rahmen sich in der kurzen Zeit nicht verbiegen kann. Die Nieten werden auf Nietmaschinen kalt vernietet, die sich für verschiedene Rahmengrößen einstellen lassen. Die fertigen Rahmen kommen zur Stapelung auf Lager, die mehrere Felder haben und die je von einem Laufkran bedient werden. Die Kranschienen finden ihre Fortsetzung auf dem Hauptkran in der Montagehalle, so daß ein Aufnehmen und Ablegen der Rahmen überall erfolgen kann. Der große Kran kann vom Führer des an ihm hängenden Lagerkrans gesteuert werden. Ein Bild des Vorratslagers, das Bahn- und Wasseranschluß hat, ließ die gewaltige Produktion dieses Werks erkennen. Chevrolet ist der Hauptkunde dieses Werks. Immer 10 Tage lang wird eine Rahmensorte hergestellt. Dann erfolgt die Umstellung der Maschinen, was einen halben Tag in Anspruch nimmt. Przygode.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Radioausstellung Oslo 1929. — Der norwegische Landesverein der Radiohändler hat für den Herbst 1929 die Abhaltung einer Radioausstellung in Oslo beschlossen und will auf dieser nicht nur spezifisch norwegische Fabrikate, sondern überhaupt alle auf dem Weltmarkt gehandelten Rundfunkerzeugnisse zeigen.

Ständige Ausstellung moderner Maschinen und technischer Errungenschaften des Auslandes in Moskau. — Auf dieses Unternehmen und die Bedingungen für eine Teilnahme deutscher Firmen ist schon in der ETZ 1928, S. 443 aufmerksam gemacht worden. Jetzt übersendet uns die Handelsvertretung der UdSSR. eine Broschüre über die vom technischen Kontor des Gostorg der RSFSR. veranstaltete Ausstellung nebst einer Mitteilung, daß der am 7. XI. eröffnete zweite Zyklus bis 1. II. 1929 dauern solle und der in Vorbereitung befindliche dritte u. a. eine durch die Teilnahme neuer Firmen erweiterte elektro- und wärmetechnische Abteilung umfassen werde. In der Broschüre weist der Gostorg darauf hin, daß seine Ausstellung die Ideen der „Techmass" (Die Technik den Massen) fördere und sich die Hilfe des deutschen Teils der Gesellschaft „Kultur und Technik" gesichert habe. Unter den Ausstellern des ersten Zyklus fanden sich die Firmen Hartmann & Braun, S. & H., SSW und Zwietusch & Co. Auskünfte erteilt das Messe- und Ausstellungsbureau der Handelsvertretung der UdSSR. in Deutschland, Berlin, Lindenstraße 20/24.

Ausstellungsdrucksachen. — Das Deutsche Ausstellungs- und Messe-Amt stellt Interessenten Drucksachen der Radioausstellungen London (beachtlich das britische System des Verkaufs von Radioapparaten auf Teilzahlung) und St. Louis 1928 (besonders Netzanschlußgeräte) sowie der Ausstellung „Das Licht im Dienste des Menschen", Stockholm 1928 (mit einer historischen Abteilung) auf Wunsch leihweise zur Verfügung.

Energiewirtschaft.

Das Ferngas in der deutschen Wirtschaft. — Unter diesem Titel berichtet A. Hamm im Manchester Guardian Commercial über den gegenwärtigen Zustand der Ferngasfrage. Der Vorstoß, den im Vorjahre die A. G. für Kohlenverwertung (jetzt Ruhrgas A. G.) unternahm, war bedingt durch die Umstellung der Kokereien, die von einzelnen Zechenkokereien übergehen zu großen Zentralkokereien, bei denen zur Heizung der Koksöfen überwiegend Schwachgas verwendet wird, so daß eine Menge von $9 \cdot 10^9$ m³ Starkgas frei wird, für das Absatz gesucht werden muß. Der gesamte Gasverbrauch Deutschlands beträgt jetzt $3{,}5 \cdot 10^9$, davon $2{,}6 \cdot 10^9$ im Haushalt. Da dieser Verbrauch sich nicht schnell und wesentlich steigern läßt, muß für die überschießende Menge industrieller Absatz gesucht werden. Die Ruhrgas A. G. fußte auf den Erfahrungen, die bei der Entwicklung der Elektrizitätsversorgung gemacht worden sind, und gedachte die ganze Entwicklung abzuschneiden, indem sie ein großzügiges Rohrleitungssystem entwarf, das ganz Deutschland durchziehen und in das die anderen Steinkohlenreviere mit hineinspeisen sollten. Die Verteilung im einzelnen sollte den örtlichen Gaswerksbesitzern überlassen werden. Ein solcher Plan mußte natürlich zahlreiche Widerstände wecken. Zunächst blieb die Thyssengruppe, die am Rhein nördlich und südlich von Duisburg seit langem Ferngasversorgung betreibt, draußen, trotz ihren nahen Beziehungen zur Ruhrkohlenindustrie. Sodann wehrten sich die Städte in ihrer Mehrheit gegen diese Pläne, weil sie sich in ihren neuzeitlichen Gaswerken das Gas ebenso billig oder z. T. billiger herstellen können, als es ihnen die Ruhrgas A. G. liefern wollte. Die Reichsbahn sah einen ihrer wichtigsten Güterposten angegriffen und verlangte für die Kreuzung der Ferngasleitungen mit den Bahnlinien Anerkennungsgebühren in erheblicher Höhe. Die privaten Gaswerksgesellschaften rüsteten sich zum Kampfe gegen die Monopolbestrebungen, welchem Zwecke Kapitalerhöhungen (Dessauer Gasgesellschaft) oder Anleiheaufnahmen (Frankfurter Gasgesellschaft, Thüringer Gas-



gesellschaft) in z. T. erheblichen Ausmaßen dienten. Die Braunkohlenindustrie suchte den Nachweis zu führen, daß es möglich sei, aus Rohbraunkohle und Briketts ein vollwertiges Stadtgas herzustellen. Das ist auch gelungen; zwar sind die Herstellungskosten erheblich (50 %) höher als für ein Steinkohlengas aus Abfallkohlen, sie bleiben aber doch noch weit hinter den Kosten dieses Gases frei Rohrleitungsnetz Mitteldeutschland zurück. Ein Gaswerk für Braunkohle befindet sich z. Z. in Cassel im Bau. Die großen Fortschritte, die die Schweltechnik in letzter Zeit erzielt hat, geben der Braunkohlenindustrie noch viel größere Chancen. Demgegenüber war es ein bemerkenswerter Erfolg der Ruhrgas A. G., daß es ihr gelang, das 260 km Länge messende Gasverteilungsnetz des RWE zu erwerben für einen Preis von 7 ... 9 Mill. RM in eigenen Aktien. Sodann wurde die Westfälische Ferngas A. G. gegründet, die den südöstlichen Teil der Provinz versorgen soll. Sie hat mit den schon seit Jahrzehnten in der Provinz Westfalen tätigen „Vereinigten Gaswerken Westfalen" (einer Tochtergesellschaft der „Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen", Dortmund) ein Abkommen getroffen, das eine Demarkationslinie und für später gegebenenfalls eine Art Arbeitsgemeinschaft vorsieht, aus der später eine Verschmelzung entstehen kann. Der Stadt Köln, die zusammen mit Frankfurt unverritzte, linksrheinische Kohlenfelder erworben hatte, hat die Ruhrgas A. G. ein Gaslieferungsangebot gemacht, dem ein anderes der Gruppe Frankfurter Gas—Dessauer Gas gegenübersteht; über beide wird noch verhandelt. Mit der Reichsbahn ist ein Abkommen geschlossen worden, das für die Kreuzung der Hauptrohrleitungen mit den Bahnlinien eine Anerkennungsgebühr von 1000 RM jährlich festsetzt, während für die Zechen-Verbindungsleitungen nur 300 RM gezahlt werden sollen. Solche Kreuzungen dagegen, die der Bahn verhältnismäßig erhebliche Frachtmengen entziehen, sollen noch höhere Anerkennungsgebühren tragen, die von Fall zu Fall festgesetzt werden. Anderseits hat die Stadt Mannheim zusammen mit der Frankfurter Gasgesellschaft die Südwestdeutsche Gasversorgungs A. G. gegründet, der sich inzwischen auch die Stadt Stuttgart angeschlossen hat, während mit anderen süddeutschen Städten noch verhandelt wird. Der Grundgedanke ist der der Gruppengasversorgung, eine frachtgünstig gelegene Zentralkokerei soll ein wirtschaftlich zusammenhängendes Gebiet versorgen. Z. Z. bewirbt sich diese Gesellschaft, in Konkurrenz mit der Ruhrgas A. G., um die Versorgung von Hessen. In Schlesien wird vom Waldenburger Revier aus eine schon bestehende Ferngasversorgung weiter vorgetrieben. Auch anderswo macht der Gedanke der Gruppengasversorgung Fortschritte; gegenüber den weitgespannten Plänen der Ruhrgas A. G. hat er den Vorteil, ein weit geringeres Anlagekapital zu erfordern und einen gesicherten Verbrauch in gewissem Umfange als Grundlage zu haben. (H a m m, Manchester Guardian Commercial v. 17. VIII. 1928.) *Sb.*

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Die S t r o m e r z e u g u n g der vom Statistischen Reichsamt erfaßten 122 Elektrizitätswerke war im A u g u s t um 91,9 Mill. kWh und arbeitstäglich um 1,803 Mill. kWh größer als im Vormonat. Gegenüber dem entsprechenden Stand des Vorjahres ergibt sich eine Steigerung um 20 %. Die Meßziffer gegen den Monatsdurchschnitt von 1925 betrug 133,33, die gegen den gleichen Monat des Vorjahres 120,18. Der A n s c h l u ß w e r t der von 103 Werken direkt belieferten gewerblichen Verbraucher übertraf im J u l i den des Juni um 5000 kW, den entsprechenden des Vorjahres um 7,6 %, den Jahresdurchschnitt von 1925 um 25,5 %. Der V e r b r a u c h ist gegen

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugt Mill. kWh: insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer: Anschlußwert Mill. kW		Gesamtverbrauch Mill. kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: insgesamt Mill. kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927
I.	26	25	1238,9	1036,0	47,6	41,4	4,0	3,7	476,1	382,4	18,3	15,3	4,6	4,1
II.	25	24	1125,4	933,6	45,1	38,9	4,0	3,7	458,4	369,0	18,3	15,4	4,6	4,1
III.	27	27	1169,9	1013,4	43,3	37,5	4,0	3,8	483,7	397,5	17,9	14,7	4,4	3,9
IV.	23	24	1048,9	913,3	45,6	38,1	4,1	3,8	436,5	377,3	19,0	15,7	4,7	4,2
V.	25	25	1083,6	939,0	43,3	37,6	4,1	3,8	444,1	393,2	17,8	15,7	4,4	4,2
VI.	26	25	1084,0	889,0	41,7	35,6	4,1	3,8	458,8	383,8	17,6	15,4	4,3	4,0
VII.	26	26	1123,5	936,7	43,2	36,0	4,1	3,8	478,9	401,3	18,4	15,6	4,5	4,1
VIII.	27	27	1215,4	1011,4	45,0	37,5	—	3,8	—	427,7	—	15,8	—	4,1.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1486. Wirtsch. u. Stat. 1928, S. 688.

den Juni insgesamt um 20,1 Mill. kWh und arbeitstäglich um 0,78 Mill. kWh gewachsen. Je 1 kW Anschlußwert betrug diese Zunahme 0,18 kWh und in dem beim Anschlußwert genannten Verhältnis 10 % bzw. 16 %. Als Meßziffern (wie oben) ergaben sich die Werte 116,07 bzw. 110,07.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Zusammen mit den ihm schon früher angeschlossenen Tochterunternehmungen hat das R h e i n i s c h - W e s t f ä l i s c h e E l e k t r i z i t ä t s w e r k A. G., Essen, 1927/28 1448,5 Mill. kWh nutzbar abgegeben, also 16 % mehr als im Vorjahr (1246,3 Mill. kWh). Diese Lieferung verteilte sich mit 1334,9 Mill. kWh auf Kraft (1154,0 i. V.) und mit 113,6 Mill. kWh auf Licht (92,365 i. V.). Rechnet man den Absatz der betrieblich mit dem Netz der Berichterstatterin zusammenhängenden Mainkraftwerke (73,549 Mill. kWh), der Braunkohlen-Industrie A. G. „Zukunft" (172,572 Mill. kWh) und der Paderborner Elektrizitätswerk- und Straßenbahn A. G. (13,388 Mill. kWh) sowie die Stromabgaben der außer den Mainkraftwerken zu der Elektrizitäts-A. G. vorm. W. Lahmeyer & Co. und der A. G. für Energiewirtschaft gehörenden Unternehmungen hinzu, so ergibt sich für den ganzen RWE-Konzern eine Jahreslieferung von 2,1 Milliarden kWh, womit dieser an der Spitze in Deutschland steht. Die Berichterstatterin hat die Stromlieferung in den Kreisen Bitburg, Bernkastel, Baumholder, Wadern, Ottweiler, Saarbrücken sowie die Stromversorgung des Zweckverbandes Eppelborn übernommen, mit der Stadt Trier den in der ETZ 1928, S. 1517 schon erwähnten Lieferungsvertrag geschlossen und bekanntlich ihre Beteiligung an den Braunschweigischen Kohlenbergwerken der Preußischen Elektrizitäts-A. G. gegen deren Mehrheitsbeteiligung an der „Zukunft" in Weisweiler abgetreten. Ein langfristiger Lieferungsvertrag mit der Stadt Duisburg sichert deren Versorgung über die Deckung durch die eigene städtische Kraftanlage hinaus. Das Programm der Kuppelung sämtlicher Kraftwerke durch ein Höchstspannungssystem und dessen Verbindung mit Mitteldeutschland und in Süddeutschland mit anderen benachbarten Systemen ist weiter verfolgt worden. Die Hauptumspannstation Brauweiler bei Köln faßt die Hauptkraftwerke zusammen. Von ihr ausgeht eine 220 kV-Leitung über Wesel, Ibbenbüren, Osnabrück nach Paderborn, eine andere zu dem in Bau befindlichen Speicherkraftwerk Herdecke. Um von dort aus den 220 kV-Ring mit der erstgenannten Leitung zu schließen, wurde mit den VEW eine Vereinbarung getroffen, derzufolge von der bei deren Kraftwerk Hattingen liegenden RWE-Station eine 220 kV-Doppelleitung über Herdecke nach Bielefeld bis zum Schnittpunkt mit der Leitung Osnabrück-Paderborn geführt wird, von der ein System der Berichterstatterin zu eigenem Betrieb verbleibt. Diese Maßnahme gestattet eine volle gegenseitige Unterstützung sämtlicher Kraftwerke und gibt insbesondere die Möglichkeit, das Speicherkraftwerk Herdecke überall zur Spitzendeckung und auch als Momentanreserve einzusetzen. Nach dem Abkommen mit dem preußischen Staat soll dann das System von der Gegend bei Bielefeld aus durch eine Höchstspannungsleitung über Hannover mit dem Schwerpunkt der Elektrizitätswirtschaft auf der mitteldeutschen Braunkohle verbunden werden. Mit Brauweiler wird nicht nur das Goldenberg-Werk, sondern auch das Kraftwerk Fortuna der Rheinischen Braunkohlen-A. G. gekuppelt. Außerdem ist eine Höchstspannungsverbindung mit dem Kraftwerk „Zukunft" und dadurch mit dem Stromversorgungsgebiet der Braunkohlen-Industrie A. G. und der Urfttalsperre im Bau. Die Höchstspannungsleitung nach dem Süden war im Oktober über Kelsterbach bei Frankfurt a. M. und Rheinau bei Mannheim bis zur Station Hoheneck bei Stuttgart in Betrieb und wird jetzt bis zum Vermuntwerk der Vorarlberger Illwerke A. G. fortgeführt. Die Berichterstatterin hat die Stromlieferung an die Mainkraftwerke über Kelsterbach und den Stromaustausch über eine 100 kV-Verbindung nach Aschaffenburg an das Bayernwerk aufgenommen, mit der Württ. Sammelschiene A. G. einen Lieferungsvertrag aus der Station Hoheneck geschlossen und mit der Neckar A. G. ein langfristiges Abkommen getroffen, wonach sie dieser die elektrische Arbeit aus einer Reihe zu erbauender Staustufen zwischen Neckargemünd und Kochendorf abnehmen wird (jährlich etwa 100 Mill. kWh auf die Dauer von 99 Jahren). Verhandlungen mit dem Badenwerk über eine Beteiligung an dem Schluchseewerk dürften inzwischen zum Ziel geführt haben; die dort anfallende Energie wird in die 220 kV-Südleitung übernommen. Das RWE hatte im Oktober 41 Höchstspannungstationen in Betrieb bzw. im Bau, ferner 2040 km Höchstspannungsleitungen, davon 1040 km für 220 kV. Seine Zentralenleistung wird sich um die der Kraftwerke Trier

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1725.

vermehren, und außerdem soll das Goldenberg-Werk auf 390 000 kW gebracht werden. An Betriebsgewinn und Zinsen weist der Bericht 48 403 538 RM (43 070 361 i. V.), als Überschuß 15 333 239 RM (13 683 646 i. V.) nach, aus dem wieder 9 % Dividende auf jetzt 155 Mill. RM Aktienkapital verteilt worden sind. Zur weiteren Durchführung des Bauprogramms hat die Gesellschaft eine amerikanische sechsprozentige Anleihe von 20 Mill. $ auf 25 Jahre abgeschlossen. Das Aktienkapital erhöht sich um 26 Mill. RM auf 181 Mill. RM.

Der Anschlußwert der Badischen Landeselektrizitätsversorgung A. G. (Badenwerk), Karlsruhe, hat sich am Ende des Geschäftsjahres 1927/28 von 6945 auf 126 236 kW erhöht. Von 83 875 Haushaltungen der 547 angeschlossenen Gemeinden beziehen nahezu 88 % elektrische Arbeit. Die nutzbare Stromabgabe ist auf 234,389 Mill. kWh angewachsen (168,177 i. V.), wovon 225,087 (159,931 i. V.) für Kraft und 9,302 Mill. kWh (8,246 i. V.) für Beleuchtung geliefert wurden. Der Energiebedarf des Versorgungsgebiets hat sich gegen das Vorjahr um 17 % gesteigert; die Erzeugung des Murg- und Schwarzenbachwerks lag 25 % über dem Durchschnitt[1]. Das Schalthaus Rheinau nahm den Betrieb auf, die Stromlieferung an die Kraftübertragungswerke Rheinfelden über die Transformatorenstation der Schweizerischen Kraftübertragungswerke in Laufenburg setzte ein. Infolge eines Lieferungsvertrags mit den Neckarwerken und der Stadt Stuttgart hat die Berichterstatterin den Bau einer 100 kV-Leitung bis zur badisch-württembergischen Landesgrenze begonnen; sie hat außerdem einen Lieferungsvertrag mit der Stadt Freiburg i. Br. vereinbart. Der Durchschnittsverkaufspreis der Energie beim Kleinverbraucher ist weiter auf 31,5 Pf/kWh zurückgegangen, und diese Entwicklung soll durch geeignete Maßnahmen gefördert werden. Zufolge des Stromaustauschvertrags mit den RWE hat sich das Badenwerk an letzterem beteiligt. Die Stromeinnahmen betrugen 11 715 906 RM (9 850 133 i. V.) und weitere Einnahmen 321 921 RM (260 720 i. V.). Aus dem Reingewinn von 2 099 917 RM (2 088 770 i. V.) verteilte die Gesellschaft wieder 9 % Dividende auf 21 Mill. RM Aktienkapital.

RECHTSPFLEGE.

„Die Pflicht der Elektrizitätswerke zur Lieferung von Reservestrom." — Unter dieser Überschrift hat Dr. W. Ringwald in Nr. 464 (August 1928) der Zeitschrift „Elektrizitätswirtschaft" Teile eines von ihm gehaltenen Vortrages veröffentlicht und in dieser Abhandlung eingehend zu der Rechtsfrage Stellung genommen, ob die Elektrizitätswerke rechtlich für verpflichtet anzusehen sind, Reservestrom zu liefern. Die Frage wird dahin beantwortet, von welchem Gesichtspunkt man immer sie betrachte, man komme zu dem Ergebnis, daß eine Verpflichtung zur Lieferung von Reservestrom nicht gegeben ist.

Bei der praktischen Bedeutung dieses Rechtsproblems erscheint es zweckmäßig, die Gründe, die schließlich zu einer Verneinung des Bestehens einer Lieferverpflichtung von Reservestrom führen, näher zu betrachten. Dr. Ringwald geht von dem Satz aus, daß es jedem Rechtssubjekt freistehen müsse, ob und mit wem es Verträge abschließen und wie es diese inhaltlich gestalten wolle, daß also Vertragsfreiheit gilt, die ihre Grenzen natürlich dort findet, wo das Wollen und Handeln der Rechtssubjekte sich nicht mehr mit den Begriffen von Treu und Glauben deckt oder wo eine Rechtsnorm Form und Inhalt des Vertrages zwingend beeinflußt. Dieses im Rechtsleben zweifellos bestehende, vom Reichsgericht im übrigen wiederholt anerkannte Grundrecht sieht Ringwald den Kraftwerken dadurch geschmälert, daß man sie einem gewissen Vertragszwang zu unterwerfen versucht oder, anders ausgedrückt, daß man es ihnen versagen will, den Abschluß oder die Fortführung eines Stromlieferungsvertrages auch einmal zu verweigern.

In der Abhandlung werden nun einige Fälle hervorgehoben, in denen Gerichte tatsächlich auf ein Bestehen eines angeblich für Kraftwerke ganz allgemein gültigen Lieferungszwanges ihre Entscheidungen gründeten und folglich eine Verweigerung des Abschlusses oder der Fortführung eines Stromlieferungsvertrages für rechtlich unzulässig erklärten. Das sind die Fälle des Konkurses des Stromabnehmers. In der ETZ ist über die Auffassung bestimmter Gerichte hinsichtlich der Rechtsnatur der Stromlieferungsverträge im Konkurse des Stromabnehmers wiederholt berichtet worden (vgl. 1928, S. 556, 1343) — Einheitsschuldverhältnis oder Wiederkehrschuldverhältnis — aber es gibt noch eine dritte Auffassung, die, den Streit ob Einheits- oder Wiederkehrschuldverhältnis unbeachtet lassend, sagt, der Konkursverwalter könne unter Verzicht des Eintritts in den Vertrag des Gemeinschuldners einfach erklären, er wolle nunmehr eigens zu Zwecken der Durchführung des Konkurses neue Verträge mit dem Stromlieferer abschließen, und dieser sei infolge des meist bestehenden Kontrahierungszwanges verpflichtet, einen neuen Vertrag mit der Konkursmasse als solcher, vertreten durch den Konkursverwalter, einzugehen. Dieser von Dr. Ringwald als widersprechend dem Grundsatz der Vertragsfreiheit bezeichneten und deshalb von ihm abgelehnten Auffassung legt er jedoch anderseits eine nur verhältnismäßig untergeordnete Bedeutung bei, wohl weil es sich bei den entschiedenen Fällen meist um sog. Kleinabnehmerverträge handelte, die individueller Gestaltungsmöglichkeit auch sonst nur wenig Raum geben, dann aber auch, weil das Schwergewicht der aufgeworfenen Rechtsfrage erst deutlich zutage tritt, wenn das Verlangen, Reservestrom zu liefern, mit bestehendem Lieferzwange begründet wird. Die beiden Hauptfälle in der Praxis werden es sein, wenn einmal ein Verbraucher, der bereits seinen Strom aus eigener oder dritter Kraftquelle bezieht, an ein Kraftwerk die Forderung auf Anschluß stellt, um so die Möglichkeit einer Reserve bei Störungen zu haben, und wenn zum anderen ein bisheriger Abnehmer sich eine eigene Kraftquelle neu schafft und die bestehenden Anschlüsse an das bisherige Lieferwerk in der Hauptsache nur noch bei Störungen seiner eigenen Anlage weiter benutzt. In dem ersten Falle kann das Kraftwerk vor die Frage gestellt werden, ob es den Vertragsabschluß aus betriebstechnischen oder sonstigen Gründen überhaupt verweigern, in dem zweiten, ob es den an sich ja bestehenden Vertrag noch fortführen soll, trotzdem oder weil der Vertragsgegner die Basis der Vereinbarung änderte. Dr. Ringwald nimmt in seiner Abhandlung diese Teilung nicht ausdrücklich vor, doch erschien sie für die Besprechung hier nützlich, weil die juristische Beurteilung für jeden der Fälle verschieden sein kann und meist auch sein wird.

Woraus leiten nun die Anhänger der Theorie eines für Kraftwerke bestehenden Lieferzwanges ihre Auffassung ab? In der Abhandlung wird mit Recht festgestellt, daß eine Gesetzesbestimmung nicht gefunden werden kann, auf Grund deren den Kraftwerken ein Zwang zum Abschluß von Verträgen oder zu ihrer Fortführung ausdrücklich auferlegt wäre; auch über ein rechtliches Monopol, dem ein Kontrahierungszwang nach überwiegender Rechtsauffassung an sich wohl entspräche, verfügen die Elektrizitätswerke nicht — und so behauptet man, daß sie Inhaber eines tatsächlichen Monopols seien. Man wird indessen Dr. Ringwald beistimmen müssen, wenn er sagt, es könne füglich nicht behauptet werden, daß die Bedürfnisbefriedigung an Strom nur über die Elektrizitätswerke möglich sei, daß die Werke konkurrenzlos daständen und daher in der Lage wären, jede Stromerzeugung eines Dritten zu unterbinden und überhaupt auszuschließen, und man kann es nur bestätigen, wenn er weiter sagt, selbst für den Fall des Bestehens eines tatsächlichen Monopols folge daraus nach deutscher Rechtslehre noch nicht der Zwang zur Schließung von Verträgen. Die Behauptungen werden zum ersten durch Tatsachen aus dem heutigen Stande der Technik (Dieselmotorenerzeugung), zum anderen durch Anführung und auszugsweise Mitteilung richterlicher Entscheidungen belegt. Allerdings liegen die erwähnten Urteile teilweise zeitlich etwas weit zurück, so daß man sie als durch die neuzeitliche Entwicklung überholt auf seiten der Anhänger der Lieferzwangstheorie vielleicht bezeichnen wird, aber der herausgearbeitete Grundgedanke bleibt doch richtig, nämlich daß aus der Tatsache einer Monopolstellung an sich noch nicht ein Zwang zum Vertragsabschluß schlechthin abgeleitet werden kann. Gewiß darf die tatsächliche Monopolstellung und die gleichwohl mit ihr verbundene Vertragsfreiheit nicht dazu führen, daß dem Verbraucher unbillige Bedingungen auferlegt werden, daß die Monopolstellung wider Treu und Glauben ausgenutzt wird, dann läge ein Verstoß gegen § 826 BGB. vor, der zum Schadensersatz verpflichtete, und diese Schadensersatzpflicht würde für ein Kraftwerk in der Regel gleichbedeutend mit der Pflicht zum Vertragsabschluß sein. Auf diesen § 826 BGB. geht Dr. Ringwald nun im einzelnen ein, doch genügt es hier, zu sagen, daß ein sich etwa aus § 826 BGB. ergebender „Lieferungszwang" natürlich in keiner irgendwie gearteten Beziehung zu dem Rechtsproblem steht, das hier behandelt wird, und daß es ganz abwegig wäre, aus § 826 etwa einen allgemeinen Kontrahierungszwang abzuleiten.

Schließlich wird man Dr. Ringwald darin beipflichten können, daß auch aus der Tatsache bestehender Konzes-

[1] Über den seither genehmigten Bau des Schluchseewerkes s. ETZ 1928, S. 1517.



sionsauflagen, an jedermann Strom zu liefern, sich noch nicht ein unbedingter Kontrahierungszwang ergibt. Das Recht kennt den Grundsatz von Treu und Glauben für die Auslegung bestehender Verträge, ebenso für den Abschluß von solchen, und es ist nicht ersichtlich, warum dieser Grundsatz nicht in gleicher Weise für die Vertragsverhandlungen der Kraftwerke mit den Verbrauchern Anwendung finden sollte. Die „Auflage" steht dem, wie man wohl sagen kann, nicht nur nicht im Wege, sondern läßt einer weitgehenden Berücksichtigung von Treu und Glauben in eher erhöhtem Maße Raum. Wenn nun das Reichsgericht in einem in der Abhandlung zitierten Urteile sagt, daß Elektrizitätswerke den Anschluß an ihre Netze nur demjenigen zu gewähren haben, der seinen Bedarf regelmäßig, d. h. in der Regel zu entnehmen beabsichtigt, so ergibt sich daraus ohne weiteres die Antwort auf die oben gestellte erste Frage, ob ein Kraftwerk den von einem Verbraucher gewünschten Vertragsabschluß auch verweigern kann. Das Werk kann es, wenn der Stromentnehmer den gewünschten Anschluß nur als „Reserve" eigener Anlagen ansieht, ihre Inanspruchnahme also nur bei außergewöhnlichen Anlässen überhaupt in Frage kommt und — so darf man wohl hinzufügen — die unbestimmte Inanspruchnahme der Reserve für das Kraftwerk eine nach Treu und Glauben nicht mehr zumutbare Leistung bedeuten würde. Um nichts weniger gilt dies für die Beantwortung der zweiten Frage, ob nämlich ein Kraftwerk einen bereits bestehenden Stromlieferungsvertrag aufheben oder mindestens doch modifizieren kann, wenn der Abnehmer die Stromentnahme für die Regel einstellt, weil er seinen Strombedarf anderweit decken kann und deckt. Nach § 157 BGB. sind Verträge so auszulegen, wie Treu und Glauben mit Rücksicht auf die Verkehrssitte es erfordern. Sicher entspräche es diesem Grundsatz nicht, wenn eine der Vertragsparteien einseitig den Hauptgegenstand des Vertrages, nämlich die Stromentnahme, in einer Weise ändern dürfte, die letztlich den Vertragszweck — laufender Strombezug — überhaupt beiseite schiebt und an seine Stelle etwas Neues — gelegentlichen Strombezug — setzt. Sicher ist aber auch, daß kein irgendwie gearteter Kontrahierungszwang, soll er immerhin bestehen, die Anwendung dieses Grundsatzes ausschließen kann.

Dr. jur. C. v. dem Busch.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle. Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für Elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Dienstag, dem 4. Dezember 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, EB Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung.

Vortrag des Herrn Dr. Tuczek über „Bildtelegraphie und Fernsehen".

Inhaltsangabe.

1. Technische Grundlagen, Begrenzung der Übertragungsgeschwindigkeit durch Eigenschaften der Apparate und der Verbindungskanäle.
2. Betriebsmäßige Apparate.

Gäste willkommen!

Fachausschuß für elektrisches Nachrichtenwesen.

Der Vorsitzende.
Arendt.

Einladung

zur Fachsitzung für Elektromaschinenbau (EVM) am Donnerstag, dem 6. Dezember 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, EB Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Oberingenieur G. W. Müller über „Die neuesten Forschungen auf dem Gebiete der Glasgleichrichter" mit Lichtbildern.

Inhaltsangabe:

1. Die verschiedenen Regeleinrichtungen der Gleichrichter und die Gittersteuerung.
   a) Widerstandsregelung.
   b) Drosselspulenregelung.
   c) Stufenschalter,
      1. Regelung im Hochspannungstransformator.
      2. Regelung im Zusatztransformator Niederspannung.
   d) Drehtransformatoren.
   e) Schubtransformatoren, Schubdrosselspulen.
   f) Die Regelung der Spannung durch ein Steuergitter,
      1. Durch einen kleinen Drehtransformator.
      2. Durch Phasenverschiebung mit Widerständen.
      3. Durch eine Zusatzspannung, die dem Gleichrichter selbst entnommen wird (experimentale Vorführung eines Gleichrichters mit Gitterregelung).
   g) Der Wirkungsgrad der verschiedenen Regeleinrichtungen.
   h) Der Leistungsfaktor der verschiedenen Regeleinrichtungen.
   i) Die Beeinflussung der Form des Gleichstromes bei den verschiedenen Regeleinrichtungen.
2. Die Form des Gleichstromes bei den verschiedenen Anwendungsgebieten, verschiedenen Frequenzen und Gleichrichterarten.
   a) Der ideale Gleichrichter und die Möglichkeit des absolut geradlinigen Stromes (die Netzanoden für Rundfunk).
   b) Die Siebketten und ihre praktische Bedeutung.
   c) Die Welligkeit des Gleichstromes bei verschiedenen Frequenzen und der Einfluß auf die verschiedenen Verbraucher (Motorarten, Glühlampen, Pufferbetrieben usw.).
   d) Welches ist die Mindestgröße der Drosselspulen im Gleichstromkreis und wo ist die Drosselspule überflüssig?
3. Die Leistungssteigerung der Glasgefäße durch künstliche Kühlung (Luft- oder Flüssigkeitskühlung).
   a) Wo ist praktisch die Grenze der Glaßgefäßgröße?
   b) In welchem Verhältnis steigt die Leistung bei proportional gesteigerter Kühlung?
   c) Die Form der Glasarme und der Einfluß auf die Leistungssteigerung.
   d) Die Messung des Rückstromes und dessen Einfluß auf die Rückzündungen.
   e) Die Flüssigkeitskühlung Öl bzw. Wasser.
   f) Betriebserfahrungen mit ölgekühlten Glasgefäßen.

Gäste willkommen!

Fachausschuß für Elektromaschinenbau.
Der Vorsitzende:
Dr. Kloß.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.

Das Bergwerkskomitee hat die ab 1. Januar 1926 in Kraft befindlichen



„Vorschriften für die Ausführung von Schlagwetter-Schutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten"

einer Neubearbeitung unterzogen.

In diese Neufassung sind vor allen Dingen für die einzelnen Schutzarten Maßangaben aufgenommen worden, nachdem sich herausgestellt hatte, daß in den namhaftesten ausländischen Vorschriften derartige Angaben enthalten sind.

Nachstehend wird der Entwurf zu

„Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte"

bekanntgegeben.

Einsprüche gegen diese Neufassung werden in doppelter Ausfertigung unter dem Stichwort

„Schlagwetterschutzvorrichtungen"

bis zum 20. Januar 1929 an die Geschäftsstelle des VDE erbeten.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Entwurf 1.

Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. Juli 1929 in Kraft.

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für alle Maschinen, Transformatoren und Geräte, die in schlagwettergefährdeten Grubenräumen verwendet werden sollen.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

a) Druckfeste Kapselung. Sie besteht in einem allseitig geschlossenen Gehäuse, das den in § 5 genannten Anforderungen entsprechen muß.

b) Plattenschutzkapselung. Sie besteht darin, daß an einem geschlossenen Gehäuse Öffnungen vorgesehen und an diesen Öffnungen Pakete von Metallplatten angebracht werden, die durch Zwischenlagen oder gleichwertige Mittel in einem bestimmten Abstand voneinander gehalten werden, so daß das Innere des Gehäuses nur durch die Luftspalte zwischen den Metallplatten mit der Außenluft in Verbindung steht.

c) Ölkapselung. Sie besteht darin, daß das Gerät, soweit an ihm betriebsmäßig Funken, Flammen oder eine gefährliche Erwärmung durch den elektrischen Strom auftreten können, in einen Behälter eingebaut ist, der mit Öl entsprechend den „Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle" gefüllt ist.

III. Ausführung.

§ 4.

Allgemeines.

a) Alle Maschinen, Transformatoren und Geräte, die in schlagwettergefährdeten Grubenräumen verwendet werden sollen, müssen den Bestimmungen des VDE entsprechen, soweit nicht nachstehend besondere Bestimmungen getroffen sind.

§ 5.

Druckfeste Kapselung.

a) Alle Teile der Kapselung sind bei einem größeren Luftinhalt des eingeschlossenen Raumes als 2 l für einen Überdruck von 8 at, bei einem kleineren Luftinhalt für einen Überdruck von 6 at zu bemessen. Unterteilungen des gekapselten Raumes, die durch enge Öffnungen verbunden sind und deshalb zu höherem Überdruck Anlaß geben können, sind unzulässig.

b) Die Stoßstellen zusammengepaßter Kapsel- und Gehäuseteile sowie die Auflageflächen von Deckeln, Türen und Klappen sind zu bearbeiten.

c) Die Mindestbreite dieser Stoßstellen und Auflageflächen muß bei einem Luftinhalt des eingeschlossenen Raumes von höchstens 2 l 15 mm und bei einem größeren Luftinhalt 25 mm betragen. Bei abgesetzten Stoßstellen und Auflageflächen muß der gesamte Kriechweg den vorstehenden Zahlen entsprechen.

d) Die nicht mit Druck aufeinander liegenden Teile des Kriechweges dürfen nicht mehr als 0,25 mm Spiel haben. Die Verwendung von Dichtungstoffen ist tunlichst zu vermeiden. Falls solche angewendet werden, müssen sie derart beschaffen sein, daß sie durch Explosionsdruck nicht herausgedrückt werden können.

Dichtungen dürfen nicht aus Gummi, Asbest oder ähnlichen, wenig haltbaren Stoffen bestehen.

Die Stoßstellen und Auflageflächen dürfen keinen Anstrich erhalten.

e) Schrauben dürfen in der Regel nicht durch die Gehäusewandung hindurchgeführt sein, sondern nur in Sacklöchern enden. Wenn sie aber die Gehäusewandung durchdringen, müssen sie in der Wandung so angebracht und befestigt sein, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln herausgedreht werden können.

f) Der Abstand der Verbindungschrauben vom Innenrand des Gehäuses bis zum Rand der Schraubenlöcher muß bei einer Breite der Stoßstellen und Auflageflächen von 25 mm und darüber mindestens 10 mm und bei geringeren Breiten mindestens 8 mm betragen

g) Schrauben, die zum Zusammenhalten von Kapselungen dienen, sind so zu sichern, daß sie sich im Betrieb nicht lockern können.

Deckelschrauben dürfen nur durch besondere Hilfsmittel lösbar sein.

h) Die Länge der Metalldurchführungen bei Betätigungsachsen muß mindestens 25 mm betragen, wobei der Unterschied der Durchmesser von Betätigungsachse und Durchführung 0,25 mm nicht überschreiten darf.

Die Länge der Durchführungen für Wellen von Motoren muß mindestens 50 mm bei einem Unterschied der Durchmesser von Welle und Durchführung von 0,25 mm und mindestens 80 mm bei einem Unterschied der Durchmesser von Welle und Durchführung von 0,5 mm betragen.

i) Ölnuten dürfen keine Verbindung zwischen dem Inneren und dem Äußeren des Gehäuses bilden; sie müssen in einem gegenseitigen Abstand von mindestens 10 mm geführt werden. Außerdem müssen sie eine Unterbrechung von mindestens 10 mm haben, falls sie in der Längsrichtung verlaufen.

k) Die Leitungsdurchführungen müssen so abgedichtet sein, daß sie dem Explosionsdruck (siehe a) sicher standhalten.

l) Bei Gehäusen mit nicht festgeschraubten Deckeln (Schiebe- oder Drehdeckel) darf die Weite des Luftspaltes zwischen Gehäuse und Deckel an keiner Stelle 0,5 mm überschreiten. Die Breite der bearbeiteten Auflageflächen muß mindestens 50 mm betragen.

Auch solche Gehäuse müssen den unter a) genannten Überdruck aushalten können.

m) Wenn durch Öffnen von Schiebedeckeln blanke, Spannung führende Teile freigelegt werden, müssen die Deckel so gesichert sein, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln geöffnet werden können.

§ 6.

Plattenschutzkapselung.

a) Die Metallplatten müssen mindestens 50 mm breit und 0,5 mm dick sein und durch Zwischenlagen oder gleichwertige Mittel so auseinandergehalten werden, daß ihr Ab-



stand (Spaltweite) höchstens 0,5 mm beträgt und nicht infolge Durchbiegung der Platten überschritten werden kann.

Bleche aus rostendem Metall sind unzulässig.

b) Die Plattenpakete sind gegen äußere Beschädigung und nach Möglichkeit gegen Verschmutzung zu schützen und so anzubringen, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln ausgebaut werden können.

c) Das Gehäuse muß so stark bemessen werden, daß es den höchsten Explosionsdruck, der in ihm auftreten kann, mit Sicherheit auszuhalten vermag.

d) Die Bedingungen unter § 5 b) bis k) sind zu erfüllen.

§ 7.

Ölkapselung.

a) Der Ölstand ist so reichlich zu bemessen, daß das Austreten von Funken oder Flammen aus dem Ölspiegel ausgeschlossen ist. Die hierfür erforderliche Höhe des Ölstandes ist durch eine Marke festzulegen. Die Ölstandhöhe muß von außen erkennbar sein.

b) Bei Ölschaltern mit Selbstauslösung ist die Ölstandhöhe so zu wählen oder die Schaltleistungsgrenze so festzusetzen, daß bei Kurzschluß ein Funken oder eine Flamme über den Ölspiegel nicht heraustreten kann.

c) Für Schaugläser ist nur besonders starkes, fest eingesetztes Glas zu verwenden, das gegen Beschädigung nach Möglichkeit geschützt ist.

d) Ölablaßvorrichtungen müssen so eingerichtet sein, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln geöffnet werden können.

e) Deckelschrauben dürfen nur durch besondere Hilfsmittel lösbar sein.

f) Öltransformatoren gelten als ölgekapselt, bedürfen also der erhöhten Sicherheit nach § 8 nicht.

g) Die Gehäuse sind so einzurichten, daß die beim Schalten entwickelten Öldämpfe entweichen können.

h) Bei ortsveränderlichen Maschinen, Transformatoren und Geräten ist Ölkapselung unzulässig.

§ 8.

Erhöhte Sicherheit.

a) Solche Teile von Maschinen, Transformatoren mit Luftkühlung und Geräten, an denen nur in außergewöhnlichen Fällen Funken oder gefährliche Erwärmungen auftreten können und, die nicht mit einer der unter §§ 5 bis 7 angeführten Arten geschützt sind, erhalten eine erhöhte Sicherheit gegenüber normaler Ausführung, und zwar:

1. durch einen besonderen mechanischen Schutz der unter Spannung stehenden Teile gegen Berühren und Beschädigen sowie gegen das Eindringen von Fremdkörpern und Tropfwasser;
2. durch Herabsetzung der nach den oben angeführten Bestimmungen zulässigen Erwärmung für Wicklungen um 10 °C.

   Dieses gilt auch für Auslöser und Relais unter Öl.

b) Asynchrone Drehstrommotoren erhalten den vergrößerten Luftspalt zwischen Ständer und Läufer nach DIN VDE 2650 und 2651.

Bei geschlossenen Motoren mit Wälzlagern ist der vergrößerte Luftspalt nicht erforderlich.

c) Bei Motoren zum Antrieb von Lüftern, die in eine Lutte eingebaut werden, kann mit Rücksicht auf die guten Abkühlungsverhältnisse von einer Herabsetzung der zulässigen Erwärmung der Wicklungen abgesehen werden.

d) Bei Hubmagneten ist eine besondere Vorrichtung anzubringen, die bei Überschreiten der zulässigen Temperatur die Wicklungen selbsttätig abschaltet.

§ 9.

Kurzschlußläufermotoren.

a) Bei Drehstrommotoren mit Kurzschlußläufer sind die Stäbe und der Kurzschlußring durch Hartlötung oder gleichwertige Mittel miteinander zu verbinden.

§ 10.

Metallwiderstände.

a) Bei Metallwiderständen darf von besonderen Schutzvorrichtungen abgesehen werden, wenn gleichzeitig:

1. die elektrische Beanspruchung des Baustoffes so gering ist, daß eine höhere Temperatur als 200 °C ausgeschlossen ist.

   Bei nicht für Dauerbetrieb berechneten Widerständen sind besondere Vorkehrungen zu treffen, die bewirken, daß der Widerstand bei Überschreiten dieser Temperatur selbsttätig abgeschaltet wird.

   Bei Widerständen unter Öl muß durch besondere Vorkehrungen dafür gesorgt werden, daß die Temperatur des Öles an der Oberfläche 100 °C nicht überschreitet;
2. der Widerstandsbaustoff so fest ist, daß im gewöhnlichen Betrieb ein Bruch nicht eintreten kann, und er so sicher befestigt ist, daß gegenseitiges Berühren ausgeschlossen ist;
3. durch geeignete Abdeckung das Hineinfallen von Fremdkörpern und Eindringen von Tropfwasser verhindert werden;
4. alle Drahtverbindungen verlötet oder sicher verschraubt sind.

b) Freihängende Drahtspiralen sind nicht zulässig.

c) Anlaßwiderstände von Lokomotiven siehe § 16 b).

§ 11.

Flüssigkeitsanlasser.

a) Flüssigkeitsanlasser sind nur bei ortsfesten elektrischen Anlagen zulässig.

b) Die Elektroden dürfen im Betriebe auch nicht teilweise aus der Flüssigkeit herausgenommen werden können.

c) Eine Einrichtung ist vorzusehen, durch die die verdampfte Flüssigkeitsmenge selbsttätig ersetzt wird.

§ 12.

Trennschalter.

a) Trennschalter müssen so gebaut sein, daß sie nur durch besonders dazu Befugte betätigt werden können.

§ 13.

Schraubkontakte.

a) Alle Schraubkontakte, die nicht durch Kapselung nach §§ 5 bis 7 geschützt sind, müssen unzugänglich und so gesichert sein, daß eine Lockerung der Verschraubung und damit ein schlechter Kontakt nicht eintreten kann.

§ 14.

Steckvorrichtungen.

a) Steckvorrichtungen müssen so gebaut sein, daß die Stecker fest in den Dosen sitzen, so daß im Ruhezustande keine Funken auftreten können.

b) Sie müssen mit schlagwettergeschützten Schaltern derart verriegelt sein, daß das Einsetzen und Herausnehmen des Steckers oder der Dose nur in spannungslosem Zustande möglich ist.

Die Verriegelungen müssen so ausgeführt sein, daß ihre Wirksamkeit nicht mutwillig aufgehoben werden kann.

c) Die Einsteckhöhe des Steckergehäuses in das Dosengehäuse muß mindestens 50 mm, der Unterschied der Durchmesser darf höchstens 0,5 mm betragen.

§ 15.

Schmelzsicherungen.

a) Schmelzsicherungen müssen in Kasten eingebaut sein, die mit Schaltern derart zusammengebaut und verriegelt sind, daß das Einsetzen und das Herausnehmen der Patronen nur in spannungslosem Zustande möglich ist.

§ 16.

Akkumulatoren-Lokomotiven.

a) Die Batterien von Akkumulatoren-Lokomotiven sind nach § 6 schlagwettergeschützt einzukapseln.

b) Die Anlaßwiderstände solcher Lokomotiven sind nach § 5 oder § 6 einzukapseln.

§ 17.

Anschlußleitungen.

a) Biegsame Leitungen müssen Sondergummischlauchleitungen starker Ausführung sein.

Für Kaliwerke sind auch Sonderschnüre NSGK und NSGCK zulässig.

Die Drähte der einzelnen Leiter dürfen nicht dicker als 0,25 mm sein.

b) Leiter mit äußerer Drahtbewehrung sind unzulässig.

c) Der Krümmungshalbmesser der Leitungsausführungen darf nicht kleiner als das 2,5-fache des äußeren Durchmessers der Leitungen sein.

Die Anschlußstellen der Leitungen müssen von Zug entlastet sein.

Leitungen für die Hörer von Fernsprechgeräten und Anschlußleitungen für tragbare Fernsprechgeräte sind hiervon ausgenommen.



§ 18.

Leuchten und Glühlampenfassungen.

a) Leuchten müssen mit einem sicher befestigten, dickwandigen Schutzglas und mit kräftigem Schutzkorb oder Schutzgitter ausgerüstet sein.

b) Die Leuchten sind mit Vorrichtungen zu versehen, die beim Abnehmen des Schutzglases die Lampenfassungen spannungslos machen.

c) Die Glühlampenfassungen müssen so ausgeführt sein, daß Funken, die beim Lockern der Lampen entstehen, nur in einem schlagwettergeschützt abgeschlossenen Raum auftreten können.

IV. Ausnahmen.

§ 19.

a) Andere als die vorstehend angegebenen Bauarten von Maschinen, Transformatoren und Geräten sind zulässig, sofern sich der Schlagwetterschutz bei Versuchen als ausreichend erwiesen hat und dieses von einer behördlich anerkannten Versuchstrecke bestätigt ist.

§ 20.

a) Die Bestimmungen gelten nicht für die gewöhnlichen tragbaren elektrischen Grubenlampen und nicht für elektrische Zündmaschinen. Sie gelten ferner auch nicht für Schwachstromgeräte, bei denen nur solche Funken auftreten können, die Schlagwetter nicht entzünden.

V. Prüfzeichen.

§ 21.

a) Alle den vorstehenden Bestimmungen entsprechenden schlagwettergeschützten Maschinen, Transformatoren und Geräte sind mit dem Zeichen (Sch) zu versehen, das deutlich sichtbar anzubringen ist.

SITZUNGSKALENDER.

Brennkrafttechnische Gesellschaft, Berlin. 4. XII. 1928, vorm. 10 h, Plenarsitzungsaal des Vorläufigen Reichswirtschaftsrates, Bellevuestr. 15, 11. Hauptversammlung mit folg. Vorträgen: Geh. Rat Dr. Zetsche, „Die Entwickl. d. internationalen Mineralölwirtschaft und ihre Auswirkung für Deutschland". J. Bronn, „Die Ausnutzung der Koksofengase". Obering. Quiby, „Hochdruckdampf und Dieselmaschine". Prof. Dr. Aufhäuser, „Wesen und Formen der Verbrennung". Dr. Liesegang, „Amerikan. Untersuchungen über Auspuffgase von Kraftwagen". Aussprache. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin W 9, Potsdamer Straße 19.

Lichttechnische Gesellschaft Karlsruhe. 4. XII. 1928, abds. 8½ h, gr. Hörsaal d. Chem.-Techn. Inst. d. T. H.: Vortrag T. Hecht, „Licht auf der Bühne".

Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband, Berlin. 6. XII. 1928, abds. 6 h, gr. Festsaal d. Hotels Prinz Albrecht, Berlin, Prinz-Albrecht-Str. 9: a) Vortrag Reg.-Rat Wilke, „Die Behandlung der Anlandungen nach in Preußen geltendem Wasserrecht. b) Vortrag Reg.-Baurat Henninger, „Das Schluchseewerk und seine Bedeutung". c) Filmvorführung „Das Wasser, seine Gewinnung und Veredelung". Auskunft erteilt die Geschäftstelle, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 50.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Ölschalterversuche.

Als Beitrag zu der Kontroverse zwischen Dr. L. FLEISCHMANN und Dr. KOPELIOVITSCH (ETZ 1928, S. 1280) über die durch BRÜHLMANN als Kolbenwirkung bekannt gewordene Darstellung (Bull. SEV Bd. 16, S. 92) der Vorgänge im Ölschalter dürfte folgende Mitteilung interessieren:

In der Diskussion des im Februar 1918 vor dem Am. Inst. El. Engs. gehaltenen Vortrages über „Rating and Selection of Oil Circuit Breakers" von E. M. HEWLETT, J. N. MAHONEY and G. A. BURNHAM (siehe Proc. Am. Inst. El. Engs. Bd. 37, S. 48) gibt Ch. LICHTENBERG folgende Beschreibung der Vorgänge im Ölschalter (Transact. Am. Inst. El. Engs. 1918, S. 157):

„— — — Wenn die Kontakte sich trennen, wird ein Lichtbogen gebildet. Der Lichtbogen zersetzt das umgebende Öl, und es bildet sich dadurch um ihn herum eine kugelförmige Gasblase. Der Druck in der Gasblase hängt von der im Schalter frei werdenden Energie ab . . . . Eine der Folgen des Druckes in der Gaskugel ist, daß der Ölspiegel des Ölbades gehoben wird. Aus diesem Grunde besitzen alle gut entworfenen Ölschalter ein sogenanntes Luftkissen („air buffer") zwischen der Öloberfläche und dem Schalterdeckel.

Sowie sich die Kontakte weiter entfernen, wird der Lichtbogen länger, und zufolge des innern Druckes wächst die Gasblase. Die Gasblase behält jedoch ihre kugelförmige Gestalt bei, bis die Kontakte aus ihr heraustreten oder bis sie (die Gasblase) auf die Wände des Ölkessels auftrifft."

Diese Darstellung stützt sich auf Zeitlupenaufnahmen des Referenten (über die aus der angeführten Quelle Näheres zu entnehmen ist) und scheint sich mit der später von BRÜHLMANN gegebenen Darstellung der Vorgänge gut zu decken. Das Verdienst BRÜHLMANNS, eine lückenlos rationelle Darstellung der Erscheinungen gegeben zu haben, wird dadurch nicht geschmälert. Als klare Exposition der grundlegenden Ideen steht seine Arbeit wohl zweifellos auch heute noch an erster Stelle.

Es ist interessant zu notieren, daß das Hilfsmittel der Zeitlupenaufnahmen zur Erforschung der Schalterphänomene, das in Europa erst während der letzten Jahre propagiert wird, in Amerika schon vor 1918 erfolgreich verwendet worden ist.

Aarau, 13. IX. 1928. Arthur A. Boelsterli.

Erwiderung.

Den angeführten Auszug aus dem Diskussionsbeitrag von Chester LICHTENBERG erlaube ich mir, durch die nachstehenden Zeilen zu vervollständigen. An die von Herrn BOELSTERLI herausgegriffene Stelle schließen sich folgende Ausführungen (vgl. Transact. Am. Inst. El. Engs., S. 157 bis 158) des Diskussionsredners über den Abschaltvorgang an:

„Wenn der bewegliche Kontakt aus der Gasblase austritt, wird auch der Lichtbogen herausgezogen, und eine Möglichkeit für die Verkleinerung des in der Blase aufgespeicherten Druckes ist geschaffen. Das bewirkt ein explosionsartiges Platzen der Blase, wodurch der Bogen gelöscht und das Öl aus dem Schalter ausgestoßen wird.

Bei den meisten Abschaltungen bei einer einwandfreien Arbeitsweise des Schalters ist dies der einzige Vorgang (Action), der zustande kommt. Bei Abschaltungen in gewissen Kreisen kommt jedoch eine weitere Erscheinung dazu. Das Platzen der ersten Blase, die sich zunächst um die Kontakte bildet, ist von einer weiteren Verlängerung des Lichtbogens begleitet, welcher in frische Ölschichten gelangt, worauf sich neue Gasblasen bilden, die allerdings bedeutend kleineren inneren Druck haben. Diese neuen Gasblasen platzen gleichfalls nacheinander, ohne den Kreis zu unterbrechen, bis es einer gelingt, den Bogen auszulöschen und den Strom zu unterbrechen."

Diese Darstellung des Abschaltvorganges hat offensichtlich sehr wenig Gemeinsames mit derjenigen von Herrn BRÜHLMANN, welche auf Seite 1280 der ETZ bereits angeführt wurde.

Es sei noch einmal betont, daß das Verdienst von Herrn BRÜHLMANN nicht nur darin besteht, die Entwicklung der Gasblase in Form einer Kugel erkannt zu haben, sondern vielmehr daß er auch auf den weiteren Vorgang, und zwar auf die Bildung eines Ölkolbens im Ölschalterinnern hingewiesen hat. Diese Erscheinung war meines Wissens vor der Veröffentlichung von Herrn BRÜHLMANN nicht bekannt.

Was die Anwendung der Zeitlupe zur Erforschung der Schaltvorgänge anbetrifft, sei noch bemerkt, daß Chester LICHTENBERG eine Photokamera für Vielfach-Photographie (Successive image camera) verwendet hat, welche eine verhältnismäßig kleine Zahl von Bildern in rascher Reihenfolge, bis $^5/_{1000}$ s zwischen zwei Aufnahmen, zu machen erlaubte. Eine Wiedervorführung sowie ein eingehendes Studium des ganzen Vorganges der Abschaltung, wie dies an Hand der mit einer Zeitlupe durchgeführten Versuche möglich ist, ist wegen der begrenzten Anzahl der mit der Vielfachkamera bei 1 Abschaltung gemachten Aufnahmen sicher sehr erschwert worden. Die in Europa in den letzten Jahren erfolgten Untersuchungen unter Zuhilfenahme

der kostspieligen Zeitlupe stellen deshalb gegenüber den erwähnten Aufnahmen von LICHTENBERG zweifellos einen wesentlichen Fortschritt dar.

Baden, 27. IX. 1928 Kopeliowitsch.

Eine neue Formel für die Magnetisierungskurve.

Der Aufsatz des Herrn A. KOEPSEL, ETZ 1928, S. 1361, bestätigt, daß eine einfache Formel, welche die Magnetisierungskurve möglichst zutreffend rechnerisch wiedergibt, ein tatsächliches Bedürfnis ist. Ich glaube daher, der Sache damit zu dienen, wenn ich auf meine seinerzeitigen Untersuchungen und auf deren Ergebnisse hinweise, die ich im Jahre 1917 im Heft 8 der „Elektrotechnik und Maschinenbau" unter dem Titel „Die Gleichung der Magnetisierungskurve" mitgeteilt habe. Die Mitteilung wurde damals wenig beachtet, weil alle technischen Bestrebungen auf Kriegszwecke eingestellt waren. In dem angeführten Aufsatze habe ich nachgewiesen, daß die verhältnismäßig einfache und praktische Formel

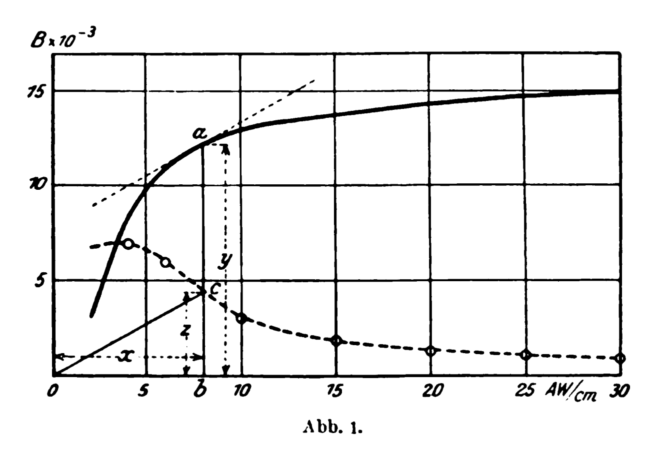


Abb. 1.

$$B = K_1 \sqrt{\ln \frac{AW}{K_2}}$$

die Aufgabe mit der erwünschten Genauigkeit erfüllen kann, wenn K_2 für Ankerbleche = 1, für Gußstahl = 2 und für Gußeisen = 10 gesetzt wird. Die Probe an den bekannten Kurven, welche für die damals gangbaren Eisensorten galten unter Zugrundelegung der Formel mit den Werten von $K_1 = 8300$ bzw. 8900 bzw. 6000 hat die Voraussetzungen vollauf bestätigt (siehe die Diagramme zum obigen Aufsatze). Der Koeffizient K_1 könnte, gemäß meiner damaligen Anregung, als Qualitätsmaß zur Bewertung der magnetischen Materialien Geltung finden.

Meran, 1. X. 1928. Max Déri.

Erwiderung.

Die Gleichung des Herrn DÉRI für die Magnetisierungskurve ergibt allerdings auch eine erstaunliche Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung.

Nichtsdestoweniger muß ich die von mir angegebene Gleichung für die richtigere halten, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil der DÉRIschen Gleichung das Kennzeichen der Sättigung fehlt; denn die Gleichung

$$B = K_1 \sqrt{\ln \frac{AW}{K_2}}$$

ergibt für AW = ∞, d. h. $H = \infty$, $B = \infty$, während bei der von mir angegebenen Gleichung

$$\lg B = \frac{H}{a + b\,H}$$

für $H = \infty$ $B = \frac{1}{b}$ wird, d. h. B strebt asymptotisch einem Grenzwert zu, der als Sättigung bezeichnet wird.

Aus den Konstanten a und b kann auch bei der von mir angegebenen Gleichung auf die Güte des Eisens geschlossen werden. Je kleiner nämlich b ist, um so höher ist die Sättigung, und da b bei den von mir berechneten Eisen- und Stahlsorten immer unter 0,2 bleibt, so kann B nicht größer als 100 000 werden, was ja auch mit der Erfahrung übereinstimmt.

Von der Remanenz scheint der Zahlenwert von a abzuhängen, denn a ist für gehärteten Stahl 1,81, für weiches Eisen 0,42 ... 0,1. Weiter scheint a eine Funktion von b zu sein, denn eine Vergleichung der Werte von a und b ergibt, daß, je kleiner b, desto größer a und umgekehrt.

Berlin, 9. X. 1928. A. Koepsel.

Die Wirtschaftlichkeit von Lauf-Wasserkräften.

In der recht interessanten Arbeit der Herren Dr. HAAS und Dipl.-Ing. KROMER (ETZ 1928, S. 1429) werden die zulässigen Anlagekosten eines Laufkraftwerkes aus den Erzeugungskosten der verwerteten hydraulischen Energie und aus denen der kalorischen Energieerzeugung entwickelt. Ein solcher Vergleich erscheint jedoch nicht angebracht, da die anpassungsfähige kalorische Energie einen höheren Wert besitzt als die unsichere Energie eines Laufkraftwerkes. Sobald ein Laufkraftwerk zur Versorgung des allgemeinen Energiebedarfes herangezogen wird, muß es im Rahmen eines Verbundbetriebes mit einem kalorischen Werke zusammenarbeiten, welches einerseits die Lieferung der Spitzenteile der Belastungen übernimmt, anderseits den Ausbau des Laufkraftwerkes gegenüber Schwankungen des Wasserabflusses sichert. Ob dieses kalorische Werk von dem Energielieferanten aufgestellt wird, oder aber bei den Konsumenten in der Reserve steht, bleibt für die Bestimmung der Konkurrenzfähigkeit von Laufkraftwerken gegenüber kalorischen Werken gleichgültig. Die Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals sowie ein Teil der Personal- und Verwaltungsausgaben des kalorischen Ersatzwerkes müssen entweder bei dem Energielieferanten oder bei dem Konsumenten zu Lasten der hydraulischen Energieerzeugung verbucht werden. Ein Vergleich mit der kalorischen Energieerzeugung darf somit nur unter Berücksichtigung der Betriebskosten des kalorischen Ersatzwerkes erfolgen. Unter diesen Lasten werden aber die höchst zulässigen Anlagekosten des Laufkraftwerkes bedeutend niedriger ausfallen als gemäß den Berechnungen der Herren HAAS und KROMER.

Budapest, 4. X. 1928. Dr. Michael Seidner.

Erwiderung.

Die Einsendung des Herrn Dr. SEIDNER gibt uns willkommenen Anlaß, noch einmal unsere vom Bisherigen abweichende Art der Berechnung zu betonen. Wenn man allgemein Lauf-Wasserwerke mit Dampfwerken vergleichen will, so muß man sich, um überhaupt zu einem wirtschaftlichen Vergleich zu kommen, zu gewissen Annahmen entschließen. Diese Annahmen müssen den Erfahrungen der Wirtschaft nach Möglichkeit entsprechen. Die Ausführungen des Herrn Dr. SEIDNER sind keineswegs falsch, aber sie würden nie zu einem allgemeinen Vergleich führen. Wir haben die Einwände des Einsenders aber berücksichtigt, indem wir nicht von der Höchstleistung der Wasserkraft, sondern deren mittleren Leistung ausgingen und auch von dieser nur 80 % in Vergleich mit der Dampfanlage stellten. Damit ist den Schwankungen der Wasserkraft, von denen Herr Dr. SEIDNER seine Einwände herleitet, vollkommen Rechnung getragen, und — worauf es ankam — damit ist der wirtschaftliche Wert der Wasserkraft trotz ihrer wechselnden Leistungen wohl einwandfrei bestimmt worden.

Rheinfelden (Baden), 18. X. 1928.

Dr. R. Haas. Dipl.-Ing. Carl Th. Kromer.

Herr SEIDNER sagt demgegenüber, daß, da die verwertete Energie eines hydraulischen Werkes geringer, unter Umständen bedeutend geringer sei als die jährlich erzeugbare, die von den Verfassern vorgenommene Verminderung der jährlich erzeugbaren Energie als Berücksichtigung der verlorenen hydraulischen, nicht aber als Kompensation der an ihrer Stelle herangezogenen kalorischen Ersatzenergie gelte. Er möchte daher seinen Standpunkt beibehalten, um so mehr, da es ja möglich sei, eine allgemeine Lösung unter Berücksichtigung der Kosten der kalorischen Ersatzenergie herbeizuführen. Die Herren HAAS und KROMER anderseits sind der Ansicht, daß durch die Art ihrer Berechnung die etwa nicht verwertbare elektrische Arbeit eines Wasserkraftwerkes genügend berücksichtigt sei. D. S.

LITERATUR.

Besprechungen.

Isolationsmessung und Fehlerortsbestimmung in el. Starkstromanlagen. Von Dr. K. W. Kögler. 4. geänd. Aufl. des v. Dipl.-Ing. P. Stern begründ. gleichnam. Buches. Mit 100 Textabb., VIII u. 132 S. in 8°. Verlag von Dr. Max Jänecke, Leipzig 1926. Preis kart. 4,65 RM.

Die vorliegende vierte Auflage ist von Dr. Kögler, dem Mitarbeiter bei der dritten Auflage, allein herausgegeben worden, da der Verfasser der ersten Auflagen, Dipl.-Ing. Stern, wegen Überlastung mit Berufsgeschäften die weitere Bearbeitung nicht fortführen konnte. Die Einteilung der dritten Auflage ist im wesentlichen beibehalten worden. Das Buch behandelt im ersten Teil: Isolationsmessungen an stromlosen Leitungsteilen, Isolationsmessungen an in Betrieb befindlichen Anlagen, Überwachung des Isolationszustandes in Wechselstromnetzen, Durchschlagsprüfungen; im zweiten Teil werden besprochen: Bestimmung des Fehlerorts an elektrischen Starkstromleitungen, Fehlerortsbestimmung an in Betrieb befindlichen Anlagen, Fehlerortsbestimmung an elektrischen Maschinen. Außerdem wird die Besprechung der verschiedenen Meßmethoden z. T. in besonderen Abschnitten ergänzt durch eine ausführliche Beschreibung einer größeren Zahl von Instrumenten und Apparaten.

Im einzelnen weist die neue Auflage zahlreiche Verbesserungen in Darstellung und Inhalt auf. Insbesondere ist auch der Entwicklung der letzten Jahre durch Besprechung neuerer Meßverfahren und Instrumente Rechnung getragen worden. Das Buch, dessen Brauchbarkeit durch ein Sachverzeichnis und viele Literaturhinweise noch erhöht wird, wird bei den genannten Messungen recht gute Dienste leisten. Rinck.

Leitfaden der Lichttechnik für Unterricht und Praxis. Von Prof. Dr.-Ing. W. Voege. Mit 47 Abb. im Text sowie zahlr. Tab. u. Beisp., V u. 80 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis kart. 4,50 RM.

Das Büchlein, welches seine Entstehung den vom Verfasser in Hamburg abgehaltenen lichttechnischen Kursen verdankt, will einen kurzen Überblick über die lichttechnischen Fragen geben, welche für den Installateur und den praktischen Beleuchtungstechniker von Wichtigkeit sind. Das 1. Kap. behandelt die Grundbegriffe der Lichttechnik, die Grundgrößen und ihre Einheiten, die Bewertung der Lampen und der Beleuchtung, das 2. Kap. die Methoden der Helligkeitsmessung und die dazu erforderlichen Apparate. Das 3. Kap. ist den physikalischen Grundlagen der Lichttechnik gewidmet, wobei auch auf physiologische Fragen, besonders die Blendung eingegangen wird. Im 4. Kap. werden die verschiedenen Arten der Lichtquellen (bes. Gas und elektrisch) und ihre charakteristischen Eigenschaften aufgeführt, während das 5. Kap. die verschiedenen Arten von Leuchten oder Armaturen anführt, welche dem Lichtstrom erst die gewünschte Verteilung geben. Die beiden letzten Kapitel enthalten die Leitsätze der Deutschen Beleuchtungstechn. Ges. und an Hand von Beispielen Ausführungen über die Vorausberechnung von Beleuchtungsanlagen. Eine Lektüre des Büchleins dürfte den praktischen Beleuchtungstechnikern sehr von Nutzen sein, da die lichttechnischen Fragen in kurzer aber klarer Form behandelt werden und ohne besondere Vorkenntnisse verstanden werden können, zumal durchgerechnete Beispiele das Lesen erleichtern. Einiges hätte man gern etwas ausführlicher behandelt gesehen (z. B. das Rousseau-Diagramm).

Schönborn.

Landwirtschaft und Gewerbe, ihr Anschluß an Überlandzentralen. Von O. Kirsten. 11. u. 12. Taus. (der Neuzeit entspr. umgearb.). Mit 32 S. in 16°. Verlag von Georg Siemens, Berlin 1927. Preis geh. 0,60 RM.

Mit dem zunehmenden Ausbau der Elektrizitätsversorgung auf dem Lande wird auch der Landwirt in immer größerem Maße zur Nutzanwendung der Elektrizität in Haus und Hof übergeben. Erforderlich ist hierfür, daß er sich zunächst mit den Anwendungsmöglichkeiten der Elektrizität und dann auch etwas mit dem elektrischen Betrieb vertraut macht. Erklärlicherweise steht er dieser Materie noch fremd und daher zögernd gegenüber. Wenn der Verfasser die Landwirte durch eine kleine Schrift, die in leicht verständlicher Form gehalten ist, über Elektrizität und Elektrizitätsverwertung aufklärt, so ist dieses nur zu begrüßen und der Schrift noch weitere Verbreitung zu wünschen, denn sie erscheint bereits im zwölften Tausend. Wenn der Verfasser sagt, daß die Ortsnetze „zumeist“ durch Stromversorgungs-Genossenschaften ausgebaut würden, so dürfte dieses wohl nicht in allen Gegenden Deutschlands zutreffend sein. Es müssen stets alle Fortschritte der Technik berücksichtigt werden, und es wäre wohl in dieser Auflage S. 15/29 bereits angebracht gewesen, auf den Schutzschalter hinzuweisen, der in weitgehendem Maße die gesamten Anlagen vor Gefahren schützt, während der erwähnte Stalltransformator höchstens im Stall Gefahren vermindert. Man vermißt ferner nähere Angaben über Melkmaschinen und Futterdämpfer, die heute in der Landwirtschaft sehr stark zur Einführung gelangen. Auch wäre ein besonderer Hinweis auf die Nachtstromentnahme durch Futterdämpfer, Speicherheizung usw. notwendig, weil diese doch zu einer wesentlichen Verbilligung des Betriebes beiträgt und für Erzeuger wie Verbraucher der Elektrizität ein wichtiges Problem darstellt. Zur Erleichterung von Anschaffungen stehen gegebenenfalls sogar staatliche Kredite zur Verfügung. Vent.

25 Jahre Telefunken. Festschrift der Telefunken-Gesellschaft. 1903 bis 1928. Mit 249 Abb., zahlr. Taf. u. 328 S. in 4°. (Nicht im Buchhandel.)

Die Telefunken-Gesellschaft hat anläßlich ihres 25jährigen Jubiläums, das im ehemaligen Herrenhause zu Berlin unter Anteilnahme der Behörden, der Industrie, Wissenschaft und Presse feierlich begangen wurde, das oben genannte Werk erscheinen lassen. Der Band gliedert sich in drei Teile. Im ersten, „Werden und Wirken“, geben die bedeutendsten Mitarbeiter der Gesellschaft Kenntnis von der wirtschaftlichen Entwicklung des Unternehmens, von der Entwicklung der technischen Mittel des Funkwesens, vom Fabrikations- und Verkaufswesen. Im zweiten Teil, „Erinnerungen und Erlebnisse“ betitelt, schildern Bredow und Nairz ihre persönlichen Erinnerungen aus der Entwicklungszeit der Funkerei in fesselnder, humorgewürzter Form. Der dritte Teil ist „Chronik und Mitarbeiter“ überschrieben. Nach Jahreszahlen geordnet, werden hier die Marksteine der Entwicklung bezeichnet und weiter sämtliche seit mehr als 10 Jahren im Dienste der Firma stehenden Mitarbeiter sowie die Oberbeamten aufgeführt. Das Buch ist ganz vorzüglich ausgestattet, mit zahlreichen ein- und mehrfarbigen Bildern und Photogravüren versehen, und bietet einen interessanten geschichtlichen Überblick über das Funkwesen und das Werden und Sein eines großen Industrieunternehmens. Winkler.

Transformatorenverstärker. Von Dr.-Ing. L. Müller u. M. v. Ardenne. (Radio-Reihe Bd. 22.) Mit 66 Textabb. u. 137 S. in 8°. Verlag von Richard Carl Schmidt & Co., Berlin 1927. Preis geb. 4 RM.

In der Einleitung wird mit Recht darauf hingewiesen, daß man trotz der guten Erfahrungen mit widerstandgekoppelten Verstärkern in manchen Fällen auf die transformatorische Koppelung nicht verzichten kann. Hieraus und aus der Tatsache, daß die Theorie in weitem Maße als geklärt gelten darf, wird die Berechtigung zum Schreiben des vorliegenden Büchleins abgeleitet. Es ist auf Leser mit Vorkenntnissen in der Mathematik und Elektrotechnik zugeschnitten. Der Bastler wird energisch arbeiten müssen, um das volle Verständnis zu gewinnen.

Das Buch gliedert sich in zwei Teile, einen theoretischen und einen praktischen, von denen der erste den weitaus größten Raum einnimmt. Nach einer kurzen Einführung in die Wirkungsweise der Eingitterröhre werden die Eigenschaften des Verstärkertransformators behandelt, dann wird das Zusammenarbeiten von Röhre und Transformator besprochen. Praktisch ausgeführte Schaltungen, durch gute Bilder fertiger Geräte unterstützt, beschließen das Buch.

Es ist klar und verständlich geschrieben und bildet eine erfreuliche Bereicherung des Funkschrifttums. Für die nächste Auflage sei der Wunsch ausgesprochen, daß die genormten Bezeichnungen eingeführt werden.

Mühlbrett.

Handbuch der Radiologie. Herausg. von Prof. Dr. E. Marx. Bd. 4. 3. Teil: Glühelektroden. Von Prof. O. W. Richardson. Übersetzt u. bearb. v. Prof. Dr. A. Karolus. — Technische Anwendung der Glühelektroden. Von Prof. H. Rukop. — Flammenleitung. Von Prof. E. Marx. — 2. Aufl. mit 190 Textabb., XVI u. 724 S. in 4°. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1927. Preis geh. 48 RM., geb. 50 RM.



Der Band IV des Handbuches, der Kanalstrahlen, Lichtbogen, Glühelektroden und Flammenleitung umfaßt, mußte ebenso wie Bd. III und V mit Rücksicht auf den Umfang des Werkes in Einzeldarstellungen zerlegt werden. Von diesen ist nunmehr der 3. Teil erschienen, der die Glühelektroden und Flammenleitung enthält.

Der erste Abschnitt, Glühelektroden, von Richardson bearbeitet, in der deutschen Ausgabe von Karolus und mit einer die neueste Literatur berücksichtigenden Ergänzung von Rupp, führt nach allgemeinen Betrachtungen über die Phänomene, Meßverfahren und die Ionen- und Elektronentheorie zur Theorie der Emission heißer Körper. Besonders besprochen wird der Einfluß der Gase, die Energieverhältnisse, die Bildung positiver Ionen durch heiße Metalle und die Ionisation durch heiße Salze und chemische Vorgänge. In dem Nachtrag von Rupp finden die thorierten und mit Cäsium bedeckten Wolframdrähte, die Emission der Metalloxyde und das glühelektrische Verhalten beim Schmelz- und Umwandlungspunkt Berücksichtigung. Es folgt sodann ein ausführlicher Teil über die technische Anwendung der Glühelektroden von Rukop. Nach der Besprechung des Temperaturgesetzes der Emission werden die verschiedenen Arten der Kathoden und die Theorie der Anfangsgeschwindigkeit behandelt, dann die Ventile und Gleichrichter mit ihren Schaltungen und die Ein- und Mehrgitterröhren, ihre Theorie, Schaltungen und Anwendungsgebiete. Der erste Abschnitt umfaßt 442 Seiten und ist damit gegenüber der ersten Auflage bedeutend erweitert.

Der zweite Abschnitt, Flammenleitung, bearbeitet vom Herausgeber, mit 266 Seiten ebenfalls sehr erweitert, bringt nach einem einleitenden Kapitel über die Eigenschaften der Flamme in bezug auf Entladewirkung und Ionisation die Leitfähigkeitsmessung an reinen und Salzflammen. Es folgt ein Teil über Strom, Gefälle, Polarisationsgebiete und Feldverlauf bei heißen Elektroden. Sodann behandelt Verfasser die Theorien der Beweglichkeit und Verschiebung in Flammengasen und ihre Messung, wobei besonders die als Halleffekt bezeichnete Differenz der Verschiebungen durch ein magnetisches Feld berücksichtigt wird. Es folgt weiter die Theorie der Elektrizitätsleitung und Feldverteilung in der Flamme.

Das Werk ist mit einem 16 Seiten langen Namens- und Sachregister versehen. Die klare Darstellungsweise und der sachliche, übersichtliche Aufbau des gesamten Stoffes machen das Buch nicht nur für den Fachmann im engeren Sinne wertvoll, sondern erlauben auch jedem physikalisch und elektrotechnisch Gebildeten, sein Wissen in Richtung dieser außerordentlich interessanten Forschungen zu bereichern. Beetz.

Die Eisenblech-Schmelzschweißung. Von Obering. H. A. Horn. Mit 74 Textabb. u. 88 S. in 8°. Die Gußeisen-Schmelzschweißung. Von Obering. H. A. Horn. Mit 60 Textabb. u. 94 S. in 8°. (Schriften aus Theorie u. Praxis d. Schmelzschweißung. Herausg. v. d. Forschungsgemeinsch. f. Schmelzschweißung in Hamburg.) Hanseatische Verlagsanstalt, Hamburg u. Berlin 1926. Preis für einen Band kart. 3,50 RM.

Die vorliegenden Sonderabhandlungen wenden sich ausschließlich an den Praktiker. Sie enthalten kurz gedrängt das Wissenswerte, was man über die Schmelzschweißung von Eisenblech und Gußeisen wissen muß. Der Verfasser bevorzugt vielfach noch die Gas-Schmelzschweißung, wo man heute schon die elektrische Flammbogenschweißung anwendet. In der Schrift über Gußeisen-Schmelzschweißung wird das Löten von Gußeisen verworfen. Der Verfasser selbst hat in einem neueren Aufsatz schon seinen Irrtum eingesehen und erkennt die Erfolge des Lötens von Gußeisen mit Bronze nunmehr an. Es wäre zweckmäßig gewesen, die Erfahrungen mit Sonderelektroden mitzuteilen, zur Erzielung der verschiedenen Festigkeiten und Härten: z. B. kann man heute wohl mit dem Lichtbogen Hartgußwalzen instandsetzen bei Wahl geeigneter Hartstahlelektroden, und auch Guß kalt schweißen und doch feilenweich, mit besonders präparierten Monelstäben. Auch ist das Einschweißen von Schmiedeeisenplatten in Gußteile mittels der elektrischen Flammbogenschweißung erwähnenswert. Es ist zu erwarten, daß bei einer Neuauflage diese Neuheiten der Schweißtechnik gebührend berücksichtigt werden. Wichtig ist, daß man jetzt auch mittels der elektrischen Flammbogenschweißung benzin- und öldichte Nähte, bei Wahl geeigneter Elektroden, auch mit Wechselstrom (Schweißtransformator) herstellen kann. Ein kurzer Hinweis auf die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Verfahren (Kostenberechnung) wäre zweckmäßig gewesen.

Bei dem großen Interesse, welches man allenthalben der Schweißtechnik entgegenbringt, werden die Büchlein manchem wertvolle Dienste leisten, besonders aber dem Betriebsfachmann, der heute nicht mehr ohne schweißtechnische Kenntnisse bleiben darf.

I. C. Fritz.

Über wärmetechnische Vorgänge der Kohlenstaubfeuerung unt. bes. Berücks. ihrer Verwend. f. Lokomotivkessel. Von Dr.-Ing. F. Hinz. Mit 28 Textabb., V u. 77 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geh. 7,50 RM.

Die Arbeit, die auch als von der Technischen Hochschule Darmstadt genehmigte Dissertation gedruckt worden ist, stellt das Ergebnis der Untersuchungen dar, die der Verfasser im Auftrage der „Studiengesellschaft für Kohlenstaubfeuerungen auf Lokomotiven" angestellt hat. Der Inhalt ist gegliedert in einen theoretischen Teil, der die Vorgänge in der Kohlenstaubfeuerung im allgemeinen und in einer Lokomotivfeuerung im besonderen von Grund aus behandelt, und in einen praktischen Teil, der speziell der Besprechung der Konstruktionen und Versuche der Studiengesellschaft dient.

Die außerordentlich klaren und von großem Verständnis für feuerungstechnische Vorgänge zeugenden Ausführungen des ersten Teiles geben dem Buch eine weit über die Anwendung auf die Lokomotivfeuerung hinausgehende Bedeutung. Wohl an keiner anderen Stelle der umfangreichen Literatur über Staubfeuerungen sind die gesamten theoretischen Grundlagen so übersichtlich zusammengefaßt wie hier und die Art, wie man daraus für die praktische Feuerungstechnik Schlüsse ziehen kann, so eingehend begründet. Drei Druckfehler, die allerdings dem aufmerksamen Leser kaum entgehen dürften, können an dieser Bedeutung des Buches nichts ändern. S. 5, Z. 9 von unten steht „Wasserstoff" statt „Sauerstoff", S. 7, Gl. 5 im ersten Gliede steht „r^3" statt „r^2", ebenso auf S. 11, wo nach Gl. 13 die Gl. 5 nochmals zitiert ist.

Sachlich ist eigentlich nur eine Zahl zu beanstanden, die in ihrer Anwendung auch zu unrichtigen Ergebnissen führte. Es ist nämlich, zuerst auf S. 14 bei der Berechnung der Verbrennungszeit, das spezifische Gewicht der Braunkohle mit 700 kg/m³ eingeführt und diese Zahl auch für alle späteren Rechnungen beibehalten worden. Hier liegt wohl eine Verwechselung mit dem Schüttgewicht vor, das ungefähr diese Größe hat. Damit erklärt sich auch ein Teil der erwähnten Differenz zwischen errechneter und versuchsmäßig ermittelter Verbrennungszeit.

Im zweiten Teil ist es bedauerlich, daß wegen des Mangels einer genauen Kohlenmengenmessung keine eingehenden Wärmebilanzen für die Versuche vorliegen. Ein von mir unternommener Versuch, diese für die Versuche der Tabelle 19 nachträglich aufzustellen, führte zu einer Größe des Restgliedes von 11,5 ... 15,6 %, was die auf S. 60 durchgeführte Berechnung des Feuerungswirkungsgrades zu 0,885 recht wahrscheinlich erscheinen läßt. Vermißt habe ich auch noch einen Versuch, aus der durch Strahlung übertragenen Wärmemenge, S. 59, einen Schluß zu ziehen auf die Strahlungsziffer der (leuchtenden) Kohlenstaubflamme. Eine Durchrechnung ergab, daß $\varphi C = 1{,}4 \cdot 10^{-8}$ kcal/m²h . Grad⁴ ist. Diese Zahl dürfte ziemlich genau zutreffen, da der Feuerraum fast vollständig von der Flamme erfüllt ist.

Im ganzen kann das Buch allen, die über Staubfeuerungen grundlegende Rechnungen durchzuführen haben, zum Studium bestens empfohlen werden.

Wilh. Schultes.

Die Dampfmaschine. Von Geh. Baurat Prof. Dr.-Ing. E. h. M. F. Gutermuth. Bearb. in Gemeinsch. m. Prof. Dr.-Ing. A. Watzinger. In drei Bänden. 1. Bd.: Allgem. Teil: Theorie, Berechnung u. Konstruktion. Mit 1230 Textfig., XX u. 992 S. 2. Bd.: Ausgeführte Konstruktionen. Mit über 500 Textfig. und 68 lithogr. Taf., VI u. 389 S. 1. Teil (Textband, 2. Teil (Tafelband). 3. Bd.: Untersuchungen ausgeführter Mschschinenanlagen. Mit über 300 Textfig., 31 Tab., 18 lithogr. Taf., IV u. 254 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis der drei Bände geb. 300 RM.

Mit diesem Werk ist eine Leistung vollbracht worden, für welche die Fachwelt dem Verfasser nicht dankbar genug sein kann. Das gesamte Wissen über die Dampfmaschine ist hier mit ungeheuerem Fleiß, mit tiefer Gründlichkeit und außergewöhnlicher Klarheit wiedergegeben. Ein derart umfassendes Spezialwerk fehlte auf diesem Gebiete, denn die bisher bekannt gewordenen

Werke über Dampfmaschinen sind teils veraltet, oder sie genügen im günstigsten Falle nur speziellen Bedürfnissen. In glänzender Weise, mit vollendeter Sachkenntnis werden die theoretischen Grundlagen für den Aufbau und die Gesichtspunkte für die Gestaltung dieser Kraftmaschine entwickelt.

Die Gliederung des Stoffes erfolgt in 3 Bänden.

1 Band: Theorie, Berechnung und Konstruktion. 992 Seiten mit 1230 Textfiguren.

Im 1. Abschnitt werden die wärmetechnischen Grundlagen der theoretischen Arbeitsvorgänge und dann die wirklichen Vorgänge behandelt. Eine besonders ausführliche Besprechung erfahren die Wechselwirkungen zwischen Dampf und Wandungen. Die in der Literatur zerstreut befindlichen Versuche, die zur Klarstellung dieser Wechselwirkungen dienen, werden gesammelt vorgeführt und durch eigene Versuchsergebnisse bereichert. Aus den gefundenen Ergebnissen werden klare Folgerungen für die günstigste Ausbildung der Dampfzylinder, Deckel und Kolben gezogen. Auf das Gleichstromprinzip wird näher eingegangen und, gestützt auf Versuche, darauf hingewiesen, daß die Dampfführung im Zylinder auf die Verbesserung des Arbeitsvorganges nur geringeren Einfluß hat. Die durch das Gleichstromprinzip mit Schlitzauslaß erzielbaren kleinen schädlichen Raumflächen sowie die Vermeidung von Wärmeverlusten während des Kolbenrückganges durch den Fortfall einer langen Ausströmperiode schaffen vielmehr die eigentliche Verbesserung gegenüber dem Wechselstromprinzip. Die Bedeutung der Steigerung der Eintrittspannung bei Gegendruckbetrieb, die Verwendung des Abdampfes und des Aufnehmerdampfes für Industriezwecke, die Regelungsvorgänge hierbei sind sehr anschaulich dargestellt.

Der zweite Abschnitt des ersten Teiles behandelt die konstruktive Ausbildung der Dampfmaschine. Der Kurbeltrieb findet dabei eine besonders eingehende Betrachtung und ist diesem Abschnitt deshalb eine große Bedeutung nicht nur für den Dampfmaschinenbau, sondern auch für den Kolbenmaschinenbau überhaupt zuzusprechen. Die Steuerungen sind auf 300 Seiten behandelt, und zwar die inneren Steuerungsorgane getrennt von den äußeren Steuermechanismen. Der Studierende wie auch der ausübende Ingenieur findet hier ein ungemein reiches Material. Neben den Steuerungen von grundlegender Bedeutung befindet sich allerdings manche Konstruktion, die wohl auch hätte wegfallen können, ohne den Wert dieses Kapitels zu schmälern.

Anschließend an die Steuerungen werden die Regler besprochen. Aus den theoretischen Feststellungen des Regelvorganges werden die betriebstechnischen Forderungen für den ideellen Regler gezogen und dann die zahlreich bestehenden Reglerbauarten hinsichtlich ihrer Annäherung an diese ideelle Form kritisch beurteilt.

Im Schlußkapitel des ersten Bandes werden die Kondensationseinrichtungen behandelt, wobei die Oberflächenkondensation eine ihrer Bedeutung entsprechende besonders eingehende Betrachtung findet. Die in der Literatur bekanntgewordenen Untersuchungen zur Klärung der Wärmeübertragung durch Messingrohre werden zusammengefaßt und für den sachgemäßen Aufbau der Oberflächenkondensation verwertet.

2. Band: 389 Seiten mit über 500 Textfiguren und 68 lithographierten Tafeln.

1. Teil (Textband 389 Seiten).
2. Teil (Tafelband 68 Tafeln).

Der erste Teil bringt ausgeführte Konstruktionen von Einzelteilen der Dampfmaschine in unerreicht klarer und übersichtlicher Darstellung. Einen großen Lehrwert haben die vergleichenden rechnerischen Untersuchungen von Einzelteilen. Die theoretischen Beziehungen für die Berechnungen der Festigkeit und Abnutzungsdimensionen werden entwickelt und die zulässigen Materialbeanspruchungen an Ausführungsbeispielen abgeleitet. Der Tafelband zeigt eine reiche Auswahl ausgeführter Anlagen von stehenden und liegenden Maschinen und Kondensationsanlagen. Vermissen wird mancher Fachmann unter den ausgeführten Anlagen den neuzeitlichen stehenden Schnelläufer und auch die neuzeitliche Doppel-Verbund-Schiffsmaschine mit Ventilsteuerung; ein derart umfassendes Werk kann aber natürlich dem Fortschritt nur mit einer gewissen Nacheilung folgen. Um so mehr muß gewürdigt werden, daß der Verfasser es möglich gemacht hat, die erste in Deutschland im Dauerbetrieb befindliche Höchstdruckanlage noch mit aufzunehmen (Tafel 2 d).

3. Band. 254 Seiten mit mehr als 300 Abbildungen, 31 Zahlentafeln und 18 Diagrammtafeln.

Dieser Band bringt die wärmewirtschaftlichen Ergebnisse zahlreicher Versuche an Dampfmaschinen unter Kennzeichnung der Konstruktion der untersuchten Maschinen und der Bedingungen, unter denen die Versuche vorgenommen wurden. 550 Versuche werden aufgeführt. Hiervon sind rd. 140 in der Literatur noch nicht enthalten. Ein großer Teil dieser Versuche ist einer eingehenden theoretischen Bearbeitung unterworfen. Die Ergebnisse sind einheitlich zusammengefaßt und ausgewertet worden. Bei einer größeren Zahl der untersuchten Maschinen sind die Wärmevorgänge durch Entropiediagramme veranschaulicht. Sämtliche Entropiediagramme sind hierbei auf gleiche Frischdampfmenge bezogen. Die Darstellung gewinnt dadurch ungemein an Klarheit und fördert in vorzüglicher Weise die richtige Beurteilung der Wärmeausnutzung in den untersuchten verschiedenartigen Maschinentypen.

Das Werk soll ein Bild vom gegenwärtigen Stand des Dampfmaschinenbaues geben. Diesem Zweck wird es in vollem Umfang gerecht. Alles Beachtenswerte ist umfaßt und einheitlich dargestellt, die Unterfragen sind für sich abschließend behandelt, wodurch der Gebrauch als Nachschlagewerk außerordentlich erleichtert wird. Sowohl dem lernenden als auch dem ausübenden Ingenieur wird es einen nicht hoch genug einzuschätzenden, vielseitigen Nutzen bringen.

Nicht beipflichten kann man jedoch der im Vorwort ausgedrückten Ansicht des Verfassers, daß die Dampfmaschine am Ende ihrer Entwicklung stehe. Für die jetzt in steigendem Maße zur Anwendung kommenden sehr hohen Dampfdrücke ist sie vielmehr die bestgeeignete Kraftmaschine, und sie geht für Höchstdrücke und größere Leistungen einer neuen Entwicklung entgegen. Um so mehr ist es daher zu begrüßen, daß der Verfasser gerade jetzt der Fachwelt ein Werk gegeben hat, das in so außerordentlicher Weise geeignet ist, den neu einsetzenden weiteren Ausbau dieser wiederholt totgesagten und immer wieder zu frischem Leben erstandenen Kraftmaschine zu unterstützen.

Der Druck, die Textfiguren und die Tafelbilder sind vom Verlag mit bekannter Sorgfalt hergestellt.

Hochwald.

Fortschritte der Chemie, Physik und physikalischen Chemie. Herausg. von Prof. Dr. A. Eucken. Bd. 19, Heft 1: Die Zerstäubungserscheinungen bei Metallen, unter bes. Berücks d. mechn.-therm. Zerstäubung u. d. el. Stoßverdampfung. Von Dipl.-Ing. J. Fischer. Mit 14 Textabb. u. 70 S. in 8°. Verlag von Gebr. Borntraeger, Berlin 1927. Preis geh. 4,80 RM.

In Anbetracht der vielseitigen Anwendung, die Röhren und Lampen verschiedenster Art in Physik und Technik und im täglichen Leben finden, kommt den Zerstäubungserscheinungen erhöhte Bedeutung zu, da sie in den meisten Fällen die Lebensdauer der Röhren begrenzen. Die Literatur auf diesem Gebiet ist jedoch ziemlich zerstreut, die Ergebnisse zum Teil recht widerspruchsvoll. Daher ist eine kritische Zusammenfassung aller wissenschaftlichen Untersuchungen, wie sie der Verfasser, gestützt auf eigene experimentelle Arbeit, gibt, durchaus begrüßenswert. Behandelt wird hauptsächlich die elektrische Stromverdampfung, d. h. die Zerstäubung hervorgerufen durch auftreffende, im elektrischen Feld beschleunigte Ionen. Die Meßmethoden der verschiedenen Forscher werden ausführlich geschildert und ihre Ergebnisse eingehend besprochen und gegeneinander abgewogen. Wenn die einzelnen Theorien und experimentellen Befunde bisweilen etwas unvermittelt nebeneinander stehen, so entspricht das nur dem heutigen Stand der Forschung. Ob es gerechtfertigt ist, der elektrischen Stoßverdampfung die Hauptrolle zuzusprechen und die anderen möglichen Ursachen der Zerstäubungserscheinungen nur nebenbei zu behandeln, mag dahingestellt bleiben. Mit dieser Einschränkung erfüllt das vorliegende Heft jedenfalls den Zweck, den die Herausgeber der Fortschritte verfolgen, nämlich „einen Überblick über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand einzelner Probleme" zu geben. Es ist klar und verständlich geschrieben und kann jedermann zur Einführung und Orientierung empfohlen werden.

Bei der Durchsicht des Literaturverzeichnisses fällt es übrigens auf, daß die deutsche Forschung fast nur durch Hochschulinstitute vertreten ist, während eine ganze Reihe von Arbeiten aus englischen und amerikanischen Industrielaboratorien stammt. Es ist bedauerlich, daß über die sicherlich reichen Erfahrungen der deutschen Industrie demnach kaum etwas veröffentlicht ist.

Frhr. v. Göler.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Neuseelands wachsender Bedarf an Elektromaterial. — Die Entwicklung der Elektrisierung Neuseelands[1] reicht in die Vorkriegszeit zurück. Der Weitblick der Regierung hatte rechtzeitig den hohen ökonomischen Wert einer großzügigen Elektrizitätsversorgung erkannt und daher mit Energie den Ausbau ergiebiger Kraftquellen gefördert. Heute haben bereits etwa 90 % der gesamten Bevölkerung von ungefähr 1,5 Millionen die Möglichkeit der Stromentnahme. Dagegen entsprechen die Konsumbedingungen noch nicht den Forderungen des Tages. Infolgedessen erkennt die neuseeländische Regierung z. Z. als eine ihrer vornehmsten Aufgaben die Durchführung bedeutender Projekte zur Erweiterung des bestehenden Stromnetzes; denn in der Tat erhöhen sich die Ansprüche des Verbrauchs an die Elektroindustrie sowohl in der Agrarwirtschaft als auch in Industrie und Verkehr sowie nicht zuletzt in Gewerbe und Haushalt außerordentlich.

Im Ausbau der heimischen Kraftquellen hat die Regierung bereits ein Kapital von mehr als 6,5 Mill. £ investiert, von Kommunen und lokalen Behörden sind dazu in Verbindung mit den staatlichen Unternehmungen für Stromerzeugung und -verteilung annähernd 8 Mill. £ aufgewendet worden, und außerdem von privaten Gesellschaften für ähnliche Zwecke mehr als 3 Mill. £. Kürzlich ist nun in planmäßiger Weiterarbeit auf der Südinsel das Elektrizitätswerk am Coleridgesee auf 27 000 kW erweitert und eine neue Kraftstation am Waitaki bei Kurow (40 000 PS) in Bau genommen worden. Auf der Nordinsel kann das Mangahao-Werk, das den Bezirk Wellington beliefert, den gesteigerten Anforderungen des Verbrauchs nicht mehr entsprechen und soll daher in nächster Zeit stark ausgebaut werden. Mit der Errichtung der Zentrale Arapuni ist man z. Z. beschäftigt (zunächst 60 000, später 160 000 PS), ebenso an der Hawkebai mit dem Bau des Waikaremoana-Werks. Alle diese Maßnahmen zur Steigerung der Stromerzeugung ergeben natürlich weitgehende Möglichkeiten stärkeren Energiebezugs und erhöhen die künftige Bedeutung Neuseelands als Absatzgebiet für elektrotechnische Maschinen, Apparate, Geräte, Installationsbedarf usw. Beachtung verdient der hohe Verbrauch an Kraftstrom; eine große Reihe industrieller und landwirtschaftlicher Betriebe ist bestrebt, ihre Wärmewirtschaft von bisher Gas, Kohle oder Petroleum auf Elektrizität umzustellen. Sehr wichtig erscheint ferner die lebhafte, beständige Nachfrage der staatlichen Stellen, die wiederholt umfangreiche Lieferungen von Elektrobedarf öffentlich ausschreiben, in letzter Zeit beispielsweise solche von elektrischen Zentrifugalpumpen für die Abwasserregulierung in Christchurch (Südinsel). Die Automatisierung des Fernsprechwesens ergibt einen erhöhten Bedarf an bezüglichen Einrichtungen. Interessant sind überdies die Pläne für eine weitere Elektrisierung der Eisenbahnen. Augenblicklich wird die Linie von Christchurch zum Hafen von Lyttelton elektrisiert, eine Maßnahme, die die Umstellung anderer Eisenbahnstrecken zunächst nach den Vorstädten einzelner großer Verkehrszentren einleiten soll. Sodann will man demnächst die schon elektrisch betriebene Arthurs-Paß-Tunnellinie, die auf der Südinsel die Ost- mit der Westküste verbindet, weiter ausbauen. Die Elektrisierung der Eisenbahnen hat, abgesehen von den erforderlichen elektrischen Maschinen, Motoren, Ausrüstungen usw., erhöhten Bedarf für Werkzeugmaschinen (u. a. elektrische Nietenschweißer, Bolzenpressen u. dgl.) zur Folge. Recht bemerkenswert ist der gesteigerte Verbrauch von Kraftstrom in den Farmwirtschaften, vor allem in der Milchveredlung. Die Zahl der hier arbeitenden elektrischen Maschinen verschiedener Art hat sich von 548 im Jahr 1922 auf 6738 im vergangenen Jahr gesteigert. Die Personen- und Güterbewegung auf Straßen (Straßenbahnen, Straßenbau) wird künftig vermehrt mit elektrischer Energie durchgeführt werden. Alle Schritte in der Entwicklung der Stromzufuhr haben aber nicht allein die Industrie und Landwirtschaft in wachsendem Maße zu Elektrizitätsverbrauchern gemacht, sondern auch das Gewerbe und die Privatwirtschaft. Noch vor einiger Zeit wurde elektrische Arbeit seitens dieser Kreise fast ausschließlich für Beleuchtung in Anspruch genommen, heute dagegen überwiegend für Arbeitsleistung. Man schätzt den Konsum etwa auf 17 % für Licht, 23 % für den Antrieb von Maschinen und 60 % für Heizen, Kochen usw. Von den 98 Elektrizitätsgesellschaften, deren Aufgabe die Verteilung elektrischen Stromes ist — die großen staatlichen Werke verkaufen ihn an diese Unternehmungen — hatten 79 einen gegen das Vorjahr um durchschnittlich 103 % größeren Abnehmerzugang. Sehr günstig liegen hier besonders die Absatzmöglichkeiten für Kochplatten, Röster, Töpfe, Kochkessel, elektrische Öfen, Sonnen, Staubsauger, Fächer, Plätteisen u. dergl. In den zahlreichen Wäschereien Neuseelands kommen z. B. in ständig zunehmendem Umfang elektrotechnische Hilfsmittel für die verschiedenen Aufgaben zur Verwendung; ebenso wird in den öffentlichen Bügelanstalten, Schneiderwerkstätten usw. jetzt fast ausschließlich mit Elektrizität gearbeitet. Ganz ausnehmend begehrt sind z. Z. Heißwasserapparate usw. Voraussetzung für eine stärkere Belebung des Verkaufs ist allerdings eine weitere Senkung der Strompreise. Dem heute noch überwiegenden englischen Import kommen weitgehende Zollvergünstigungen, die neuerdings noch gesteigert worden sind, zugute. Trotzdem konnten sowohl die V. S. Amerika wie Kanada in letzter Zeit mit Hilfe rühriger und zäher Propaganda dem britischen Handel mit elektrotechnischen Waren erheblich Boden abgewinnen. Die Engländer haben die ihrer Vormachtstellung drohende Gefahr auch vollkommen erkannt. In der Orientierung des nationalen Exports über Neuseeland betont die britische Handelspresse fortgesetzt, die Preise für dorthin bestimmtes elektrotechnisches Material so niedrig als möglich zu stellen, um der fähigen fremden Konkurrenz den Boden für eine erfolgreiche Wettbewerbsarbeit rechtzeitig zu entziehen. *hgm.*

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 22.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Im Oktober 1928 ist die Einfuhr gegen den Vormonat (479 318 £) wertlich um 171 480 £ oder 36 % und gegen den gleichen Monat des Vorjahres um 43 101 £ bzw. 7 % gestiegen. Diese Zunahme betraf im wesentlichen gummiisoliertes Leitungsmaterial für Starkstrom, Schwachstrominstrumente, elektrotechnische Kohlen, Meßinstrumente sowie Schalttafeln für Starkstrom; der Import von Leitungsmaterial für Schwachstrom, Glüh- und Bogenlampen ist gegen den Oktober 1927 zurückgegangen. Die Ausfuhr zeigt im Vergleich zum September (1 478 578 £) eine wertliche Erhöhung um 66 544 £, d. s. nahezu 5 %, und gegen den Oktober 1927 um 67 125 £ oder den gleichen Prozentsatz. Die Vermehrung erstreckte sich hauptsächlich auf gewisse Maschinen, Unterseekabel, Glühlampen, Meßinstrumente und nicht spezifizierte Erzeugnisse, während der Export von nicht mit Gummi isoliertem Leitungsmaterial für Starkstrom, Schwachstromleitungen und -instrumenten, künstlichen Kohlen und Bogenlampen abgenommen hat. In den abgelaufenen zehn Monaten ist im Vergleich zu derselben Periode des Vorjahres die Einfuhr um 498 750 £, also 11 %, gewachsen, die Ausfuhr dagegen um 100 326 £ geringer geworden. Ihr Überschuß betrug 10 091 479 £ (10 690 555 i. V.).

Erzeugnisse	Einfuhr in £ 1928	Einfuhr in £ 1927	Ausfuhr in £ 1928	Ausfuhr in £ 1927
	Oktober			
Maschinen	153 324	143 147	561 734	540 161
Waren u. Apparate	497 474	464 550	983 388	937 836
	650 798	607 697	1 545 122	1 477 997
	Januar/Oktober			
Maschinen	1 437 061	1 322 800	5 539 470	5 604 192
Waren u. Apparate	3 720 048	3 335 559	9 709 118	9 744 722
	5 157 109	4 658 359	15 248 588	15 348 914

Aus der Geschäftswelt. — Unsere Notiz über die Gründung der Dr. Max Levy G. m. b. H., Berlin, (ETZ 1928, S. 1663) ist dahin zu ergänzen, daß die Fabrik elektrischer Maschinen und Apparate Dr. Max Levy weiter besteht und im Besitz des Fabrikgrundstücks Müllerstr. 30 sowie eines kleineren Teils des Vertriebes bleibt. Der Hauptteil des letzteren und die gesamte Fabrikation sind in die neue Gesellschaft eingebracht worden, deren Anteile in den Händen des Herrn Dr. Max Levy bleiben.

[1] Nach The Electrician Bd. 101, 1928, S. 556. Vgl. ETZ 1928, S. 1662.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 270: Wer stellt Permalloy-Transformatorenblech her?

Abschluß des Heftes: 24. November 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 300 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

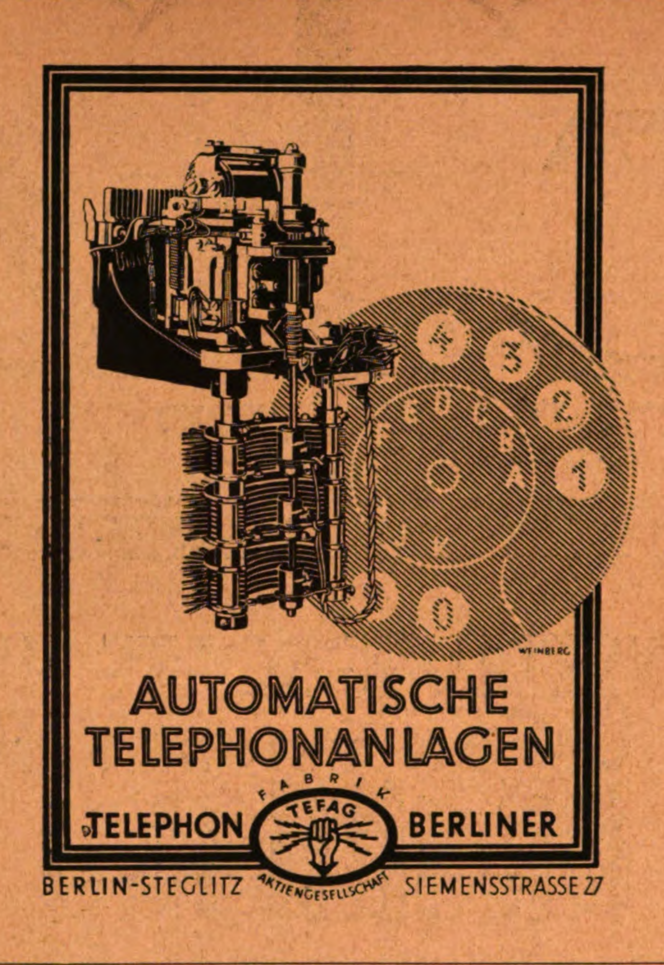
ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



…HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 6. DEZEMBER 1928
…69—1800)

Des Weihnachtsfestes wegen muß der Anzeigenteil des Heftes 51 am Sonnabend den 15. Dezember und des Heftes 52 am Freitag den 21. Dezember, vorm. 8 Uhr, abgeschlossen werden.



WESTON

Präzisions-Voltmeter

Empfindlichkeit
bis 3000 Ω/V

Mod. 45
Das Gebrauchsnormal
für Betrieb, Prüffeld und Montage

Gegen äußere Magnetfelder
vollkommen abgeschirmt



Mod. 45

Generalvertrieb:
Dipl.-Ing. D. Bercovitz & Sohn
BERLIN-SCHÖNEBERG



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 6. Dezember 1928 | Heft 49

Freiluftstationen mit hängenden Trennschaltern.

Von Dr.-Ing. **Bernhard Jansen**, Hannover.

Übersicht. Die kurzzeitige, aber starke Entwicklung des deutschen Freiluftstationsbaues hat zu verschiedenen charakteristischen Bauweisen (Hoch-, Flach- und Mittelbauweise) geführt, die durch die Veröffentlichungen von Rachel, Moldenhauer und Probst bekannt geworden sind. Unter diesen verdient die sogenannte „Mittelbauweise mit hängenden Trennschaltern" besondere Beachtung. Sie wird nachstehend beschrieben, und ihre Anwendung wird an vier Beispielen erläutert.

Der Bau von Schaltanlagen in Freiluftausführung ist in Deutschland erst in den letzten 4 bis 6 Jahren in umfangreicherem Maße aufgenommen worden. Doch war die Entwicklung der Ausführungsformen in dieser kurzen Zeit stürmischer als auf irgend einem anderen Gebiete, so daß man heute nach kurzer Entwicklungszeit schon von einer gewissen Abklärung der Bauformen sprechen kann.

Die Fragen der Zweckmäßigkeit, Wirtschaftlichkeit und Betriebsicherheit von Freiluftstationen im Vergleich zu den früher allgemein gebräuchlichen Gebäudeschaltanlagen sind heute kaum mehr umstritten. Man hat allerdings einsehen müssen, daß sich nicht allgemein eine absolute Überlegenheit des einen oder anderen Systems feststellen läßt. Noch weniger kann man, was wiederholt versucht wurde, allgemein gültige Zahlen für das Maß der zu erwartenden Ersparnisse angeben. Man muß sich vielmehr mit der Erkenntnis begnügen, in welchem Maße die einzelnen ein Bauvorhaben bestimmenden Faktoren — jeder für sich genommen — zugunsten der einen oder anderen Bauform sprechen, und durch Abwägen der Wertigkeit der einzelnen Faktoren gegeneinander sich schon vor einer exakten Durchrechnung ein in großen Zügen zutreffendes Bild von der zweckmäßigsten Ausführungsart machen. Um nur einige Faktoren herauszuheben, sei gesagt, daß niedrige Betriebspannungen, umfangreiche Fernbetätigungs-, Meß- und Signaleinrichtungen, geringe Baugrundfläche, unsaubere Luftverhältnisse und vielfach auch baupolizeiliche Rücksichten zugunsten der geschlossenen Gebäudestation sprechen. Bei hohen Betriebspannungen, einfachen Schaltbildern, ausreichendem Bauplatz und normalen atmosphärischen Verhältnissen wird jedoch die Waage zugunsten der Freiluftstation ausschlagen.

Eine gewisse Voreingenommenheit gegen das Neue, die sich in den Entwicklungsjahren in starkem Maße bemerkbar machte, ist heute allmählich gewichen. Ich möchte diese Voreingenommenheit nicht verdammen. Man kann sie vielleicht in gewissem Sinne mit Vorsicht bezeichnen und ihr die günstige Wirkung zusprechen, daß der Freiluftstationsbau sich jeden Zollbreit Boden hart erkämpfen mußte und gezwungen wurde, seine Bauweisen und sein Material einer scharfen Ausscheidungsprobe zu unterwerfen.

So ist es auch erklärlich, daß der deutsche Freiluftstationsbau eine regional verschiedene Entwicklung genommen hat. Brandenburg, Sachsen, Hannover und Westfalen waren wohl die Gebietsteile, in denen der Freiluftstation zunächst die meiste Beachtung geschenkt wurde. In dem sächsischen Gebiete wurde vor allem die sogenannte Flachbauweise gepflegt, die von Rachel an dieser Stelle (ETZ 1926, S. 436) eingehend behandelt wurde. Über die in Brandenburg ausgeführten Freiluftanlagen berichtete Moldenhauer auf der VDE-Tagung 1927 in Kiel (Fachberichte der XXXII. Jahresversammlung S. 46). Der weitaus größere Teil der dortigen Anlagen ist in Hochbauweise ausgeführt. Doch scheint die neuere Tendenz nach dem Mittelbau mit stehenden Trennschaltern hinzuführen. Im hannoversch-westfälischen Gebiet wurde schon früh die Mittelbauweise bevorzugt, sei es nun mit stehenden oder hängenden Trennschaltern. Die übrigen hier nicht besonders aufgeführten Gebietsteile Deutschlands, die sich erst relativ spät dem Freiluftstationsbau zuwandten, lehnen sich in ihrer vorherrschenden Bauweise mehr oder minder einer der obenerwähnten Flach-, Mittel- oder Hochbauweisen an. Probst hat, ohne der einen oder anderen Art das Wort zu reden, an dieser Stelle (ETZ 1928, S. 382) eine Nebeneinanderstellung der gebräuchlichsten Bauarten von Freiluftstationen gebracht, aus der man sich ein gutes Bild von dem gegenwärtigen Stand des Freiluftanlagenbaues machen kann.

Verhältnismäßig wenig ist eine besonders in Hannover gepflegte Bauweise bekannt geworden, die ihrer wirtschaftlichen und betriebstechnischen Vorzüge wegen allgemeiner bekannt zu werden verdient, die „Mittelbauweise mit hängenden Trennschaltern". Im nachstehenden sei deshalb gezeigt, welche Forderungen zu der Ausbildung dieser Bauweise geführt haben und wie diese Forderungen in der praktischen Ausführung erfüllt werden. An einigen Beispielen soll dann weiter erläutert werden, wie sich die „Mittelbauweise mit hängenden Trennschaltern" gleichgut für alle Stationsarten von der kleinsten bis zu der größten eignet.

Als wichtigste Forderungen, die man nach dem heutigen Stande der Technik an den Bau von Freiluftstationen stellen muß, seien folgende angeführt:

1. Größtmögliche Übersichtlichkeit der Gesamtanlage und ihrer Einzelfelder.
2. Leichteste Bedienbarkeit bei gleichzeitig bester Orientierung über den jeweiligen Schaltzustand zur Vermeidung von Schaltfehlern.
3. Größtmöglicher Schutz des Bedienenden gegen zufällige Berührung und Schaltfehlerwirkungen.
4. Leichte Zugänglichkeit aller Einzelteile zur Kontrolle, Reinigung und Unterhaltung.
5. Leichte Auswechselbarkeit und leichter Transport aller Einzelteile ohne Gefährdung des Personals durch benachbarte, unter Spannung stehende Anlageteile.
6. Leichte Aufbau-, Änderungs- und Erweiterungsmöglichkeit des Traggerüstes.
7. Niedrige Gesamtkosten und mäßiger Platzbedarf.

Man erkennt bald, daß es schwer sein muß, alle diese Forderungen in einer Freiluftanlage zugleich und in gleichvollem Maße zu erfüllen. Das wird einem besonders klar, wenn man die verschiedenen bereits bekannten Bauweisen unter diesem Gesichtswinkel kritisch betrachtet. Wodurch und in welchem Maße diese Forderungen bei der „Mittelbauweise mit hängenden Trennschaltern" verwirklicht sind, soll uns eine Prüfung der in umstehenden Abbildungen gekennzeichneten vier Grundformen der Freiluftschaltanlagen zeigen. Es sind dies:

Abb. 1: Einsammelschienenstation mit einreihiger Ölschalteranordnung,

Abb. 2: Einsammelschienenstation mit doppelreihiger Ölschalteranordnung,

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 6. Dezember 1928 | Heft 49

Freiluftstationen mit hängenden Trennschaltern.

Von Dr.-Ing. **Bernhard Jansen,** Hannover.

Übersicht. Die kurzzeitige, aber starke Entwicklung des deutschen Freiluftstationsbaues hat zu verschiedenen charakteristischen Bauweisen (Hoch-, Flach- und Mittelbauweise) geführt, die durch die Veröffentlichungen von Rachel, Moldenhauer und Probst bekannt geworden sind. Unter diesen verdient die sogenannte „Mittelbauweise mit hängenden Trennschaltern" besondere Beachtung. Sie wird nachstehend beschrieben, und ihre Anwendung wird an vier Beispielen erläutert.

Der Bau von Schaltanlagen in Freiluftausführung ist in Deutschland erst in den letzten 4 bis 6 Jahren in umfangreicherem Maße aufgenommen worden. Doch war die Entwicklung der Ausführungsformen in dieser kurzen Zeit stürmischer als auf irgend einem anderen Gebiete, so daß man heute nach kurzer Entwicklungszeit schon von einer gewissen Abklärung der Bauformen sprechen kann.

Die Fragen der Zweckmäßigkeit, Wirtschaftlichkeit und Betriebsicherheit von Freiluftstationen im Vergleich zu den früher allgemein gebräuchlichen Gebäudeschaltanlagen sind heute kaum mehr umstritten. Man hat allerdings einsehen müssen, daß sich nicht allgemein eine absolute Überlegenheit des einen oder anderen Systems feststellen läßt. Noch weniger kann man, was wiederholt versucht wurde, allgemein gültige Zahlen für das Maß der zu erwartenden Ersparnisse angeben. Man muß sich vielmehr mit der Erkenntnis begnügen, in welchem Maße die einzelnen ein Bauvorhaben bestimmenden Faktoren — jeder für sich genommen — zugunsten der einen oder anderen Bauform sprechen, und durch Abwägen der Wertigkeit der einzelnen Faktoren gegeneinander sich schon vor einer exakten Durchrechnung ein in großen Zügen zutreffendes Bild von der zweckmäßigsten Ausführungsart machen. Um nur einige Faktoren herauszuheben, sei gesagt, daß niedrige Betriebspannungen, umfangreiche Fernbetätigungs-, Meß- und Signaleinrichtungen, geringe Baugrundfläche, unsaubere Luftverhältnisse und vielfach auch baupolizeiliche Rücksichten zugunsten der geschlossenen Gebäudestation sprechen. Bei hohen Betriebspannungen, einfachen Schaltbildern, ausreichendem Bauplatz und normalen atmosphärischen Verhältnissen wird jedoch die Waage zugunsten der Freiluftstation ausschlagen.

Eine gewisse Voreingenommenheit gegen das Neue, die sich in den Entwicklungsjahren in starkem Maße bemerkbar machte, ist heute allmählich gewichen. Ich möchte diese Voreingenommenheit nicht verdammen. Man kann sie vielleicht in gewissem Sinne mit Vorsicht bezeichnen und ihr die günstige Wirkung zusprechen, daß der Freiluftstationsbau sich jeden Zollbreit Boden hart erkämpfen mußte und gezwungen wurde, seine Bauweisen und sein Material einer scharfen Ausscheidungsprobe zu unterwerfen.

So ist es auch erklärlich, daß der deutsche Freiluftstationsbau eine regional verschiedene Entwicklung genommen hat. Brandenburg, Sachsen, Hannover und Westfalen waren wohl die Gebietsteile, in denen der Freiluftstation zunächst die meiste Beachtung geschenkt wurde. In dem sächsischen Gebiete wurde vor allem die sogenannte Flachbauweise gepflegt, die von Rachel an dieser Stelle (ETZ 1926, S. 436) eingehend behandelt wurde. Über die in Brandenburg ausgeführten Freiluftanlagen berichtete Moldenhauer auf der VDE-Tagung 1927 in Kiel (Fachberichte der XXXII. Jahresversammlung S. 46). Der weitaus größere Teil der dortigen Anlagen ist in Hochbauweise ausgeführt. Doch scheint die neuere Tendenz nach dem Mittelbau mit stehenden Trennschaltern hinzuführen. Im hannoversch-westfälischen Gebiet wurde schon früh die Mittelbauweise bevorzugt, sei es nun mit stehenden oder hängenden Trennschaltern. Die übrigen hier nicht besonders aufgeführten Gebietsteile Deutschlands, die sich erst relativ spät dem Freiluftstationsbau zuwandten, lehnen sich in ihrer vorherrschenden Bauweise mehr oder minder einer der obenerwähnten Flach-, Mittel- oder Hochbauweisen an. Probst hat, ohne der einen oder anderen Art das Wort zu reden, an dieser Stelle (ETZ 1928, S. 382) eine Nebeneinanderstellung der gebräuchlichsten Bauarten von Freiluftstationen gebracht, aus der man sich ein gutes Bild von dem gegenwärtigen Stand des Freiluftanlagenbaues machen kann.

Verhältnismäßig wenig ist eine besonders in Hannover gepflegte Bauweise bekannt geworden, die ihrer wirtschaftlichen und betriebstechnischen Vorzüge wegen allgemeiner bekannt zu werden verdient, die „Mittelbauweise mit hängenden Trennschaltern". Im nachstehenden sei deshalb gezeigt, welche Forderungen zu der Ausbildung dieser Bauweise geführt haben und wie diese Forderungen in der praktischen Ausführung erfüllt werden. An einigen Beispielen soll dann weiter erläutert werden, wie sich die „Mittelbauweise mit hängenden Trennschaltern" gleichgut für alle Stationsarten von der kleinsten bis zu der größten eignet.

Als wichtigste Forderungen, die man nach dem heutigen Stande der Technik an den Bau von Freiluftstationen stellen muß, seien folgende angeführt:

1. Größtmögliche Übersichtlichkeit der Gesamtanlage und ihrer Einzelfelder.
2. Leichteste Bedienbarkeit bei gleichzeitig bester Orientierung über den jeweiligen Schaltzustand zur Vermeidung von Schaltfehlern.
3. Größtmöglicher Schutz des Bedienenden gegen zufällige Berührung und Schaltfehlerwirkungen.
4. Leichte Zugänglichkeit aller Einzelteile zur Kontrolle, Reinigung und Unterhaltung.
5. Leichte Auswechselbarkeit und leichter Transport aller Einzelteile ohne Gefährdung des Personals durch benachbarte, unter Spannung stehende Anlageteile.
6. Leichte Aufbau-, Änderungs- und Erweiterungsmöglichkeit des Traggerüstes.
7. Niedrige Gesamtkosten und mäßiger Platzbedarf.

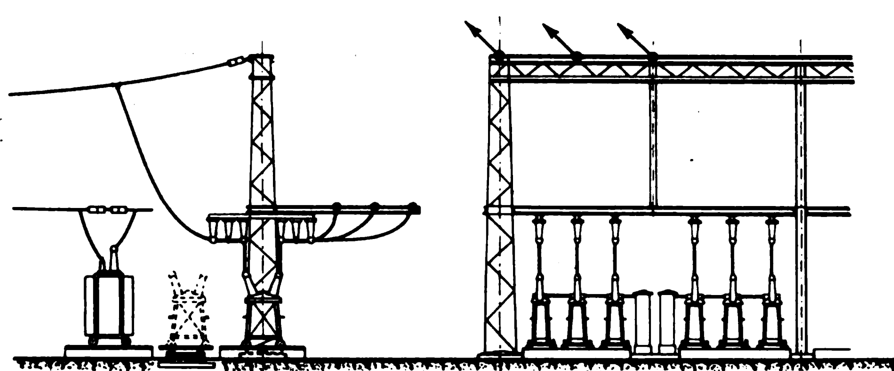
Man erkennt bald, daß es schwer sein muß, alle diese Forderungen in einer Freiluftanlage zugleich und in gleichvollem Maße zu erfüllen. Das wird einem besonders klar, wenn man die verschiedenen bereits bekannten Bauweisen unter diesem Gesichtswinkel kritisch betrachtet. Wodurch und in welchem Maße diese Forderungen bei der „Mittelbauweise mit hängenden Trennschaltern" verwirklicht sind, soll uns eine Prüfung der in umstehenden Abbildungen gekennzeichneten vier Grundformen der Freiluftschaltanlagen zeigen. Es sind dies:

Abb. 1: Einsammelschienenstation mit einreihiger Ölschalteranordnung,
Abb. 2: Einsammelschienenstation mit doppelreihiger Ölschalteranordnung,

Abb. 3: Doppelsammelschienenstation mit einreihiger Ölschalteranordnung,

Abb. 4: Doppelsammelschienenstation mit doppelreihiger Ölschalteranordnung.

Alle Abbildungen stellen vierfeldrige Stationen dar, die nur mit den notwendigsten Apparaten ausgerüstet sind, um einen objektiven Vergleich zu erleichtern. Für die praktische Ausführung macht es jedoch keine Schwierigkeiten, Strom- und Spannungswandler sowie sonstige Nebenapparate in üblicher Weise hinzuzufügen. Die erste Forderung nach größtmöglicher Übersichtlichkeit der Gesamtanlage und ihrer Einzelfelder läßt sich bei Freiluftanlagen allgemein dann am besten erfüllen, wenn man eine Übereinander-Anordnung der Apparate und Leitungen, wie sie bei der Hochbauweise üblich ist, möglichst vermeidet und die Ölschalter, Trennschalter, Sammelschienen und Zuleitungen vielmehr nebeneinander, also wie es bei dem schematischen Schaltbild üblich ist, möglichst in einer Ebene anordnet. Im Extrem hat diesen Grundsatz bekanntlich die Flachbauweise durch Ausbreitung des Schaltplans auf die flache Erde zu verwirklichen versucht. Zwei unumgängliche Schwierigkeiten stellten sich jedoch diesem Versuch in den Weg. Da ist einmal die Notwendigkeit der Kreuzung von Sammelschienen und Zuleitungen in spannungsicherem Abstand voneinander und zweitens die gefahrlose Zugänglichkeit der Einzelteile. Diese beiden Notwendigkeiten haben die Flachbauweise gezwungen, die Elemente ihres Schaltbildes in zwei Ebenen mit erheblichem Höhenunterschied zu verlegen und die Einzelapparate unter gleichzeitiger Vergrößerung des Phasenabstandes soweit auseinander zu rücken und dazu noch mit Zäunen zu umgeben, daß man gefahrlos darum herumgehen kann. Hierdurch ist der Platzbedarf gewaltig gesteigert und das ursprünglich erstrebte Ziel, die größtmögliche Übersichtlichkeit, nur unvollkommen erreicht worden.



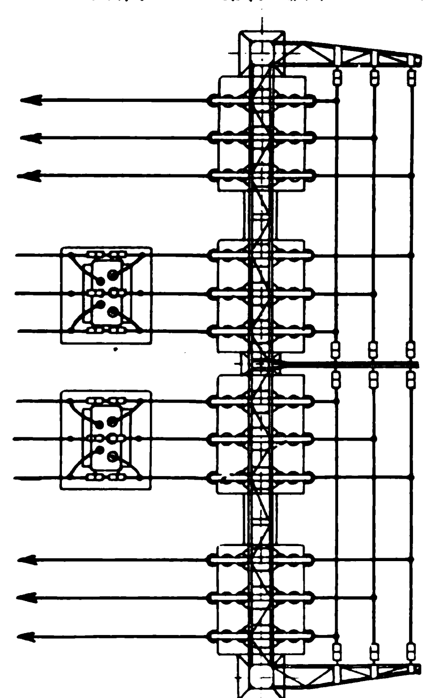


Abb. 1. Einsammelschienenstation mit einreihiger Ölschalteranordnung.

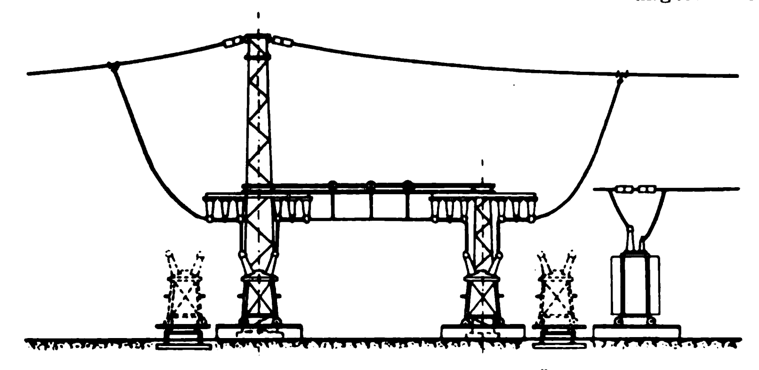


Abb. 2. Einsammelschienenstation mit doppelreihiger Ölschalteranordnung.

In zielsicherer Weise begegnet die hier zu beschreibende Bauart den beiden vorgenannten Schwierigkeiten dadurch, daß sie die Einzelelemente des Schaltbildes nicht auf dem Erdboden, sondern in einer wenig höhergelegenen Ebene an einem besonders gearteten Traggerüst nebeneinander anbringt. Diese Ebene ist nur so hoch zu legen, daß man gefahrlos unter den spannungführenden Teilen einhergehen kann, also etwa 3,5 ... 4 m über dem Erdboden. Durch diese Anordnung wird zweierlei erreicht. Zunächst fallen die horizontalen Zwischenräume für die Begehungswege und Zaunabstände zwischen den einzelnen Apparaten weg, wodurch sich die Flächenausdehnung erheblich vermindert. Gleichzeitig damit kann der Phasen- und Leiterabstand bei gleichgroßer elektrischer Sicherheit erheblich vermindert werden, da die geringere Leitungslänge auch geringe Ausschwingungen bei Wind oder dergleichen mitsichbringt. Außerdem kann aber auch der vertikale Abstand der sich kreuzenden Zuleitungen und Sammelschienen auf ein geringes Maß reduziert werden, so daß beim Betrachten der Station die Apparate tatsächlich auch nebeneinander wie in einer Ebene, also wie im Schaltbild gesehen werden. Die Bauart der schweren Apparate, wie Ölschalter, Transformatoren und Wandler, die natürlich nach wie vor auf dem Boden aufgestellt werden müssen, begünstigt die Anordnung der Schaltanlagenelemente in einer über dem Beschauer liegenden Ebene, da sie durchweg in ihrem unteren Teil aus einem erdgeschlossenen ungefährlichen Ölgefäß bestehen, aus dem die Stromzuleitungen über Handreichhöhe, also nahe vorgenannter Ebene herausragen, wie aus den Abb. 1 ... 4 zu ersehen ist.

Neben der Erfüllung der ersten Forderung nach größtmöglicher Übersichtlichkeit der Anlage ist durch die vorbeschriebene Bauart aber auch schon den beiden nächsten Forderungen nach leichtester Bedienbarkeit und größtmöglichem Schutz des Bedienenden genügt. Die Ölschalterantriebe sind wie üblich direkt neben den Ölschaltergruppen in einer oder zwei Reihen angebracht. Die Trennschalterantriebe liegen entweder an den Säulen des Traggerüstes oder, was zur Einfachheit und Zugänglichkeit des Gestänges wesentlich beiträgt, direkt unterhalb der zugehörigen Trennschalter. Die zum gleichen Schaltfeld gehörenden Antriebe sind wiederum für sich je in einer Reihe angeordnet. Im übrigen ist der Stationsboden — und das unterscheidet die beschriebene Bauart insbesondere von der Mittelbauweise mit stehenden Trennschaltern — frei von allen Hindernissen oder spannungführenden Teilen, so daß sich der Bedienende ungehindert und ungefährdet überall hin bewegen kann. Vor Ausführung eines Schaltvorhabens kann er sich durch einen einzigen Gang längs durch die Station von dem

jeweiligen Schaltzustand schnell überzeugen und dann, in dem in Frage kommenden Schaltfeld stehend, seine Schaltung machen, wobei er alle notwendigen Elemente klar und unverdeckt durch davorstehende Apparate in kurzem Abstand über sich vor Augen hat. Auch bei Dunkelheit oder Nebel zeichnen sich die Apparate und Leitungen des Feldes deutlich als Silhouette auf dem noch wenig hellen Himmel ab. Bei dieser Gelegenheit sei gleich eingeflochten, daß diese Silhouette natürlich um so klarer ist, je einfacher die Umrißformen der verwandten Elemente sind. Das gilt vor allem für Trennschalterisolatoren und Betätigungsgestänge, für Sammelschienenträger und Abspannisolatoren sowie besonders für das Traggerüst. Deshalb sind Eisenvollwand- oder Eisenbetongerüste den bisher meist angewandten Eisengitterkonstruktionen vorzuziehen.

Abb. 3. Doppelsammelschienenstation mit einreihiger Ölschalteranordnung.

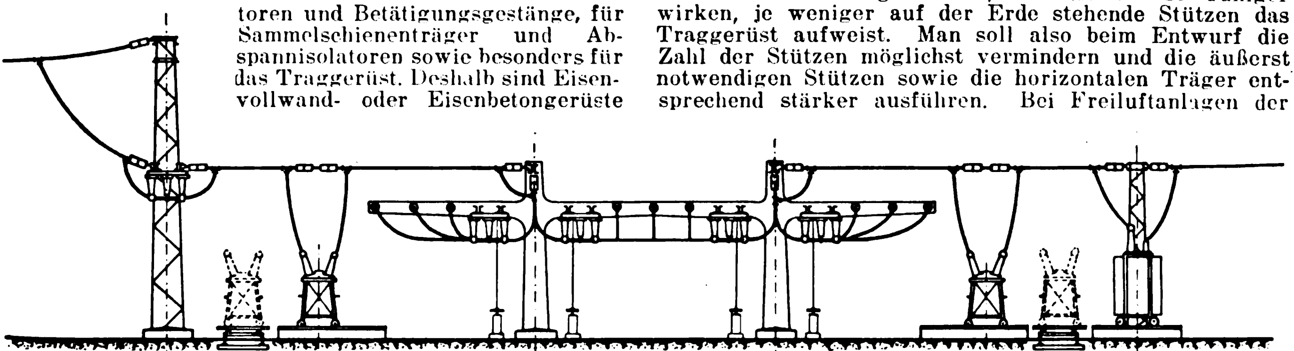


Abb. 4. Doppelsammelschienenstation mit doppelreihiger Ölschalteranordnung.

Die Erfüllung der vierten und fünften Forderung nach leichter und gefahrloser Zugänglichkeit und Auswechselbarkeit aller Anlagenteile bewirkt die betrachtete Bauweise in gleichem Maße wie alle Anlagen in Mittel- oder Flachbauweise, weil die Apparate neben- und nicht übereinander angeordnet sind. Eine Besichtigung während des Betriebes zu Kontrollzwecken ist sogar leichter möglich, da die Apparate mit ihren betriebswichtigen Teilen nur wenige Meter vor dem Auge des Beobachters von allen Seiten sichtbar angeordnet sind. Die wiederholt vorgehaltene Schwierigkeit, an den Trennschalterantrieb zu gelangen, ist dadurch auf ein Mindestmaß reduziert, daß, wie oben bereits erwähnt, der Antrieb in denkbar einfachster Weise direkt auf die Schwenkhebel der Drehisolatoren wirkt.

Die Forderung nach leichter Aufbau-, Änderungs- und Erweiterungsmöglichkeit des Traggerüstes läuft darauf hinaus, das Gerüst einmal so einfach wie möglich zu gestalten und ferner zu seinem Aufbau möglichst nur gleichartige Elemente, die in jedem Schaltfeld wiederkehren, zu verwenden. Das Gerüst muß gewissermaßen nach dem neuzeitlichen Austausch- oder Baukastensystem entworfen werden. Zu seiner Verbilligung trägt es wesentlich bei, wenn man die meist vor den Stationen stehenden Endmaste oder Abspannportale in die Station hineinverlegt und zum Tragen der Trennschalter und Leitungen mit heranzieht, wie es die Abb. 1 ... 4 veranschaulichen. In den Fällen 3 und 4 haben die Abspannportale mit Hilfe ihrer horizontalen Zwischentraversen nur eine einfache Trennschalterreihe, die Freileitungs-Trennerdungsschalter zu tragen, da für die Doppelsammelschienen doch sowieso ein besonderes Sammelschienentraggerüst erforderlich ist, das auch die beiden Trennschalter mit aufnimmt. Vielseitiger ist die Funktion der Abspannportale in den Fällen 1 und 2. Dort haben die horizontalen Zwischentraversen, die direkt oberhalb der Ölschalterreihe verlaufen, beide vor und hinter dem Ölschalter liegenden Trennschalter zu tragen. Um aber auch in diesem Falle mit einem einfacheren Horizontalträger auszukommen, sind je zwei zur gleichen Phase gehörige Trennschalterelemente hintereinander auf dem gleichen Grundbalken befestigt. Dadurch ist ein denkbar einfaches Traggerüst, wie es die Abb. 1 und 2 zeigen, ermöglicht, das für je 4 Schaltfelder nur 3 senkrechte Stützen benötigt. Die Sammelschienen kann man im allgemeinen zwischen freitragenden Armen spannen. Als zweckmäßig erweist sich hierbei die Zusammenfassung von je zwei Schaltfeldern, so daß es sich also empfiehlt, zweifeldrige Konstruktionselemente auszubilden, wie es bei allen abgebildeten Schaltfeldern geschehen ist.

Die nach obigen Grundsätzen erreichte Einfachheit und Auswechselbarkeit der Einzelelemente läßt sich am besten an Hand der Abb. 3 und 4 verfolgen. Die in Vollblech oder Eisenbeton auszuführenden Sammelschienen-Traggerüste wirken besonders wuchtig und ruhig. Überhaupt kann man an ausgeführten Freiluftstationen aller Systeme die Beobachtung machen, daß sie um so ruhiger wirken, je weniger auf der Erde stehende Stützen das Traggerüst aufweist. Man soll also beim Entwurf die Zahl der Stützen möglichst vermindern und die äußerst notwendigen Stützen sowie die horizontalen Träger entsprechend stärker ausführen. Bei Freiluftanlagen der Mittelbauweise trägt hierzu insbesondere die Anwendung von hängenden statt stehenden Trennschaltern bei. Letztere werden nämlich in der Regel, wenn man die Absperrung durch Zäune des Platzbedarfes wegen vermeiden will, auf mannshohen Böcken montiert, die mit ihren vielen Tragstützen verkehrshindernd und sichtversperrend wirken.

Die in diesem Zusammenhang interessierende Frage, welcher Art der Trennschalteranordnung, der stehenden

oder der hängenden, vom betriebstechnischen Standpunkt der Vorzug zu geben ist, kann nicht zugunsten einer Art entschieden werden. Für beide Trennschalterarten sind Vereisungen und stehenbleibende Lichtbögen die größten Gefahren, wenn man von mechanischen Zerstörungen der Isolatoren und Festsetzen der Antriebe absieht. Beide Arten haben sich — teilweise in den gleichen Anlagen — gut bewährt. Bei beiden sind aber auch Defekte aufgetreten, die allerdings meist bei neueren Konstruktionen vermieden werden, nachdem man ihre Ursache kennengelernt hat. Soweit die Betriebsicherheit eine Frage der Apparatekonstruktion und des dabei verwandten Materials ist, kann man also keinen Unterschied zwischen den einzelnen Stationsbauarten feststellen. Dies ist vielmehr nur möglich hinsichtlich des Einflusses der Stationsbauformen auf die oben behandelten Fragen der Übersichtlichkeit, Gefahrlosigkeit usw., und da muß man sagen, daß die „Mittelbauweise mit hängenden Trennschaltern" in vielen Punkten vor den anderen Bauweisen Vorteile aufzuweisen hat, die eine umfangreichere Anwendung dieser Bauweise rechtfertigen. Dies gilt um so mehr, als sie auch hinsichtlich des Preises und des Platzbedarfes an günstiger Stelle steht.

Wenn auch der Platzbedarf nicht so ausschlaggebend ist, wie früher vielfach angenommen wurde — man erkennt dies insbesondere an der allerorts abnehmenden Verwendung der Stationen mit Hochbauweise —, so soll man seinen Einfluß auf den Preis, die Ausnutzungsmöglichkeit beschränkten Geländes, besonders in der Nähe von Großstädten, auf die Transportverhältnisse, die Übersichtlichkeit und leichte Bedienbarkeit nicht unterschätzen. Ein Vergleich der Längenausdehnung der in den Abb. 3, 4, 6, 8 des obenerwähnten Aufsatzes von Probst dargestellten Stationen zeigt, daß sich die Mittelbauweise mit hängenden Trennschaltern (Abb. 4) nur wenig von der mit stehenden Trennschaltern (Abb. 6) unterscheidet und sich mit dieser zusammen in der Mitte zwischen der Hochbauweise (Abb. 3) und der Flachbauweise (Abb. 8) hält. Ähnlich liegt es mit den Breitenabmessungen der Schaltfelder, die für die Hochbauweise und die beiden Mittelbauweisen die gleichen sind, während die Flachbauweise wegen der größeren Spannweiten und Durchhänge sowie wegen der Bockkonstruktionen ein bis 50 % größeres Maß erfordert.

Die Gestehungskosten der Freiluftstationen weisen allgemein gegenüber den Gebäudestationen einen höheren Anteil der Apparate und einen geringeren Anteil der Aufbaukosten auf. Letzterer Anteil, der vorwiegend die Fundament- und Gerüstkosten enthält, ist bei der betrachteten Bauweise wegen der Einfachheit der Tragkonstruktion und der geringen Zahl von Einzelfundamenten wesentlich billiger als bei der Hochbauweise; er liegt wegen der Vermeidung von Sondergerüsten für Trennschalter und dgl. und wegen der konstruktiven Vereinigung der Abspannportale mit der Station auch noch unter den bei der Mittelbauweise mit stehenden Trennschaltern erzielbaren Werten. Ein Vergleich mit den Aufbaukosten der Flachbauweise, der an und für sich schwerer durchzuführen ist, dürfte keine wesentlichen Abweichungen ergeben.

Zusammenfassend kann man also sagen, daß die „Freiluftstation in Mittelbauweise mit hängenden Trennschaltern" die allgemein zu stellenden Anforderungen an Betriebsicherheit, Übersichtlichkeit, leichte Bedienbarkeit, Gefahrlosigkeit, Platzbedarf und Kosten in solchem Maße erfüllt, daß sie für alle Stationsgrößen mit Vorteil anwendbar ist. Zudem weist dies relativ junge Glied des deutschen Freiluftstationsbaues auch eine günstige Entwicklungsmöglichkeit nach fast allen sich neuerdings bemerkbar machenden Richtungen, insbesondere nach der Kombination von Hochvolt-Freiluftanlagen mit gedeckten Schaltgängen und Niederspannungs-Gebäudestationen hin auf, die ihm eine vielseitige Anwendung sichern.

Über die Kurzschlußfestigkeit von Stromwandlern*.

Von **W. Reiche**, Dresden.

Übersicht. Es wird durch Ergebnisse der Rechnung und des Versuches gezeigt, welche Gefahren dem Stromwandler bei Überströmen drohen. Die Untersuchung führt zur Aufstellung einer Reihe von Forderungen, denen ein Stromwandler genügen muß, wenn er kurzschlußfest sein soll. Bekannte Stromwandlerformen werden an Hand dieser Forderungen kritisch betrachtet.

Überströme bewirken in Stromwandlern Gefahren dreifacher Art:

1. Zerstörende Kräfte in den Wicklungen und Einführungen,
2. übermäßige Erhitzung der isolierenden Stoffe,
3. bedrohliche Spannungssteigerung zwischen den Klemmen.

Von diesen Beanspruchungen sind die Einleiterwandler im allgemeinen frei; die nachstehenden Betrachtungen beziehen sich daher nur auf Stromwandler mit ausgesprochenen Wicklungen.

Die Größe der auftretenden Kräfte, Temperaturen und Spannungen ist mathematisch erfaßbar. Aus den Ergebnissen der Rechnung, aus Betriebserfahrungen und aus groß angelegten Versuchen läßt sich ein Urteil über die Kurzschlußfestigkeit einer jeden Stromwandlerform gewinnen[1].

Die Kräfte in stromdurchflossenen Wicklungen eines Stromwandlers und überhaupt ganz allgemein in Transformatoren mit konzentrischen Wicklungen kreisförmigen Querschnitts gestatten folgende Einteilung (Abb. 1):

a) eine Kraft P_d, die — rings um den Umfang verteilt — die Innenwicklung nach innen, die Außenwicklung nach außen preßt. Die Kraft P_d setzt sich dabei innerhalb der Außenwicklung in eine Kraft P_u um, die den Leiter auf Zug beansprucht;

b) eine Kraft P_h, die eine jede Wicklung in axialer Richtung zusammendrückt;

c) eine Kraft P_a, die eine jede Wicklung in radialer Richtung zusammendrückt;

d) eine Kraft P_s, die eine vorhandene axiale Unsymmetrie s zu vergrößern sucht.

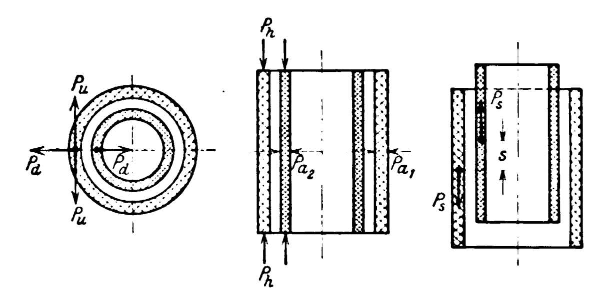


Abb. 1. Sitz und Richtung von Stromkräften in konzentrischen Transformatorwicklungen.

Zur Berechnung dieser Kräfte diene die Vorstellung, daß sich der Energieinhalt des magnetischen Streufeldes unter Arbeitsleistung ändert, wenn die Wicklungen virtuelle Verschiebungen erfahren[2]. Ist L die Induktivität der betrachteten Anordnung und J der in Frage kommende Kurzschlußstrom, so ist $A = \frac{1}{2} L J^2$ der verfügbare Energieinhalt. Verändert sich das jeweils interessierende Wicklungsmaß um den Betrag d x, so ändern sich auch die Induktivität um den Betrag d L und der Energieinhalt um den Betrag d $A = \frac{1}{2} J^2$ d L. Bei der scheinbaren Bewegung

* Auszug aus einem Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein (Fachausschüsse für Elektromaschinenbau und für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken) am 20. III. 1928. Besprechung siehe S. 1794.

[1] Vgl. Gibbs u. Dorfman, Temperature and mechanical stresses in current transformers. El. World Bd. 79, S. 221.

[2] Müllner, Stromkräfte in Transformator-Wicklungen. El. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 679. — Biermanns, Überströme in Hochspannungsanlagen, S. 340. Verlag Julius Springer, Berlin 1926.

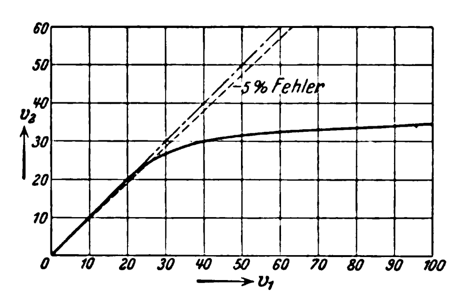


der Wicklung wird eine Kraft P ausgeübt. Diese leistet eine mechanische Arbeit $\mathrm{d}A = P_x \,\mathrm{d}x$, welche der Änderung des Energieinhalts gleich ist. So ist $\mathrm{d}A = \frac{1}{2} J^2$, $\mathrm{d}L = P_x \,\mathrm{d}x$. Daraus folgt die Größe der auftretenden Kraft

$$P_x = \frac{1}{2} J^2 \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Setzen wir die Induktivität in Henry und die Stromstärke in Ampere ein, so erhalten wir die Kraft in Kilogramm nach folgendem Ausdruck:

$$P_x = 5{,}1\, J^2 \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$



v_1 Vielfaches des Primärstromes v_2 Vielfaches des Sekundärstromes

Abb. 2. Charakteristische Überstrom-Fehlerkurve eines Stromwandlers.

Zur Berechnung der Kurzschlußkräfte in Transformatoren setzen wir in diese Gleichung als L die Streuinduktivität des Apparates ein. Dabei gilt als Voraussetzung die Gleichheit des primären und des sekundären Produktes aus Stromstärke und Windungszahl. Bei Stromwandlern im kurzgeschlossenen Netz ist diese Bedingung nur bis zu einem gewissen, nicht eben hohen Vielfachen des Nennstromes erfüllt, bei noch höheren Beanspruchungen vermag infolge Übersättigung des Eisenkernes die sekundäre Stromstärke dem Primärstrom nicht mehr zu folgen (Abb. 2). Die tatsächlich auftretenden Kurzschlußkräfte bleiben daher hinter den so berechneten zurück. Die Übersättigung des Eisens durch sehr starke magnetische Felder führt schließlich zu einer Wiederannäherung der Permeabilität an den Wert 1 (Abb. 3), wie er für einen

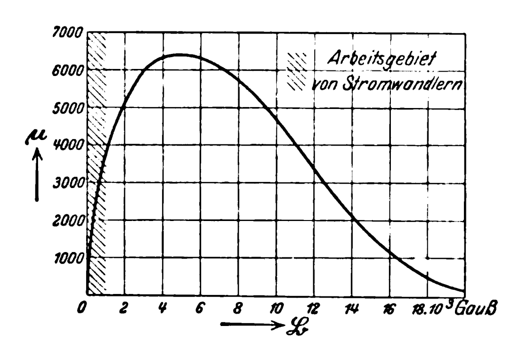


Abb. 3. Permeabilitätskurve von Transformatorenblech.

Lufttransformator stets gegolten hätte. Wir können daher bei sehr hohen primären Kurzschlußströmen den Sekundärstrom überhaupt vernachlässigen und die übrig bleibende Primärwicklung des Stromwandlers als Luftdrosselspule auffassen. Setzen wir deren Induktivität in Gl. (2) ein, so erhalten wir allerdings zu niedrige Werte für die Kurzschlußkraft. Die wahren Werte liegen dann zwischen den beiden betrachteten Grenzen. Zusätzlich auftretende Kräfte als Folge von Resonanz zwischen der Netzfrequenz und der Eigenschwingungszahl der beanspruchten Wicklung sind dabei außer acht geblieben.

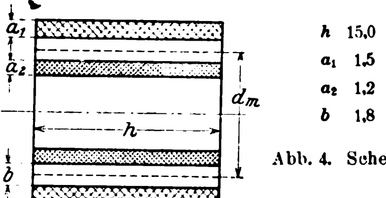
Wir berechnen zunächst die Kraft P_d an einer Transformatorwicklung nach Abb. 4. Die dazu angegebenen Maße entsprechen etwa einem Topfstromwandler normaler Ausführung mit 1500 Amperewindungen und für 50 kV Prüfspannung. Die Streuinduktivität einer solchen Anordnung kann nach R o g o w s k i mit einigen Vereinfachungen angesetzt werden zu

$$L_s = \frac{4\,\pi^2\, w^2\, \delta\, d_m}{h} \cdot 10^{-9}\ \text{Henry} \qquad \text{für } \delta = b + \frac{a_1 + a_2}{3}\,.$$

Im Kurzschluß wird durch die Kraft P_d die Breite b des Streupfades vergrößert. Wir müssen daher den Ausdruck für L partiell nach b differenzieren und erhalten

$$P_d = 5{,}1\, J^2 \frac{\partial}{\partial b}\left(\frac{4\,\pi^2\, w^2\, \delta\, d_m}{h} \cdot 10^{-9}\right) \text{Kilogramm}$$

$$P_d = 201\, \frac{w^2\, d_m}{h}\, J^2 \cdot 10^{-9}\ \text{Kilogramm.} \quad . \; . \; . \quad (3)$$



h	15,0	cm	d_m	10,0	cm
a_1	1,5	„	δ	2,7	„
a_2	1,2	„	α	0,33	
b	1,8	„			

Abb. 4. Schema einer Stromwandlerwicklung.

Um die Kurzschlußkraft als eine Funktion des Vielfachen v des Nennstromes J_n bzw. der Nennstromdichte i_n zu erhalten, führen wir folgende Beziehungen ein (gleichbleibender Wickelraum vorausgesetzt):

$$J = v\, J_n \qquad J_n = i_n\, q \qquad a_1\, h\, \alpha = w\, q$$

(q Querschnitt eines Leiters, α Kupferfüllfaktor).

Dann ist

$$P_d = 201\, \alpha^2\, a_1^2\, h\, d_m\, v^2\, i_n^2 \cdot 10^{-9}\ \text{Kilogramm.} \quad . \; . \quad (4)$$

Die den Leiter der Außenwicklung als Zug beanspruchende Kraft folgt hieraus zu $P_u = \frac{P_d}{\pi}$. Drücken wir sie als spezifische Beanspruchung des Leitungskupfers aus, so ergibt sich

$$p_u = \frac{P_u}{w\, q} = \frac{P_u}{a_1\, h\, \alpha}$$

$$p_u = 64\, \alpha\, a_1\, d_m\, v^2\, i_n^2 \cdot 10^{-9} \quad [\text{kg/cm}^2]. \quad . \; . \; . \quad (5)$$

Das zulässige Vielfache des Nennstromes bei gegebener Zugbeanspruchung des Kupfers folgt hieraus zu

$$v = 3950 \sqrt{\frac{p_u}{\alpha\, a_1\, d_m}} \cdot \frac{1}{i_n}. \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (5\text{a})$$

Wird die Primärwicklung allein als Luftdrossel angesehen, so gilt für ihre Induktivität[3]

$$L = \pi^2\, \beta\, w^2 \frac{d^2}{h} \cdot 10^{-9}\ \text{Henry.} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

β ist ein von den Dimensionen der Spule abhängiger Faktor, der für das vorliegende Beispiel 0,74 beträgt. Führen wir mit diesem Ausdruck die gleichen Operationen wie oben durch, so erhalten wir analog Gl. (5) die Beziehung

$$p_u = 32 \cdot \beta\, \alpha\, a_1\, d\, v^2\, i_n^2 \cdot 10^{-9}\, [\text{kg/cm}^2] \quad . \; . \; . \quad (7)$$

und analog Gl. (5a) den Ausdruck

$$v = 5590 \sqrt{\frac{p_u}{\beta\, \alpha\, a_1\, d}} \cdot \frac{1}{i_n}. \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (7\text{a})$$

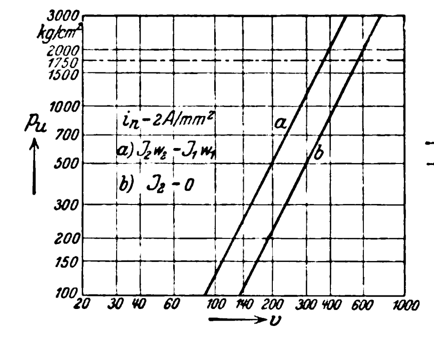


Abb. 5. Beanspruchung einer Stromwandlerwicklung nach Abb. 4 auf Zug durch peripherisch gerichtete Kräfte bei Überstrom.

Wenn wir die Gleichungen (5) und (7) für unser Wicklungsbeispiel graphisch auswerten und dabei die übliche Stromdichte von 2 A/mm² zugrundelegen, so erhalten wir die Darstellung Abb. 5. Der Verlauf der Kurzschlußkraft wird im doppelt-logarithmischen System durch eine Gerade

[3] S t r e c k e r, Hilfsbuch f. d. Elektrotechnik, 10. Aufl., S. 82. Verlag Julius Springer, Berlin 1925.

wiedergegeben. Die in der Wicklung tatsächlich auftretende Beanspruchung liegt, wie schon gesagt, zwischen den durch die Geraden *a* und *b* festgelegten Grenzwerten. Das zulässige Vielfache *v* des Nennstromes ist begrenzt durch die Zerreißfestigkeit des Kupfers, die ihrerseits in beträchtlichem Maße von der Temperatur abhängt[4] (Abb. 6). Gestatten wir eine Erwärmung des Kupfers durch den Überstrom bis 200 °, so dürfen wir den spezifischen Zug auf nicht mehr als 1750 kg/cm² ansteigen lassen. Setzen wir diesen Wert als obere Grenze an, so ist nach den Gleichungen (5a) und (7a) der Betrag *v* als Funktion der Stromdichte veränderlich (Abb. 7). In gleicher Weise können die sonst noch an der Wicklung angreifenden Kräfte ermittelt werden. Stets führt die Rechnung auf Formeln, die den bisher gefundenen Ergebnissen ähnlich gestaltet sind.

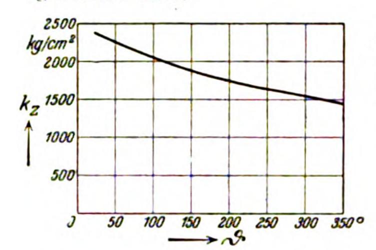


Abb. 6. Zerreißfestigkeit von Kupfer als Funktion der Temperatur bei plötzlicher Erwärmung.

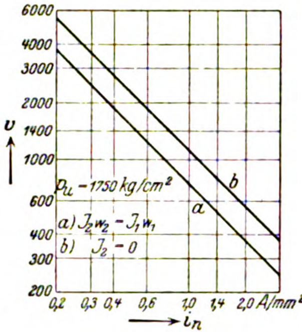


Abb. 7. Sicherheit der Primärwicklung eines Stromwandlers nach Abb. 4 gegen peripherisch gerichtete Zugkräfte bei Überstrom.

Die Einführungen eines Topfstromwandlers werden durch übermäßige Ströme mit großer Gewalt auseinandergetrieben. Die abstoßende Kraft ist genau genug wiedergegeben durch das Gesetz

$$P = 20{,}4 \cdot \frac{l}{d} J^2 \cdot 10^{-9} \text{ Kilogramm}, \quad . \; . \; . \; . \quad (8)$$

worin *l* die Länge und *d* den Abstand der beiden Einführungen bedeuten. Maßgebend ist also die absolute Höhe des Kurzschlußstromes ohne Bezugnahme auf den Nennstrom des Wandlers.

Kurzschlußversuche und Betriebserfahrungen an Topfstromwandlern haben als besonders gefährlich die axialen Schubkräfte als Folge von Unsymmetrie der Wicklung erkennen lassen. Abb. 8 zeigt die völlig verlagerten Wicklungen eines durch nur 127fachen Überstrom getroffenen Wandlers. Gelegentlich kommen auch gesprengte Durchführungen vor. Die sonst noch möglichen dynamischen Kurzschlußfolgen sind nur selten zu beobachten, da der Topfstromwandler zumeist schon vor ihrem Eintritt durch andere Ursachen zerstört wird.

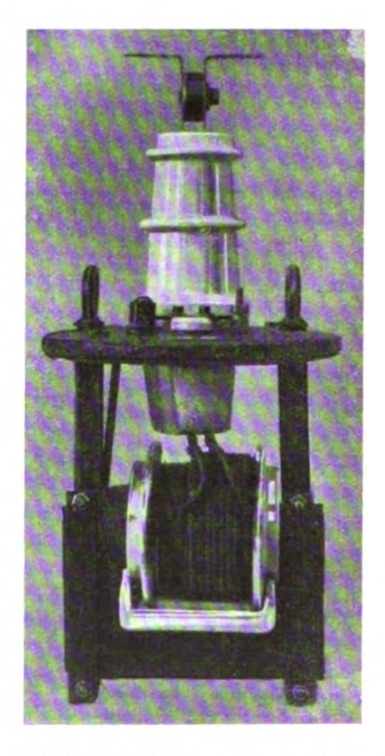


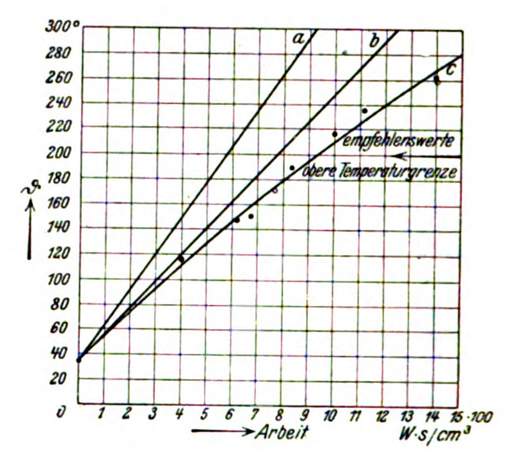
Abb. 8. Topfstromwandler mit durch 127fachen Überstrom verlagerten Wicklungen.

Die Wärmewirkungen des Überstromes richten sich gegen die Isolierstoffe organischer Herkunft, die nur verhältnismäßig geringe Temperatursteigerungen vertragen. Hierzu gehören Baumwolle, Papier und Lacke als Mantel des Leiters sowie Vergußmasse und Transformatorenöl als Füllung des Wandlers. Alle diese Stoffe zersetzen sich bei Erwärmung unter Verkohlung und Gasbildung. Die in unmittelbarer Nachbarschaft der Wicklung entstehenden Gase zersprengen den im übrigen kalt gebliebenen Stromwandler wie eine Bombe. Abb. 9 zeigt einen noch harmlos verlaufenen Fall; vielfach werden Masse- und Ölteile brennend umhergespritzt, so daß nicht nur der Wandler zerstört, sondern die gesamte Umgebung gefährdet wird.

Während sich solche verheerenden Folgen der Gasbildung durch Vermeidung entflammbarer Füllstoffe verhüten lassen, bleibt die Möglichkeit einer Zerstörung der Windungsisolation jederzeit bestehen. Immerhin dürfen kurzzeitige Temperatursteigerungen auf etwa 200 ° als für getränkte Baumwolle noch unschädlich angesehen werden. Diese Grenze wird erreicht durch Erwärmung des Wandlers um 160 °, ausgehend von 40 ° normaler Betriebstemperatur. Der unter solcher Voraussetzung zulässige Überstrom läßt sich exakt berechnen, solange jegliche Wärmeabgabe aus dem Leiter an die Umgebung ausgeschlossen wird[5]. Tatsächlich tritt aber meist in der nach mehreren Sekunden zählenden Überstromdauer eine Wärmeübertragung in nicht unbeträchtlichem Maße auf, so daß die Erwärmung des Kupfers hinter den rechnerisch ermittelten Werten zurückbleibt. Abb. 10 gibt hierzu vergleichende Kurven. Es möge daher für gleiche Erwärmung eine um 33⅓ % größere Energiezufuhr zugelassen werden als der Rechnung entspricht.



Abb. 9. Durch thermische Überlastung gesprengter Topfstromwandler mit Massefüllung.



a Bei vernachlässigter Wärmeabgabe
b Dem Nomogramm Abb. 11 zugrundegelegte Werte
c Gemessene Werte bei einer Erwärmungsdauer bis 8 s

Abb. 10. Erwärmung von Kupferwicklungen durch Überstrom als Funktion der zugeführten Arbeit.

Setzen wir den spezifischen Widerstand von Kupfer bei 125 °

$$\varrho = \frac{1}{40} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}},$$

die spezifische Wärme von Kupfer

$$c = 3{,}5 \frac{W s}{{}^\circ \text{C cm}^3}$$

und die Konstante zur Berücksichtigung der Wärmeabgabe

$$k = 1{,}33,$$

[4] Stribeck, Der Warmzerreißversuch von langer Dauer. Das Verhalten von Kupfer. Z. VDI 1903, S. 559. — Kupfer S. 37. VDI-Verlag, Berlin 1926.

[5] Binder, Kurzschlußerwärmung in Kraftwerken und Überlandnetzen. ETZ 1916, S. 589 u. 605. — Keinath, Die Technik elektrischer Meßinstrumente, 3. Aufl., S. 530. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1928.



so ist für die zugelassene Temperatursteigerung $\vartheta = 160°$ und die Kurzschlußdauer t in Sekunden bei gleichbleibendem Wickelraum:

$$i_n = \sqrt{\frac{\vartheta\, c\, k}{\varrho}} \cdot \frac{1}{v\sqrt{t}} = \frac{173}{v\sqrt{t}} \text{ Amp. mm}^2 \quad \dots \quad (9)$$

bzw.

$$v = \frac{173}{\sqrt{t}} \frac{1}{i_n} \quad \dots \dots \dots \quad (9a)$$

Eine dritte Überstromgefahr ist das Anwachsen der Klemmenspannung. Auf der Sekundärseite wird der Spannungsanstieg begrenzt durch die Sättigungserscheinung im Eisenkern (vgl. Abb. 2). Immerhin kann auch hier die Erhöhung der Spannung auf einige hundert Volt die durch Kurzschlußerwärmung geschwächte Windungs- und Lagenisolation vollends zerstören. Diese Gefahr liegt besonders nahe bei niedrigen sekundären Nennströmen, z. B. bei Wandlern für 1 A statt der gewohnten 5 A. Die Primärspannung ergibt sich bekanntlich, unter Berücksichtigung der Übersetzung, als geometrische Summe der Sekundärspannung und des Spannungsabfalles in den Wicklungen. Dieser Abfall kann so beträchtliche Werte annehmen, daß die Sekundärspannung daneben verschwindet. Wir dürfen also, unter Reduktion auf die Primärseite, angenähert schreiben:

$$U_1 = J_1\,(R + j\,\omega\,L_s) \text{ Volt.}$$

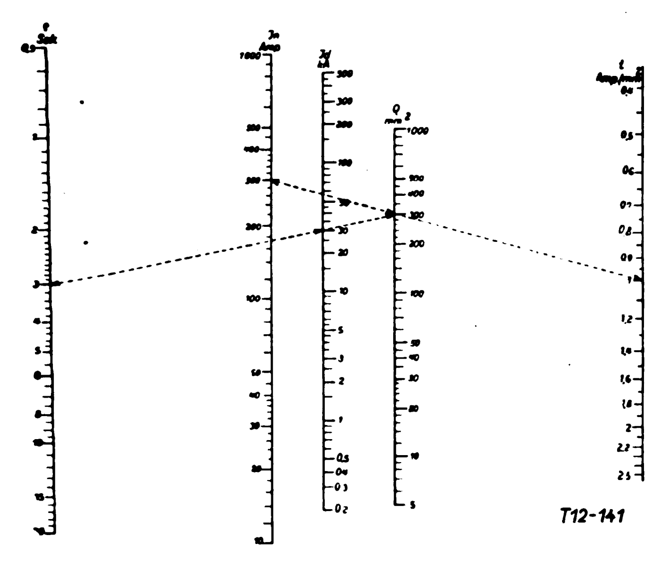


Abb. 11. Nomogramm zur Bestimmung der thermischen Kurzschlußfestigkeit von Kupferwicklungen.

Daraus folgt bei Überstrom, unter Einführung des Vielfachen und der Stromdichte, für die Windungsspannung:

$$u_1 = \frac{U_1}{w_1} = \frac{v\, i_n\, q}{w_1}\,(R + j\,\omega\,L_s) \text{ Volt.} \quad \dots \quad (10)$$

Verstehen wir unter u_1 diejenige Windungsspannung, die ein Wandlermodell noch verträgt, so ergibt sich das hiernach zulässige Vielfache des Nennstromes bei gleichbleibendem Wickelraum:

$$v = \frac{u_1\, w_1}{q\,(R + j\,\omega\,L_s)} \cdot \frac{1}{i_n} \quad \dots \dots \quad (10a)$$

Das entscheidende Ergebnis unserer Untersuchung ist die übereinstimmende Gestalt der Bedingungen, die jeweils für das zulässige Vielfache des Nennstromes gefunden wurde. Die Gleichungen (5a), (9a) und (10a) sind sämtlich nach dem Schema

$$v = f\left(\frac{1}{i_n}\right) \quad \dots \dots \dots \quad (11)$$

aufgebaut. Dieses Gesetz besagt:

„Eine jede Stromwandlerform kann durch Wahl geeigneter Stromdichte beliebig hohen Überströmen angepaßt werden." Dabei ist in Kauf zu nehmen, daß eine verkleinerte Stromdichte eine wesentlich verringerte Leistungsfähigkeit des Stromwandlers mit seinem gleichbleibenden Wickelraum zur Folge hat.

Die Anpassung des Stromwandlers an gegebene Kurzschlußbedingungen beginnt zweckmäßig mit der Berücksichtigung der thermischen Beanspruchung, da hierbei der Überstrom sowohl nach Höhe als auch nach Dauer zu beachten ist. Als ein überaus praktisches Hilfsmittel erweist sich die Darstellung der Gl. (9) im Nomogramm (Abb. 11). Hier ist durch gestrichelte Linien ein Beispiel angegeben: Beträgt die Stärke des Dauerkurzschlußstromes $J_d = 30$ kA bei $t = 3$ s, so ist für den Leiter ein Mindestquerschnitt von $q = 300 \text{ mm}^2$ erforderlich. Bei einer Nennstromstärke $J_n = 300$ A ergibt sich eine Nennstromdichte $i_n = 1 \text{ A/mm}^2$. Das zulässige Vielfache des Nennstromes ist $v = 100$. Diese Berechnung ist für beide Wicklungen durchzuführen, jedoch genügt sekundärseitig wegen des Stromverlaufs nach Abb. 2 meist eine geringere Verstärkung. Das Nomogramm gilt zunächst nur für den Dauerkurzschlußstrom gleichbleibender Höhe. Die Zusatzerwärmung des Leiters durch den Stoßkurzschlußstrom J_s kann durch einen Zuschlag zur Dauer des gesamten Vorganges berücksichtigt werden. Für mittlere Werte der Zeitkonstanten von Generatoren und für verschiedene Werte des Verhältnisses $\frac{J_s}{J_d}$ gibt Abb. 12 die scheinbar vergrößerte Kurzschlußdauer an[6].

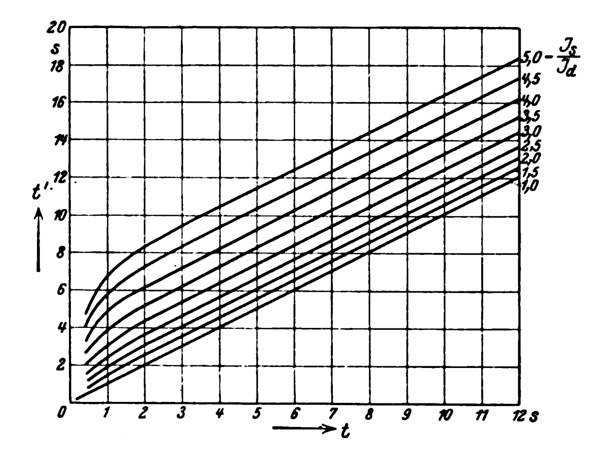


Abb. 12. Ermittlung der scheinbaren Kurzschlußdauer t' bei dreipoligem Kurzschluß (Durchschnittswerte).

Wird in Rücksicht auf Erwärmung eine Querschnittsverstärkung im Stromwandler erforderlich, so ist dadurch gleichzeitig eine Vergrößerung der Kurzschlußfestigkeit gegen Stromkräfte und Überspannungen eingetreten. Ist der Stromwandler schon bei der üblichen Stromdichte von 2 A/mm² in jeder Beziehung solide genug gebaut, so dürfen wir bei der thermischen Anpassung die beruhigende Gewißheit haben, gleichzeitig auch den übrigen Erfordernissen genügend entsprochen zu haben. Ob die Voraussetzung hinreichender mechanischer und elektrischer Festigkeit zutrifft, vermag neben der Betriebserfahrung nur der Kurzschlußversuch zu lehren. Daß die Erfüllung solcher Forderung schwer sein kann, zeigt in anschaulicher Weise eine Betrachtung über die primären Klemmenspannungen verschiedener Stromwandlerformen. Wandler geringer Streuung, wie z. B. Topf- und Querlochwandler, weisen nur niedrige Primärspannungen auf. Der Schleifenstromwandler jedoch, dessen Primärwicklung eine überaus große Fläche umschließt, erfordert wegen der hohen Selbstinduktion dieser Schleife eine vielfach höhere Klemmenspannung. Abb. 13 gibt Näherungswerte für die Aufnahme an Scheinleistung

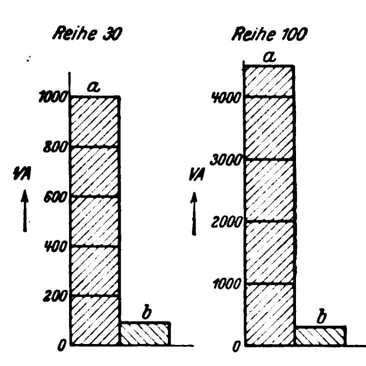


Abb. 13. Mittlere Werte primärer Scheinleistungsaufnahme von Schleifenstromwandlern (a) und Topf- bzw. Querlochstromwandlern (b) bei 1500 A.-W.



[6] Rüdenberg, Kurzschlußströme beim Betrieb von Großkraftwerken. S. 55. Verlag Julius Springer, Berlin 1925. — Biermanns, Überströme in Hochspannungsanlagen, S. 377. Verlag Julius Springer, Berlin 1926.

(Produkt aus Nennstrom und Primärspannung) der genannten Bauarten an. Wir sehen daraus, daß der Schleifenstromwandler rund 10fach höher beansprucht wird. Beträgt in einem solchen Wandler für 100 kV Betriebspannung die Scheinleistung 4,5 kVA, so erhalten wir bei 50 A Nennstrom schon 90 V und bei 50fachem Strom sogar 4500 V an den Primärklemmen. Es liegt auf der Hand, daß solche Beträge für die Windungsisolation überaus gefährlich sind. Von Überspannungen durch Sprungwellen ist dabei noch gar nicht die Rede gewesen.

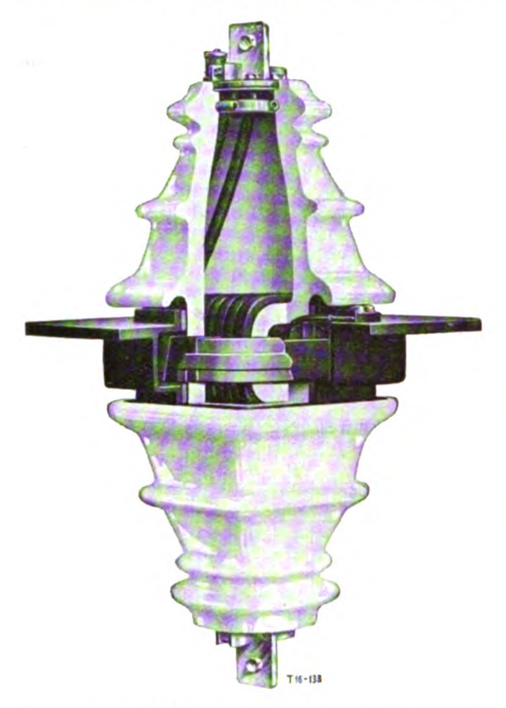
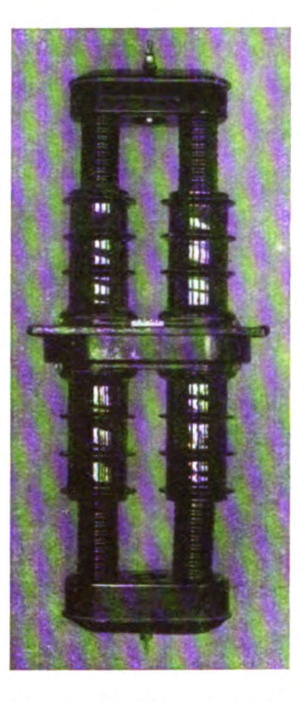
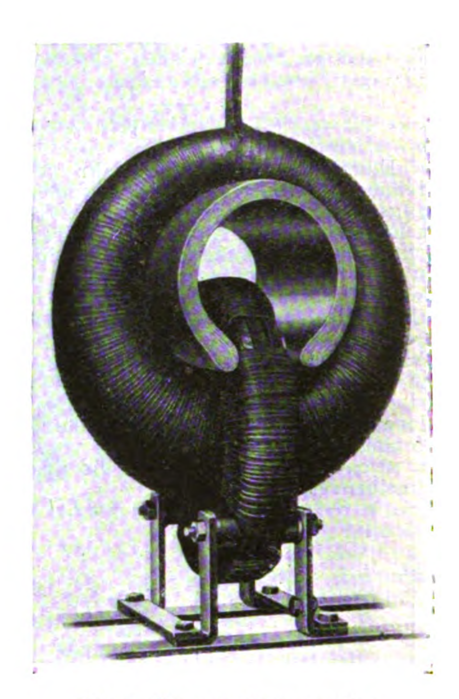


Abb. 14. Querloch-Durchführungsstromwandler mit einteiligem Porzellankörper (aufgeschnitten).


Abb. 16. Schleifenstromwandler mit Porzellan-Mehrrohrdurchführungen.


Abb. 17. Kreuzring-Stromwandler. (Aus: Keinath, Die Technik elektrischer Meßgeräte, 3. Aufl., S. 516.)

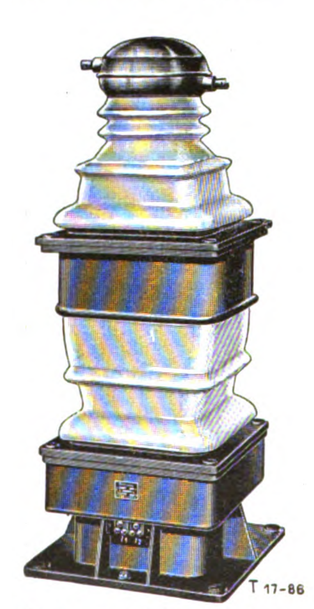


Abb. 15. Gestaffelter Querloch-Stützerstromwandler.

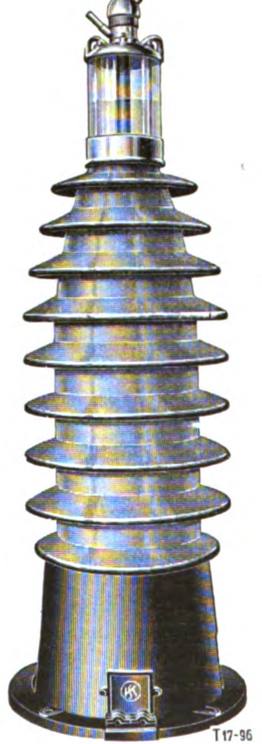


Abb. 18. Achterring-Stromwandler.

Als zusammenfassendes Ergebnis unserer Betrachtungen stellen wir folgende Forderungen an einen kurzschlußfesten Stromwandler:

a) unverrückbar befestigte Wicklung,
b) Sicherung der Einführungen,
c) reichlicher Leiterquerschnitt, dem Überstrom angepaßt,
d) Vermeidung von Vergußmasse und Öl,
e) niedrige Streuinduktivität.

Unter allen bekannten Stromwandlerformen genügt nur der Durchführungstromwandler mit einteiligem Querloch-Isolierkörper aus Porzellan sämtlichen Forderungen[7] (Abb. 14). Die Wicklung ist im Porzellankörper fest gelagert, Zuleitung und Ableitung erfolgen von entgegengesetzten Seiten. Alle Hohlräume sind mit Sand ausgefüllt. Zur Isolation zwischen den Wicklungen dient einzig und allein Porzellan; Vergußmasse und Öl sind nicht vorhanden. Denkbar klein ist die vom Primärleiter umschlossene Fläche. Die Ermittlung des Leiterquerschnittes erfolgt nach Maßgabe der Beanspruchung. Da der einteilige Isolierkörper für Prüfspannungen über 100 kV heute noch nicht lieferbar ist, werden zum Einbau in Netze höchster Spannungen mehrere Querloch-Topfstromwandler übereinandergestellt (Abb. 15).

Der Topfstromwandler in Ausführung ähnlich Abb. 8 ist unzuverlässig wegen Nichterfüllung von a), b) und d). Der Schleifenstromwandler verstößt gegen die Forderung e). Wird er mit Hartpapierdurchführungen geliefert, so ist seine Brennbarkeit noch gesteigert; erhält er Porzellan-Mehrrohrdurchführungen (Abb. 16), so fällt wenigstens diese Gefahr fort. Durch Einbau des Schleifenstromwandlers mit verkürzten Durchführungen in ein Ölgefäß wird zwar e) besser erfüllt, aber d) verletzt. In Weiterbildung dieses Gedankens gelangt man zum Kreuzringwandler, dessen Primärleiter aus der Rechteckform in die besonders günstige Gestalt eines ringsherum isolierten Kreisringes gebogen ist (Abb. 17). Im fertigen Zustand sind Kern und Wicklung in ein ölgefülltes Porzellangehäuse eingeschlossen. Eine ähnliche Ausführung mit Mantelkern zeigt Abb. 18.

[7] Vgl. Reiche, Die Anpassung des Querloch-Stromwandlers an schwere Kurzschlußbedingungen. El. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 1066.

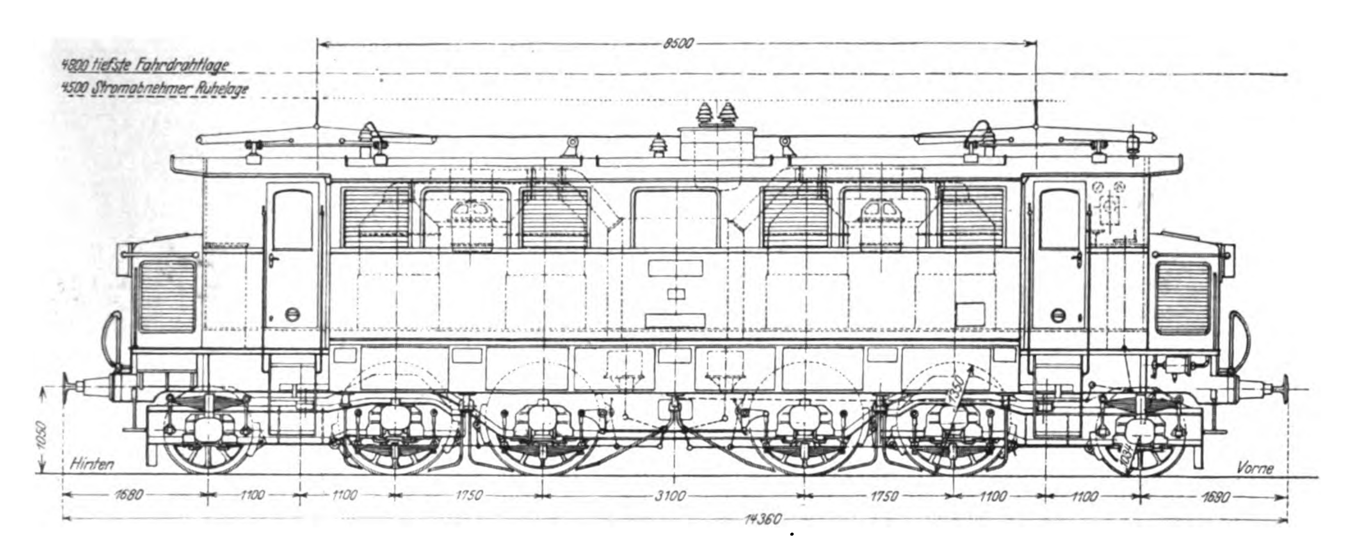
Entwicklung des Einzelachsantriebes für elektrische Lokomotiven durch die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke*.

Von Ing. **Ernst Linsinger,** Wien.

(*Schluß von S. 1738.*)

1 D_0 1-Schnellzuglokomotive Reihe 1670.

Die günstigen Betriebsergebnisse veranlaßten die Ö. B.B., die beschriebene Type als Schnellzugtype für die wichtigste Strecke des zweiten Elektrisierungschritts Innsbruck—Salzburg zu wählen. Auch diese Strecke ist in ihren Steigungs- und Richtungsverhältnissen nicht günstig. Die größte Steigung beträgt 25 ‰, der kleinste Krümmungshalbmesser auf offener Strecke 225 m. Da ohne Lokomotivwechsel durchgefahren werden soll, werden an die Lokomotivtype große Anforderungen gestellt. Da ferner infolge der Elektrisierung der süddeutschen Parallelstrecke eine möglichst weitgehende Kürzung der Fahrzeiten geboten war, mußte getrachtet werden, die Leistung der Lokomotive noch zu erhöhen.



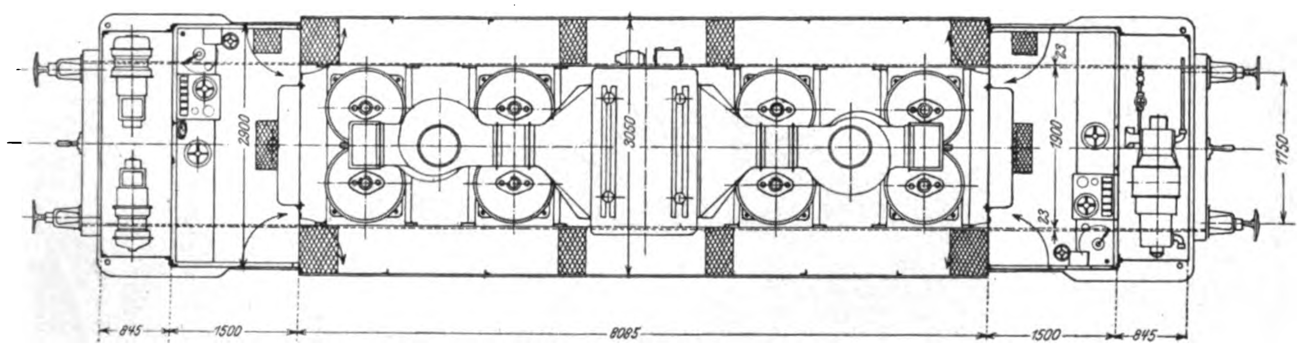


Abb. 13a. 1 D_0 1-Schnellzuglokomotive Reihe 1670.

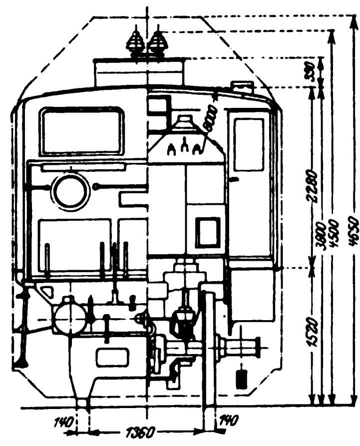


Abb. 13b. Querschnitt.

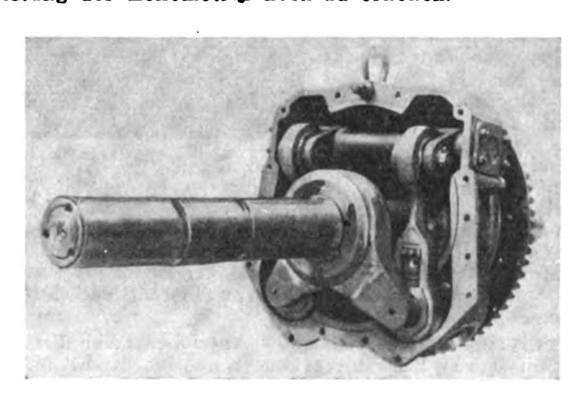


Abb. 14. Gelenkkuppelung der 1 D_0 1-Schnellzuglokomotive Reihe 1670.

Die Achsanordnung dieser neuen Type (Reihe 1670, Abb. 13) konnte unverändert übernommen werden. Hinsichtlich der motorischen Ausrüstung führten jedoch eingehende Erwägungen dazu, statt einfacher Motoren jeder

* Nach einem am 30. III. d. J. im Ing.- und Arch.-Verein, Fachgruppe für Elektrotechnik, in Wien gehaltenen Vortrag.



Achse einen Doppelmotor zuzuordnen. Hierfür war in erster Linie maßgebend, daß die Einhaltung des zugestandenen Gewichtes mit Einfachmotoren schwieriger gewesen wäre. Der kleine Motor läßt sich hinsichtlich der Unterbringung der notwendigen Kühloberfläche sowie hinsichtlich der Drehzahlsteigerung leichter beherrschen. Es sprechen aber auch noch andere Vorteile für den Doppelmotor. Die rotierenden Massen fallen kleiner aus, was mechanisch wichtig ist und die Beschleunigungsarbeit verringert. Die Kreiselwirkung läßt sich innerhalb einer Gruppe ausgleichen. Elektrisch können die beiden Motoren einer Gruppe dauernd in Reihe geschaltet werden, wodurch an der Steuerung und an den Leitungen gespart werden kann. Endlich ist noch zu erwähnen, daß die Motortype als Einfachmotor für Güterzuglokomotiven verwendet werden kann, wo man es in der Regel bei gleicher Zugkraft der Achse mit der halben Geschwindigkeit zu tun hat, so daß mit einer Type für Schnellzug- und Güterzugmaschinen das Auslangen gefunden werden kann.

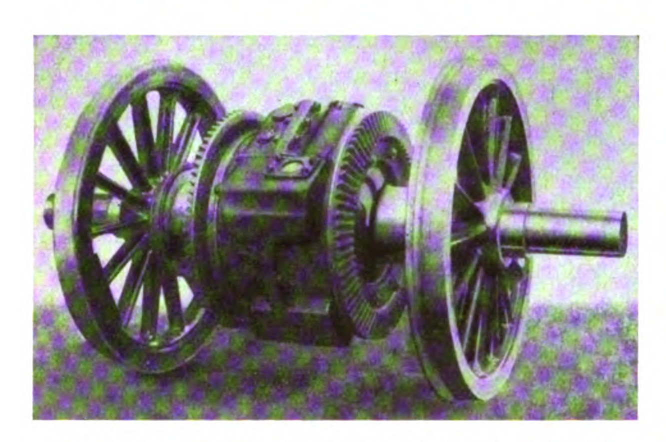


Abb. 15. Triebachse der 1 $D_0$1-Schnellzuglokomotive Reihe 1670.

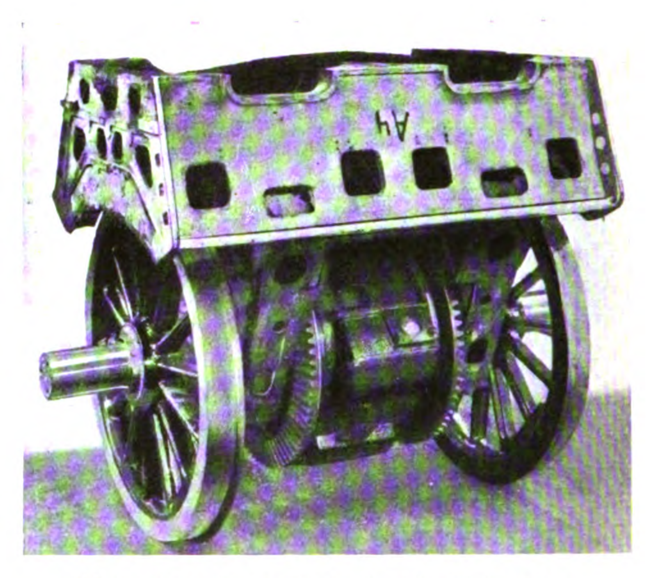


Abb. 16. Triebachse mit Hohlwelle und Antriebsgehäuse der 1 $D_0$1-Schnellzuglokomotive Reihe 1670.

Ausgelegt wurde die Maschine mit 3100 PS Stundenleistung, was einer Motorleistung von 285 kW entspricht. Die Übersetzung ist so gewählt, daß die Geschwindigkeit bei Stundenleistung 70 km/h beträgt. Diese Geschwindigkeit kann auf jeder vorkommenden Steigung mit einem den Reibungsverhältnissen entsprechenden Zugbruttogewicht gehalten werden. Zur Zeit sind die Streckenverhältnisse so, daß die Lokomotive auf der ganzen Strecke Salzburg—Buchs das ihrem Reibungsgewicht entsprechende Zuggewicht mit der jeweils zulässigen Streckenhöchstgeschwindigkeit fördern kann. Die Höchstgeschwindigkeit wurde mit 100 km/h festgesetzt.

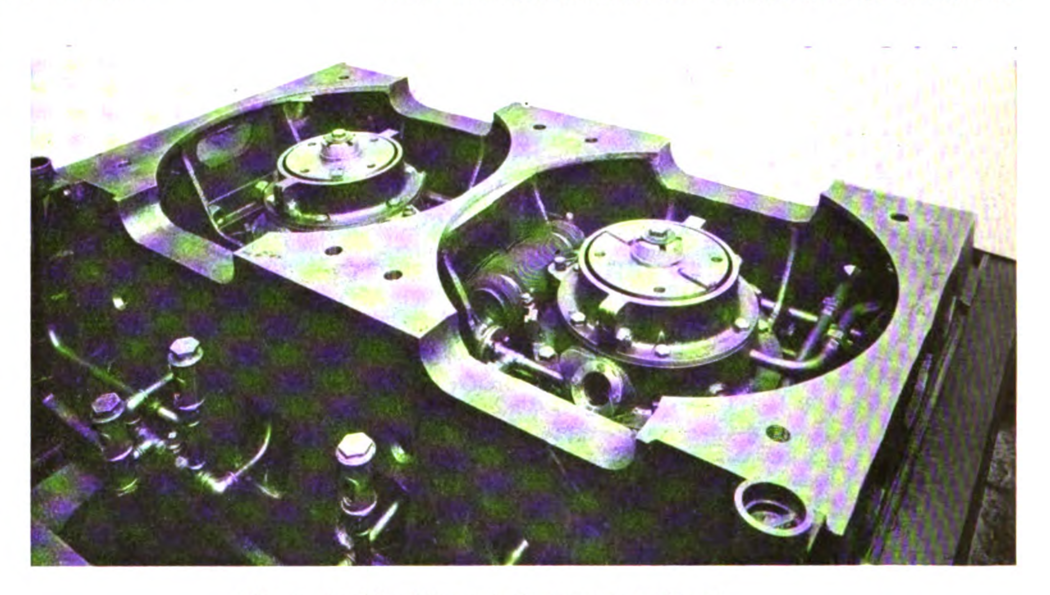


Abb. 17. Antriebsgehäuse mit eingesetzten Spurlagern.

Als Gesamtgewicht wurden 96 t zugebilligt, also um rd. 4 t mehr als früher. Dies kam in erster Linie den Motoren zugute; die übrigen Änderungen wurden durch weitgehende Verwendung von Leichtmetall hereingebracht.

Der prinzipielle Aufbau des Antriebes (Abb. 16) der Lokomotive 1 $D_0$1 ist unverändert geblieben. Er mußte natürlich dem Doppelmotor angepaßt werden. So finden wir jetzt die im Antriebsgehäuse gelagerte Hohlwelle mit zwei großen Kegelrädern versehen, die nicht mehr wie früher durch seitliches Verschieben außer Eingriff mit den Ritzeln gebracht werden können. Um aber trotzdem eine mechanische Abtrennung des Motorankers bei Defekten, die ein Weiterlaufen unratsam erscheinen lassen, zu ermöglichen, wurde das Spurlager nach unten verlegt und die Motorwelle geteilt. Die verbindende Flanschkuppelung kann durch eine Öffnung im Antriebsgehäuse gelöst werden, worauf der ganze Anker durch zwei Abdrückschrauben gehoben wird. In dieser Stellung ist der gesamte Motor samt Ständer in einfachster Weise vom Antriebsgehäuse abhebbar. Da nach Ausbau eines Motors der unterste als Ritzelwelle bezeichnete Teil der Motorwelle in der Maschine bleibt, wird an der Einstellung der Zahnräder gar nichts geändert. Dies ist ein großer Vorteil, da durch den Entfall der Einstellarbeit die für einen Motorwechsel nötige Zeit gegen früher noch weiter herabgedrückt werden konnte. Die Zahnräder brauchen sich nicht immer neu einzulaufen und das oftmalige Ab- und Aufkeilen der Ritzel entfällt.

Die Gelenkkuppelung (Abb. 14) ist im großen ganzen gleich geblieben; die Lenker erhielten eine sehr steife, aus Plattenfedern bestehende Federung, die die gröbsten Stöße in der Umfangsrichtung aufzunehmen hat.

Als Zahnräder (Abb. 15) werden geradflankige verwendet, die den großen Vorteil kleiner Axialschübe (6 ... 7 %) haben. Das große Rad ist aus hochwertigem vergüteten Stahl geschnitten, das kleine ist nach dem Hobeln gehärtet. Die Einstellung der Räder erfolgt nach kalibrierten Meßflächen unter gleichzeitiger Kontrolle des Flankenspiels.



Das Spurlager (Abb. 17) wurde in der bewährten Bauart beibehalten. Zur Federung des Antriebs wurde zwecks Raumersparnis eine auf Drehung beanspruchte Federwelle verwendet, die in der hohlen Motorwelle untergebracht ist.

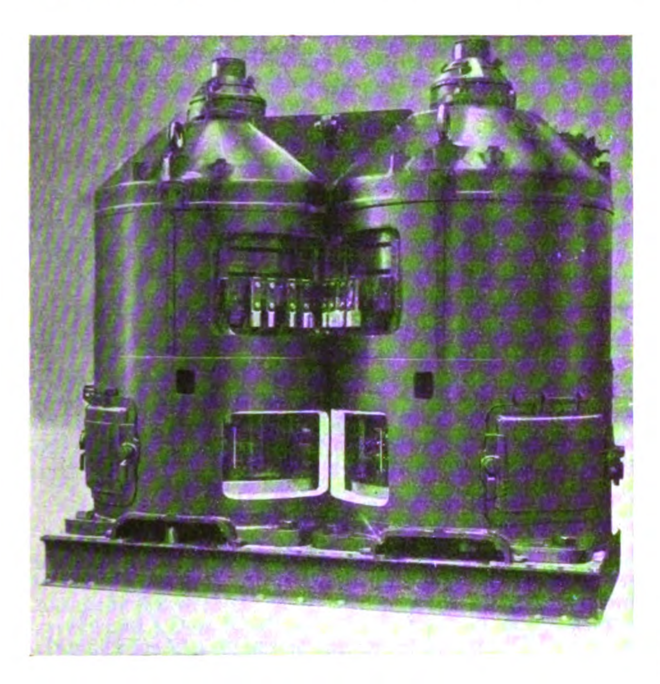


Abb. 18. Doppelmotor.

Was die elektrischen Eigenschaften des neuen Motors (Abb. 18) anbelangt, so ist insbesondere der geringe Baustoffaufwand für das umgesetzte Kilowatt zu erwähnen. Dies war natürlich nur durch verschärfte künstliche Kühlung möglich. Axiale Unterteilung der Blechpakete, Nutgrundkühlung, reichlich bemessene Kühlfahnen im Verein mit gut durchdachter Luftführung ermöglichten, daß der gerechnete Wert von 255 kW dauernd (nach R.E.B.) auf dem Prüfstand erheblich gesteigert werden konnte.

Die Leistung des Motors beträgt bei 70 km/h 275 kW dauernd, so daß sich die Dauerleistung der ganzen Lokomotive auf 3000 PS beziffert. Dies bedeutet gegenüber der Lokomotivreihe 1570 eine Leistungssteigerung von 80 % bei einer Gewichtsvermehrung der Motoren von 20 %. Die Stundenleistung liegt infolge der scharfen künstlichen Kühlung sehr nahe an der Dauerleistung und beträgt bei 65 km/h 3300 PS.

Der Motor liegt jedoch hinsichtlich der Erwärmung noch nicht an der Grenze seiner Ausnutzung. Wenn diese nicht noch weiter getrieben wurde, so liegt dies daran, daß bei der vorliegenden Lokomotive praktisch kein Bedarf für noch höhere Leistungen vorhanden ist. Bei einer späteren Neuausführung etwa mit höherem Achsdruck wäre es ohne weiteres möglich, die Leistung des Motors bei gleichem Gewicht noch erheblich zu steigern.

Es ist ferner sehr bemerkenswert, daß die Leistung des Motors bei höheren Geschwindigkeiten noch wesentlich steigt. Wie aus dem Schaubild (Abb. 19) hervorgeht, beträgt die Dauerleistung bei 100 km etwa 305 kW, was auf die gesamte Lokomotive bezogen rd. 3300 PS Dauerleistung ergibt.

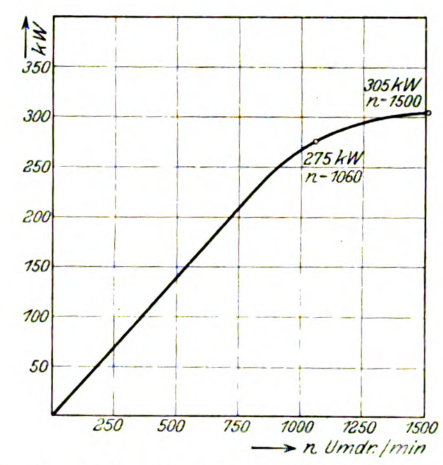


Abb. 19. Dauerleistung eines Triebmotors der 1 D_0 1-Schnellzuglokomotive Reihe 1670.

Bei einem Gesamtgewicht der betriebsfertigen Lokomotive von 96 t errechnet sich das spezifische Gewicht mit 29,1 kg/PS Dauerleistung. Das Gewicht eines Motors samt zweiteiliger Motorwelle und Spurlager beträgt 3060 kg, somit rd. 10 kg/kW Dauerleistung.

Der Einzelachsantrieb Bauart ÖSSW bietet infolge seiner räumlich außerordentlich günstigen Anordnung auf weite Sicht hinaus allen möglicherweise verlangten weiteren Leistungserhöhungen keinerlei Schwierigkeiten.

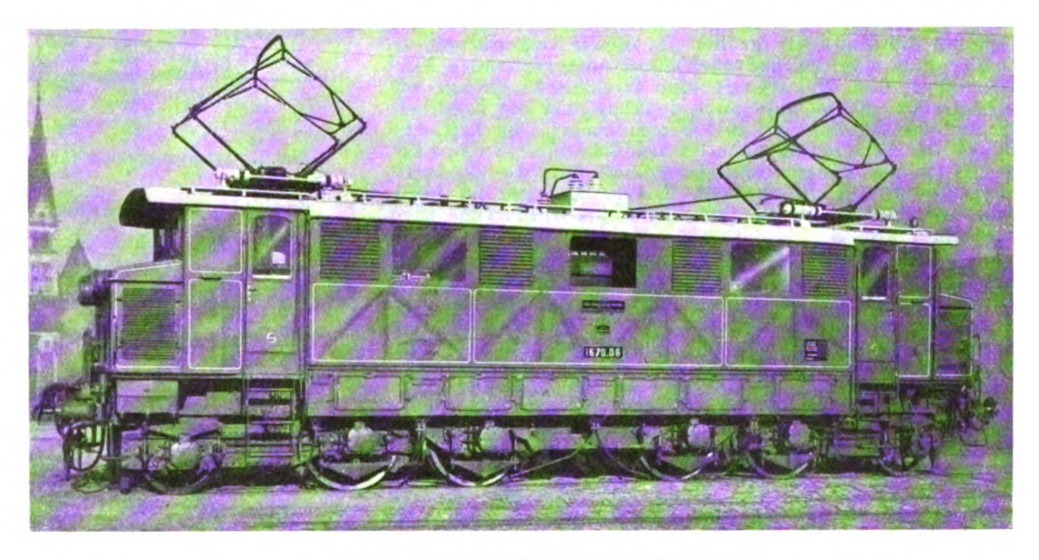


Abb. 20. 1 D_0 1-Schnellzuglokomotive Reihe 1670.

Die erste der bestellten 29 Lokomotiven (Abb. 20) wurde Anfang Mai d. J. in Betrieb gesetzt und hat den Erwartungen voll entsprochen. Eine eingehende Beschreibung dieser Type sei einem späteren Aufsatz vorbehalten.

An der geschilderten Entwicklung hat auch die Lokomotivfabrik Krauß & Comp. in Linz a. d. D. als bisherige Lieferantin des mechanischen Teiles der von den ÖSSW gebauten Lokomotiven entsprechenden Anteil genommen.

Die Theorie des Telephonrelais*.

Von Dr.-Ing. **W. Th. Bähler**, s'-Gravenhage, Holland.

Übersicht. Es wird an Hand des Kraftdiagramms eines Telephonrelais untersucht, welches die Bedingungen für m-fache Sicherheit sind. Bei Annahme konstanter Permeabilität wird die magnetische Streuung berechnet. Es ergibt sich, daß die Größe des Ankerfeldes nur wenig von der Streuung beeinflußt wird. Die Wirbelströme beim Einschalten eines Relais mit Federvorspannung werden untersucht und daraus der Unterschied zwischen statischen und dynamischen Amperewindungen erklärt. Der letzte Teil der Arbeit umfaßt die Einschalterscheinungen mit Ankerbewegung. Der Einfluß von Ankerreibung und magnetischer Streuung wird berücksichtigt.

Statische Probleme.

In vielen Fällen wird die Wahl eines Relais hauptsächlich von dem Gesichtspunkte aus getroffen, daß der Kontaktdruck bei einer gegebenen Stromstärke ausreicht, während die Frage der Schaltzeit demgegenüber mehr oder weniger vernachlässigt wird. Dies führt zu einer statischen Behandlung der Aufgabe. Unter „statisch" wird in diesem Zusammenhange verstanden, daß der Anker in eine bestimmte Stellung gebracht und mit Hilfe mechanischer Mittel dafür gesorgt wird, daß diese Stellung beibehalten bleibt. Wenn die Wicklung Strom führt, entsteht in dem Luftspalt zwischen Kern und Anker, kurzweg Luftspalt genannt, ein magnetisches Feld, das den Anker anzieht. Zu jeder einzelnen Stellung, die der Anker auf seinem Wege einzunehmen vermag, gehört eine bestimmte Federspannung. Es ist klar, daß bei konstanter Stromstärke die magnetische sowie die mechanische Kraft Änderungen erfahren, die in Abhängigkeit von dem zurückgelegten Ankerweg stehen; die Untersuchung des jeweiligen Verhältnisses dieser beiden Kräfte in den verschiedenen Stadien der Ankerbewegung bildet den Inhalt der hier gestellten statischen Aufgabe.

Wäre in einer gewissen Stellung des Ankers die Federspannung größer als die magnetische Zugkraft, so würde bei errungener Bewegungsfreiheit der Anker zurückfedern und eine Gleichgewichtslage aufsuchen. Wäre dagegen die Zugkraft größer als dieser Gegendruck, so ist der Fall möglich, daß nach einer entsprechenden Verlängerung des Ankerwegs eine Gleichgewichtslage erreicht wird. Es ist aber auch denkbar, daß die Zugkraft immer größer bleibt als der Gegendruck. Der kritische Punkt im Arbeitsdiagramm, worauf bereits Breisig[1] und Timme[2] hingewiesen haben, ist der, wo Zugkraft und Gegendruck gleich sind. Dieser Zustand ist labil, denn bei einer kleinen Verlängerung des Ankerwegs wird der Anker kippen.

Um überhaupt eine theoretische Untersuchung zu ermöglichen, müssen einige vereinfachende Annahmen gemacht werden. Zunächst wird angenommen, daß die Permeabilität des Eisens konstant bleibt und ferner, daß keine Streuung vorhanden ist. Es ist klar, daß die gewonnenen Resultate unter diesen Annahmen nur theoretischen Wert haben. Eine später durchzuführende Rechnung mit Streuung öffnet die Möglichkeit, die Formeln auf ihren praktischen Wert näher zu prüfen. Abb. 1 zeigt das Arbeitsdiagramm für ein Relais mit Wechselkontakt. Einfachheitshalber ist angenommen, daß die Kontaktfedern von gleicher Stärke sind. Im Ruhepunkt ist eine Vorspannung OO_1 vorhanden als Resultante aus dem Druck der Arbeitsfeder und dem Gegendruck der Ruhefeder. In Punkt A ist der Ruhekontakt geöffnet. Die Ruhefeder ist entspannt und der Tangens der Linie O_1A ist $2K_1$, wenn K_1 die spezifische Spannung einer Feder ist. Von A bis B wird nur die Arbeitsfeder gebogen, so daß der Tangens hier K_1 ist. Im Punkt B wird der Arbeitskontakt geschlossen, wodurch der Druck verdoppelt wird.

Die Annahme einer konstanten Permeabilität führt zu einem Ausdruck für den gesamten magnetischen Widerstand in der Ruhestellung, wenn derselbe Querschnitt O für Kern, Joch und Luftspalt b genommen wird.

Sei

x der Ankerweg, Φ das Ankerfeld und
I die Stromstärke, n die Wicklungszahl,

dann ist

$$\Phi = \frac{4\pi n I O}{b-x} \quad (1)$$

und die magnetische Zugkraft

$$P_m = \frac{\Phi^2}{8\pi O} = \frac{(4\pi n I O)^2}{8\pi O(b-x)^2} = \frac{C I^2}{(b-x)^2}. \quad (2)$$

Der Ankerweg, der benutzt wird, um den Ruhekontakt zu öffnen, sei $\frac{b}{p_1}$ und der Teil des Weges, während dessen die Arbeitsfeder von der Ruhestellung bis zur Arbeitstellung bewegt wird, $\frac{b}{p_2}$. P_m sei der Punkt, an dem die Tangente der Kraftkurve einen Winkel $\operatorname{arc\,tg} 2K_1$ bildet und alsdann parallel mit der Lastkurve nach dem Schließen des Arbeitskontaktes verläuft. Die zugehörige Ordinate der Lastkurve sei P_v. Dann wird die m-fache Sicherheit bestimmt durch die Beziehung

$$P_m = m P_v.$$

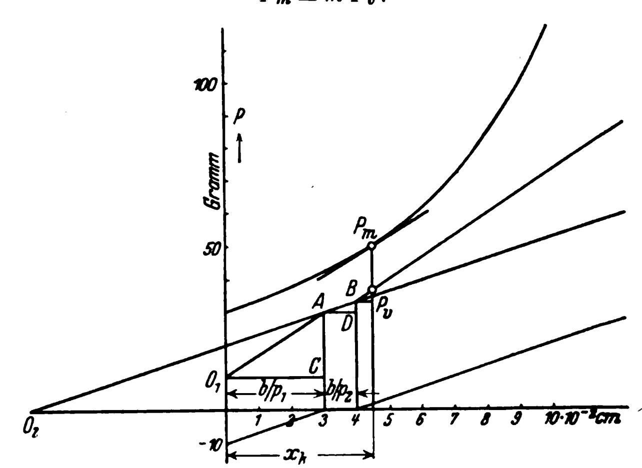


Abb. 1. Arbeitsdiagramm für ein Relais mit Wechselkontakt.

Aus Abb. 1 folgt sofort:

$$P_v = \overline{OO_1} + \overline{CA} + \overline{DB} + \left\{x_k - \left(\frac{b}{p_1} + \frac{b}{p_2}\right)\right\} 2K_1.$$

Die Vorspannung definiert eine Länge d:

$$\overline{OO_1} = 2K_1 d \qquad \overline{CA} = 2K_1 \frac{b}{p_1} \qquad \overline{DB} = K_1 \frac{b}{p_2}.$$

Also ist

$$P_v = 2K_1\left(x_k + d - \frac{b}{2p_2}\right)$$

und

$$P_m = \frac{C I^2}{(b-x_k)^2} = m P_v \quad (3)$$

$$\frac{\mathrm{d} P_m}{\mathrm{d} x} = \frac{2 C I^2}{(b-x_k)^3} = 2K_1. \quad (4)$$

Aus den Gleichungen (3) und (4) folgt:

$$b - x_k = \frac{2m}{2m+1}\left(b + d - \frac{b}{2p_2}\right).$$

Als Maß für die Vorspannung kann der Koeffizient β eingeführt werden, womit

$$\beta = \frac{b+d}{b},$$

$$b - x_k = \frac{2m}{2m+1}\, b\left(\beta - \frac{1}{2p_2}\right). \quad (5)$$

Sei Φ_∞ das Feld im Luftspalt bei derselben Stromstärke I, wenn der Anker gezwungen ist in der Nullstellung zu bleiben, dann wird die Zugkraft

$$\frac{\Phi_\infty^2}{8\pi O} = \frac{C I^2}{b^2} = 2K_1 a_1. \quad (6)$$

---

* Auszug aus der Doktordissertation des Verfassers: De Theorie van het Electro Magnetische Telefoonrelais. T. H. Delft 1927.

[1] F. Breisig. Theoretische Telegraphie. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1924.

[2] A. Timme, Die Schaltzeiten von Fernsprechrelais. Z. Fernmeldetechn. 1924, H. 4, 5, 6, 7 u. 9.

Hierin ist a ein fiktiver Weg, um welchen das Federpaket bei stromloser Wicklung durchgebogen werden müßte, um die gleiche Spannung zu erhalten, wie beim Luftfeld Φ_∞ in der Ruhelage. Dieser Weg a wird benutzt zur Definition eines Koeffizienten

$$\alpha = \frac{a}{b}.$$

Es ist jetzt möglich, die Größen CI^2, x_k und K_1 aus den Gleichungen (4), (5) und (6) zu eliminieren. Das Resultat ist:

$$\alpha_m = 4\left(\frac{m}{2m+1}\right)^3\left(\beta - \frac{1}{2p_2}\right)^3. \quad \ldots \quad (7)$$

Die Beziehung (7) gibt die Bedingung für m-fache Kraftsicherheit bei einem Relais mit Morsekontakten. Für einfache Anzugsicherheit, also für $m = 1$ ist

$$\alpha = \frac{4}{27}\left(\beta - \frac{1}{2p_2}\right)^3.$$

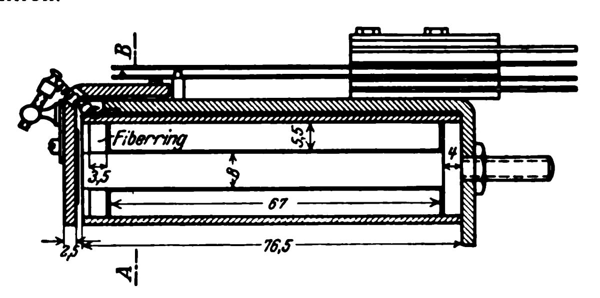
Dies ist der Grenzfall zwischen stabil und labil. Für $m < 1$ ist

$$\alpha < \frac{4}{27}\left(\beta - \frac{1}{2p_2}\right)^3.$$

Das System ist stabil, weil eine Gleichgewichtslage erreicht wird. Schließlich ist für $m > 1$

$$\alpha > \frac{4}{27}\left(\beta - \frac{1}{2p_2}\right)^3,$$

was ein labiles System ergibt. Dies ist der wichtigste Fall für das Telephonrelais, weil in diesem Falle ein guter Kontaktdruck erreicht wird mit einem Minimum an Energieaufwand. Den Koeffizienten α, der bei der später zu behandelnden Ankerbewegung eine wichtige Rolle spielt, werde ich weiterhin den Kippkoeffizienten nennen.



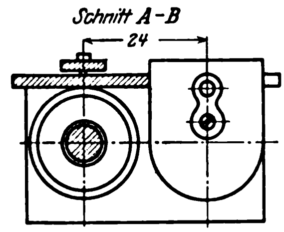


Abb. 2. Mantelrelais.

Als Sonderfälle können bei dem Wechselkontakt in Betracht kommen:

a) Kippkriterium für einen Wechselkontakt ohne Unterbrechung, der trennt und gleichzeitig schließt:

$$\alpha \gtreqless \beta^3 \cdot 4\left(\frac{m}{1+2m}\right)^3. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Dies ist gleichzeitig das Kriterium für ein Relais mit Vorspannung und kontinuierlicher Belastung mit der spezifischen Spannung $2K_1$.

b) Das Relais hat keine Vorspannung, also gleichmäßig zunehmende Belastung:

$$\alpha \gtrless 4\left(\frac{m}{1+2m}\right)^3. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

Einfluß magnetischer Streuung.

Die Ableitung des Kippkoeffizienten würde unvollkommen sein, wenn nicht der Einfluß der magnetischen Streuung bestimmt würde. Dazu kommt noch, daß die Streuung eine wichtige Rolle bei den Einschalterscheinungen spielt. Wie bekannt, ist es nur in wenigen Fällen möglich, das Kraftlinienbild aus den Feldgleichungen zu bestimmen. Um dieser Schwierigkeit zu entgehen, wird ein stilisiertes Feld entworfen unter der Annahme, daß selbst bei endlicher Permeabilität die Feldlinien senkrecht aus dem Eisen austreten und die Randerscheinungen am Anfang und Ende des Kernes vernachlässigt werden können. Das Relais kann dann als ein System mit konstantem Streuungskoeffizienten für die Längeneinheit betrachtet werden. Dieser spezifische Streuungskoeffizient ist selbstverständlich verschieden für die verschiedenen Relaistypen. Man kann sich aber auf nachstehende Auswahl von drei besonderen Ausführungsformen von Relais beschränken, nämlich auf das Mantel- (oder Topf-) Relais, das Flachankerrelais (flat-Relais) und das Winkelankerrelais (Deutsche Reichspost). Der Streuungskoeffizient für das Mantelrelais (Abb. 2) ist:

$$\Lambda = \frac{2\pi}{2{,}3 \lg \frac{r_2}{r_1}}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

wobei r_1 der Radius des Kerns und r_2 der Innenradius des Mantels ist.

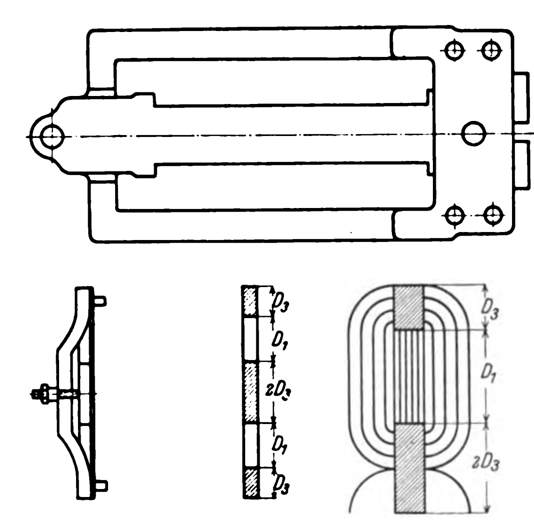


Abb. 3. Flachankerrelais.

Für das Flachankerrelais (Abb. 3) wird auf einfache Weise gefunden

$$\Lambda = \frac{2d_2}{d_1} + \frac{4 \cdot 2{,}3}{\pi} \lg \frac{\pi d_3 + d_1}{d_1} \quad \ldots \quad (11)$$

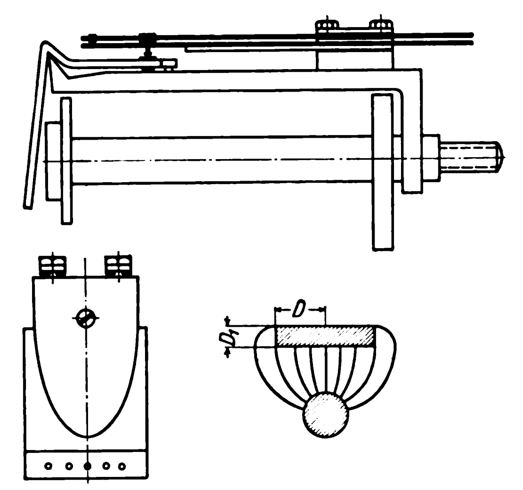


Abb. 4. Winkelankerrelais.

In Gl. (11) ist d_2 die Stärke von Kern und Joch. Für das Winkelankerrelais (Abb. 4) gilt:

$$\Lambda = \frac{2bg \operatorname{tg} \frac{d}{\sqrt{a^2 - r^2}}}{2{,}3 \lg \frac{a + \sqrt{a^2 - r^2}}{r}} \quad \ldots\ldots \quad (12)$$

Wir betrachten jetzt ein Relais mit endlicher Permeabilität. Bei A (Abb. 5) sei der Kraftfluß Φ und bei B: $\Phi + \frac{\partial \Phi}{\partial x} \mathrm{d}x$. Der Streufluß über eine Strecke $\mathrm{d}x$ ist $M \Lambda \mathrm{d}x$, worin M die magnetische Spannung ist. Dann gilt:

$$\Phi = \Phi + \frac{\partial \Phi}{\partial x} \mathrm{d}x + M \Lambda \mathrm{d}x$$

oder

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x} = - M \Lambda . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

Die magnetische Spannung oder das Linienintegral der Feldstärke bei A_1 und bei B

$$M_2 = M_1 + \frac{\partial M_1}{\partial x} \mathrm{d}x .$$

Der Zuwachs des Linienintegrals an der Oberfläche des Kerns ist $H_1 \mathrm{d}x$, wenn H_1 die dortige Feldstärke ist. Mit Einführung des spezifischen Widerstands R gilt aber

$$H_1 \mathrm{d}x = \mu H_1 O \frac{\mathrm{d}x}{O \mu} = \Phi R_1 \mathrm{d}x .$$

An der Grenze zwischen Luftraum und Joch ist

$$H_2 \mathrm{d}x = \Phi R_2 \mathrm{d}x ,$$

wenn R_2 der spezifische Widerstand beider Jocharme ist. Von A bis B bekommt das Linienintegral oben und unten einen Zuwachs

$$\Phi (R_1 + R_2) \mathrm{d}x = \Phi R \mathrm{d}x .$$

Abb. 5. Zur Berechnung des Kraftflusses.

Das totale Linienintegral wird also

$$\Phi R \mathrm{d}x + M + \frac{\partial M}{\partial x} \mathrm{d}x - M = \frac{4 \pi n I}{l} \mathrm{d}x$$

oder

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial M}{\partial x} &= - \Phi R + \eta \\ \eta &= \frac{4 \pi n I}{l} \end{aligned} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Differentiierung von Gl. (14) nach x und Einführung des Wertes von $\frac{\partial \Phi}{\partial x}$ aus (13) ergibt

$$\frac{\mathrm{d}^2 M}{\mathrm{d} x^2} = \Lambda R M .$$

Die Lösung dieser Gleichung ist

$$M = A \, \mathfrak{Sin}\, x \sqrt{\Lambda R} + B \, \mathfrak{Cof}\, x \sqrt{\Lambda R} . \quad . \quad . \quad (15)$$

Für den Kraftfluß wird gefunden:

$$\Phi = \frac{\eta}{R} \left(A \sqrt{\frac{\Lambda}{R}} \, \mathfrak{Cof}\, x \sqrt{\Lambda R} + B \sqrt{\frac{\Lambda}{R}} \, \mathfrak{Sin}\, x \sqrt{\Lambda R} \right) . \quad (16)$$

Nehmen wir an, daß der magnetische Widerstand zwischen Kern und Joch bei $x = 0$ vernachlässigt werden kann, so ist

$$M = 0, \qquad x = 0, \qquad B = 0,$$

womit für $x = l$ gilt:

$$\Phi_l \frac{b}{O} = M_l .$$

Für den magnetischen Widerstand des Luftspaltes wird der Buchstabe ϱ eingeführt:

$$\varrho = \frac{b}{O} .$$

Mit Benutzung einer Hilfsgröße

$$q = \frac{l \sqrt{\Lambda R}}{\mathfrak{Tg}\, l \sqrt{\Lambda R}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

wird das Ergebnis:

$$M_x = \frac{4 \pi n I}{\varrho q + l R} \; \frac{\mathfrak{Sin}\, x \sqrt{\Lambda R}}{\mathfrak{Sin}\, l \sqrt{\Lambda R}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

$$\Phi_x = \frac{4 \pi n I}{\varrho q + l R} \left\{ 1 + \frac{\varrho q}{l R} \left(\frac{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R} - \mathfrak{Cof}\, x \sqrt{\Lambda R}}{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R}} \right) \right\} . \quad (19)$$

Den Kraftfluß im Luftspalt erhält man dadurch, daß in Gl. (19) $x = l$ gesetzt wird:

$$\Phi_l = \frac{4 \pi n I}{\varrho q + l R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

Das maximale Feld am Anfang des Kernes ist

$$\Phi_0 = \frac{4 \pi n I}{\varrho q + l R} \left[1 + \frac{\varrho q}{l R} \left(\frac{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R} - 1}{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R}} \right) \right] . \quad (21)$$

Beispiel. Als Beispiel für die Anwendung der Formeln nehmen wir ein Flachankerrelais (Abb. 3).

$d_1 = 0{,}75$ cm = Abstand zwischen Kern und Joch,
$d_2 = 0{,}25$ cm = Stärke des Eisens,
$2\, d_3 = 1{,}0$ cm = Breite des Kerns,
$d_3 = 0{,}5$ cm = Breite von jedem Jocharm.

(In Abb. 3 sind die Bezeichnungen in den entsprechenden Großbuchstaben eingetragen.)

Die spezifische magnetische Leitfähigkeit ist

$$\Lambda = \frac{2 d_2}{d_1} + \frac{4 \cdot 2{,}3}{\pi} \lg \frac{\pi d_3 + d_1}{d_1} = 2{,}1 .$$

Der Querschnitt des Kernes ist

$$2\, d_3 d_2 = 0{,}25 \text{ cm}^2 .$$

Der spezifische magnetische Widerstand für Hin- und Rückleiter ist

$$R = 2 \cdot \frac{1}{2\, d_3\, d_2\, \mu} = 0{,}002\,67 \text{ mit } \mu = 3000 .$$

Der Querschnitt für den Luftspaltkraftfluß ist

$$O = 1 \text{ cm}^2 \text{ und } b = 0{,}12 \text{ cm},$$

also

$$\varrho = 0{,}12 \text{ cm}.$$

Der Eisenwiderstand des Schlußstückes ist in der Rechnung dadurch berücksichtigt, daß ϱ etwas reichlich bemessen wird. Der Wert von q ist

$$q = \frac{l \sqrt{\Lambda R}}{\mathfrak{Tg}\, l \sqrt{\Lambda R}} = 1{,}045 .$$

Die prozentuale Verminderung des Ankerfeldes beträgt

$$100 \cdot \frac{\varrho + l R}{\varrho q + l R} = 96\,\% .$$

Dagegen ist das Ankerfeld in Prozenten des maximalen Kraftflusses

$$100 \cdot \frac{1}{1 + \frac{\varrho q}{l R} \left[\frac{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R} - 1}{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R}} \right]} = 61{,}3\,\% .$$

Das Streufeld ist also rd. 40 % des gesamten Kraftflusses und das Ankerfeld nimmt durch die Anwesenheit von magnetischer Streuung nur um 4 % ab. Dieses Ergebnis darf überraschend genannt werden. Von demselben Relais sind mit anderen Werten für Luftspalt und Permeabilität die folgenden Daten ausgerechnet worden:

μ	q	ϱ	Abnahme Ankerfeld %	Streuung %
3000 3000	1,045	0,12 0,08	4,0 3,83	38,7 29,7
2000 2000	1,07	0,12 0,08	5,6 5,0	38,7 29,7
1000 1000	1,14	0,12 0,08	9,75 8,3	38,3 29,3

Auffallend ist der geringe Einfluß von μ. Dies ist erfreulich, denn die Annahme eines bestimmten Wertes für μ bleibt immer ziemlich gefährlich. Anderseits wird es jetzt wahrscheinlich, daß, auch wenn μ variabel ist, der Einfluß von μ nicht groß sein kann.

Laut Gl. (21) wird die Streuung bestimmt aus:

$$\frac{\varrho q}{l R} \; \frac{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R} - 1}{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R}} .$$

Nach Einführung von

$$q = \frac{l\sqrt{\Lambda R}}{\mathfrak{Tg}\, l\sqrt{\Lambda R}}$$

und Reihenentwicklung der Hyperbelfunktionen erhält man:

$$\varrho\,\frac{l\Lambda}{2}\left(1 - \frac{l^2 \Lambda R}{12}\right),$$

welche Formel meist mit genügender Genauigkeit ersetzt werden kann durch

$$\varrho\,\frac{l\Lambda}{2}.$$

Wenn das Ende des Kerns kreisförmig mit einem Durchmesser D ist, so wird

$$O = \frac{\pi}{4} D^2.$$

Es sei

$$l = n\,D,$$
$$b = (m_0 + m)\,D.$$

Hierin ist $m\,D$ der Luftspalt und $m_0\,D$ eine auf denselben Querschnitt reduzierte Länge für das eiserne Schlußstück, den Klebestift und die etwaige Stoßfuge. Dann ist

$$= \frac{b}{O} = \frac{(m_0 + m)\,D}{\frac{\pi}{4} D^2}$$

und

$$\varrho\,\frac{l\Lambda}{2} = \frac{2\Lambda}{\pi}(m_0 + m)\,n. \quad \ldots\ldots \quad (22)$$

Ist O nicht kreisförmig, dann ist D nicht sofort zu messen, sondern aus

$$O = \frac{\pi}{4} D^2$$

zu bestimmen. Die Gl. (21) wird jetzt:

$$\Phi_0 = \frac{4\pi n I}{\varrho q + l R}\left\{1 + \frac{2\Lambda}{\pi}(m_0 + m)\,n\right\}.$$

Das Ankerfeld ist in Prozenten des maximalen Feldes

$$\frac{100}{1 + \frac{2\Lambda}{\pi}(m_0 + m)\,n} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

Für verschiedene Werte von Λ und n (Länge des Kerns) ist das prozentuale Ankerfeld gegeben als Funktion von m, welches ein Maß für den Luftspalt ist.

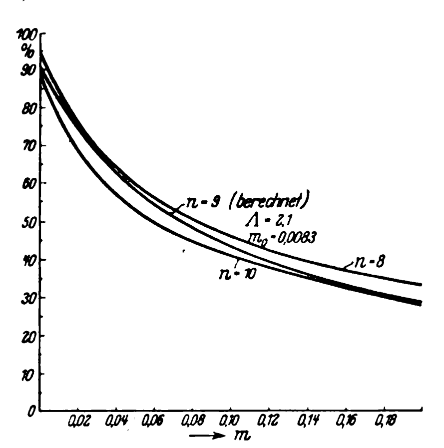


Abb. 6. Ankerfeld in Prozent des maximalen Feldes.

Eine entsprechende Zeichnung ist für das statische Problem zwar nicht sehr wichtig, sie gibt jedoch die Möglichkeit eines Vergleiches mit den empirischen Ergebnissen von Miller[3]. Miller hat sehr viele Messungen an mehreren Typen von Relais angestellt, um zu bestimmen, welcher Teil vom maximalen Kraftflusse als Ankerfeld bei verschiedenen Längen von Kern und Luftspalt auftritt. In Abb. 6 ist die Kurve mit $n = 9$ berechnet und interpoliert zwischen den Millerschen Kurven mit $n = 8$ und $n = 10$. Daß bei größeren Werten von m die Kurven $n = 9$ und $n = 10$ zusammenfließen, ist klar, weil die Kopfstreuung bei der Ableitung der Formeln außer Betracht gelassen ist. Dies ist aber nicht zulässig, wenn der Luftspalt schon das 0,2fache des Kerndurchmessers ist.

Auf analoge Weise können wir jetzt eine Formel ableiten, die den prozentualen Einfluß von Eisenwiderstand und Streuung für das Ankerfeld angibt. Bekanntlich ist der Ausdruck $\varrho\, q + l\, R$ maßgebend für das Ankerfeld mit

$$q = \frac{l\sqrt{\Lambda R}}{\mathfrak{Tg}\, l\sqrt{\Lambda R}}.$$

Eine Näherungsformel für q ergibt sich durch Reihenentwicklung des hyperbolischen Tangens und Auswertung:

$$= 1 + \frac{l^2 \Lambda R}{3}.$$

Das Verhältnis

$$\frac{\varrho}{\varrho q + l R}$$

gibt den Einfluß von Eisenwiderstand und Streuung oder prozentual

$$\frac{100}{q + \frac{l R}{\varrho}}.$$

Hierin ist

$$\left.\begin{aligned} q &= 1 + \frac{l^2 \Lambda R}{3} = 1 + \frac{n^2 D^2 \Lambda}{3\,\frac{\pi}{4} D^2 \mu} = 1 + \frac{4\,n^2 \Lambda}{3\pi\mu} \\ \frac{l R}{\varrho} &= \frac{l}{O\mu}\,\frac{O}{b} = \frac{n\,D}{\mu(m_0 + m)\,D} = \frac{n}{\mu(m_0 + n}. \end{aligned}\right\} \quad (24)$$

Der prozentuale Einfluß von Eisenwiderstand und Streuung auf das Ankerfeld ist also

$$\frac{100}{1 + \frac{4 n^2 \Lambda}{3\pi\mu} + \frac{n}{\mu(m_0 + m)}} \quad \ldots\ldots \quad (25)$$

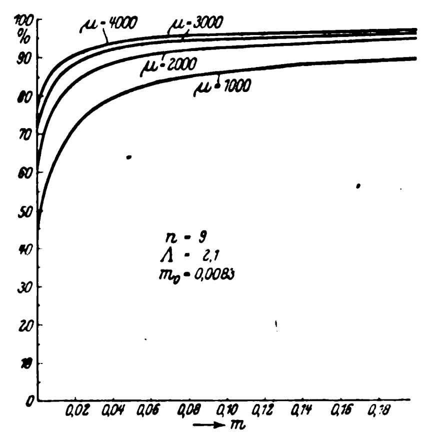


Abb. 7. Prozentualer Einfluß von Eisenwiderstand und Streuung.

Mit Hilfe dieser Formel sind Kurven zu bestimmen, wobei für eine gegebene Relaistype (n und m_0) der Einfluß des Luftspaltes (m variabel) bei bestimmten Werten von μ zum Ausdruck kommt (Abb. 7). Wie man sieht, ist die Verminderung des Ankerfeldes um so stärker, je kleiner μ ist, was ohne weiteres einleuchtet. Nachdem m eine gewisse Größe erreicht hat, ist der Verlauf ungefähr geradlinig. Überdies ist der Unterschied für die geradlinigen Strecken der Kurven $\mu = 2000$, 3000 und 4000 nicht groß, so daß man zu der Annahme berechtigt ist, daß auch bei variabler Permeabilität der Einfluß von Eisenwiderstand und Streuung auf das Ankerfeld nicht groß sein wird, wenn nur nicht zu starke Sättigung auftritt. Wenn der Eisenwiderstand ganz zu vernachlässigen ist, also $\mu = \infty$, so ist das Ankerfeld von der Streuung unabhängig, wie groß diese auch sein möge. — Das elektrische Äquivalent wird in einer Batterie ohne inneren Widerstand gefunden, bei welcher Ableitung auftritt und die überdies über einen Belastungswiderstand geschlossen ist. Die Belastungsstromstärke bleibt konstant unabhängig von der Ableitung, weil ja die Klemmenspannung sich nicht ändert.

Zurückkommend zum Relais bedeutet dies, daß die Kraftfunktion des Relais bei Vernachlässigung des Eisen-

[3] D. D. Miller, Design Characteristics of Electromagnets for Telephone Relays. Bell syst. techn. Journ., April 1924.

widerstandes von der Streuung nicht beeinflußt wird. Sobald wir aber ein Relais mit Streuung betrachten, wird unser erster Gedanke sich darauf richten, wieviel das Relais von seinem Werte als Elektromagnet einbüßt. Wie die Untersuchung gelehrt hat, nimmt tatsächlich das Ankerfeld ab, sobald Streuung bei endlicher Permeabilität auftritt, aber in viel geringerem Maße, als dies eine oberflächliche Betrachtung vermuten läßt. Das totale Feld am Anfang des Kernes kann bedeutend größer werden, sobald die Streuung auftritt, aber bei einer Streuung von 40 % wird z. B. das Ankerfeld nur um 4 % abnehmen. Eine Definition der Streuung des Relais, bei der das Ankerfeld in Prozenten des maximalen Feldes ausgedrückt wird, ist also bei statischen Problemen sinnlos. Die Möglichkeit des Auftretens von Streuung läßt das totale Feld bei gleicher Amperewindungszahl wachsen, ohne das Ankerfeld bedeutend zu vermindern. An dieser Stelle möchte ich noch auf das Mantelrelais hinweisen, bei dem eine bedeutende Streuung auftreten und doch ein kräftiges Ankerfeld erzeugt werden kann, eben weil der Eisenwiderstand für den Rückkraftfluß so gering ist. Sobald aber die Schaltzeit des Relais betrachtet wird, spielt die Streuung, auch bei Vernachlässigung des Eisenwiderstandes, eine bedeutende Rolle. In diesem Falle erfordert die Streufeldenergie Zeit, so daß die Qualität des Relais nach dem totalen Feld beurteilt werden muß, das entsteht. *(Schluß folgt.)*

Die österreichische Elektroindustrie im Jahre 1927*.

Von **E. Honigmann**, Wien.

Die Lage der Elektroindustrie hat sich in den letzten Jahren nicht wesentlich verändert. In den einzelnen Gruppen zeigen sich meist gewisse Schwankungen: im großen und ganzen ist aber das Handelsgeschäft infolge der allgemein noch immer nicht normalen Wirtschaftslage unbefriedigend, während die großen Aufträge für die Elektrisierung der Bundesbahnen und auch den Wasserkraftausbau wohl für die Stetigkeit der Fabrikation unentbehrlich, aber doch nicht den technischen Leistungen entsprechend gewinnbringend sind. Dagegen hat sich die Rentabilität im großen und ganzen gebessert, nachdem die Rationalisierung der Betriebe nach modernsten Grundsätzen durchgeführt ist. Nach wie vor hindert die hochschutzzöllnerische Handelspolitik der meisten europäischen Staaten, den Export in dem Maße zu steigern, wie die Ausdehnung und Einrichtung unserer Werke es verlangten.

Die Wirtschaftskreise aller Länder sollten mit größter Energie ihren Einfluß dahin geltend machen, daß Tarifverträge wie in der Vorkriegszeit für längere Perioden, zum Beispiel ein Dezennium, abgeschlossen würden. Dann könnten Produzent und Kaufmann ihre Dispositionen auf lange Hand einrichten, rationeller arbeiten und manchen Aufwand, der jetzt nach kurzer Zeit sich als überflüssig erweist, ersparen.

Technische Fortschritte von besonderer Bedeutung sind im Starkstromfach nicht zu verzeichnen. Immerhin arbeiten die einzelnen Werke dauernd an der Vervollkommnung ihrer Konstruktionen und erzielen damit auch im Ausland Erfolge. Beispielsweise seien die neuen Distanzrelais erwähnt, von denen beträchtliche Posten seitens der Erzeuger geliefert wurden, ferner Sonderantriebe für Ringspinnmaschinen, Glasgleichrichteranlagen für nennenswerte Leistungen, Kaskadenrostanlagen zur Verheizung minderwertiger Kohle, die an eine Anzahl inländischer und auch ausländischer Kraftwerke abgesetzt werden konnten. In steter Entwicklung befinden sich auch das Geschäft mit elektrischen Hebezeugen, Kran- und Baggeranlagen, der elektrische Antrieb von Werkzeugmaschinen, die Einrichtung von Schweiß-, Bohr- und Förderanlagen, der Bau von Elektrostahlöfen, die Lieferung von Kraftwagen, Beleuchtungsanlagen, Ausrüstungen für Lokal- und Seilbahnen u. dgl.: die Lieferungen in die verschiedenen Länder festigen den Ruf der technischen Leistungsfähigkeit der österreichischen Elektrizitätsindustrie. So haben die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke Anlagen für Hafenkühlhäuser in Odessa und Sebastopol, eine 500 kW-Gleichrichterstation nach Bulgarien und 15 Triebwagen nach Rumänien abgesetzt; die AEG-Union Elektrizitäts-Gesellschaft baute eine große Turbozentrale in Ostgalizien, elektrisierte daselbst Bohr- und Förderanlagen und erhielt ferner aus Kattowitz die Bestellung von drei Synchrongeneratoren zu je 2800 kW für Zinkelektrolyse; die Österreichischen Brown Boveri-Werke A. G. bekamen Aufträge auf eine größere Anzahl Motorwagen von Belgrad und Sofia und schlossen mit der Gemeinde Bukarest einen Vertrag über den Ausbau der Jalomita-Wasserkräfte (Herstellungskosten auf 3...4 Mill. schw. Fr geschätzt); der „Elin" A.G. für elektrische Industrie gelang es, selbst in Deutschland einen Auftrag auf eine größere Quecksilberdampf-Gleichrichteranlage sowie zahlreiche Bestellungen aus den Nachfolgestaaten zu erhalten.

Die Schwachstromindustrie befand sich insofern in günstigerer Lage als die Starkstromindustrie, als sie einerseits in der Fabrikation von Radioapparaten und -artikeln ein neues Betätigungsfeld findet, in dem sie, wenn auch nicht leicht, auf dem Weltmarkt ihren Ruf zu festigen in der Lage war, anderseits laufende beträchtliche Staatsaufträge ausgeführt hat, bei denen die Konkurrenz infolge langjähriger Kontingentierung ausgeschlossen ist.

Durch die am 4. I. 1927 erfolgte Inbetriebsetzung des ersten österreichischen Fernkabels Wien—Passau konnte im Berichtsjahre nicht nur der Fernsprechverkehr von Wien und Niederösterreich mit Deutschland bedeutend verbessert, sondern auch die Ausgestaltung des außerdeutschen Verkehrs begonnen werden. Der Sprechverkehr mit Frankreich, Danzig, Dänemark und Schweden wurde erweitert und der mit Belgien, den Niederlanden, Norwegen und England neu aufgenommen.

Die zweite Ausbauetappe betrifft die Linie Wien—Budapest, die im August 1927 dem Verkehr übergeben wurde. Das auf österreichischem Boden 67,7 km lange Kabel besitzt 108 Adernpaare und ist teilweise pupinisiert. In Österreich besteht in Halbturn ein Verstärkeramt. Nun können grundsätzlich sämtliche Fernsprechämter Österreichs und Ungarns miteinander unter Aufhebung aller zeitlichen Beschränkungen verkehren.

Den dritten Abschnitt bildet das Fernkabel Österreich—Schweiz. Hierfür wurde 1927 österreichischerseits von Linz über die schweizerische Grenze bis Oberriet ein 468 km langes hundertpaariges, teilweise pupinisiertes Fernkabel verlegt, das in Linz im Fernkabel Wien—Passau seine Fortsetzung nach Wien findet. Mit Beginn des Jahres 1928 konnte mit der Inbetriebsetzung begonnen werden. In Wien wurden die umfangreichen Vorarbeiten für die Vollautomatisierung der Fernsprechanlagen fortgesetzt und im Herbste 1928 der Austausch der Apparate angefangen.

Im Anschluß hieran werden einige Worte über die Entwicklung des Rundfunks in Österreich interessieren: Die Teilnehmerzahl hat sich bis Ende Juli 1927 auf fast 280 000, davon 200 000 in Wien, erhöht. Die Reichweite wurde vergrößert, die Qualität der Stationen gesteigert. Die Eröffnung der Zwischensender Innsbruck und Klagenfurt ermöglichte einem nicht unbeträchtlichen Teil der Hörer, vom Röhrenapparat zum einfachen Detektor überzugehen. Die Ravag hat auch Versuche mit der Bildübertragung nach den Systemen von Thorne—Baker—Fulton und Tschörnder begonnen, die es vielleicht bald ermöglichen, den Rundfunk durch bildliche Darstellung zu ergänzen. Der Bildrundfunk ist indessen in das regelmäßige Programm mit aufgenommen worden.

Im Installationsfach wird allgemein über die schlechte Lage des Handwerks geklagt, ja direkt von einer Verelendung gesprochen. Verschiedene Ursachen tragen daran die Schuld. In erster Linie fehlt es infolge des Mieterschutzgesetzes an genügenden Aufträgen.

Es mangelt aber auch wegen der gesunkenen Kaufkraft des großen Publikums, insbesondere des Mittelstandes, an Ersatz durch regelmäßige Bestellungen von Privaten, die heute weniger denn je in der Lage sind, die Vorteile der Elektrizität zur Erleichterung und Verschönerung des Daseins sich auf normalem Wege zu verschaffen. Infolgedessen müssen Reizmittel oder Erleichterungen ausgedacht werden, um die Kundschaft auch dieser Bevölkerungsschichten zu erhalten beziehungsweise neu zu gewinnen. Das hat zu erhöhter Propaganda, die

* Auszug aus einigen Abschnitten des vom Verfasser der Handelskammer erstatteten Berichts.

allerdings in der Form der Lichtreklame dem Elektriker zugute kommt, und zur sog. Konsumfinanzierung geführt, mit anderen Worten, das früher nur auf bestimmte Geschäfte beschränkte Ratengeschäft außerordentlich entwickelt. Wenn die Zahlungserleichterungen auch sicherlich ihr gutes haben und vielen ermöglichen, Anschaffungen zu machen, an die sie sonst nicht denken würden, so hat es doch auch unverkennbare Nachteile sowohl für den Käufer als auch für den Lieferanten.

Die Organisationen des Installationsgewerbes haben, um sich der sehr starken Konkurrenz seitens der Installationsbureaus der Elektrogroßindustrie zu erwehren, nunmehr dieser geradezu den Fehdehandschuh hingeworfen. Eine direkte Sperre können sie natürlich nicht durchführen, weil sie zum Teil auf bestimmte Spezialartikel und Marken angewiesen sind; aber sie haben ein Wirtschaftskomitee gebildet, das bei einer Anzahl von anderen Lieferfirmen den Mitgliedern Preisermäßigungen und Zahlungserleichterungen erwirkt hat. Naturgemäß werden dann solche Lieferanten bevorzugt. Bei allen Artikeln, die kartelliert sind, werden Außenseiter oder ausländische Lieferanten vorgezogen. Ob und inwieweit diese Maßnahmen Erfolg haben oder zu einer Verständigung führen werden, bleibt noch abzuwarten. Jedenfalls sind sie Wasser auf die Mühle derjenigen Fabrikanten, die schutzzöllnerisch orientiert sind. Energisch wehren sich auch die Organisationen gegen die Konkurrenz der Elektrizitätswerke, welche im Gegensatz zum schwach fundierten Kleingewerbetreibenden Rateninstallationen leicht ausführen können, da sie den unpünktlichen Schuldner einfach durch Absperrung des Stromes zur Zahlung nötigen. Manche Elektrizitätswerke in der Provinz üben noch bei der Herstellung von Anschlußanlagen ein wenigstens teilweises Monopol aus. Durch ihren Einfluß und auch in ihrer Eigenschaft als technische Aufsicht haben sie ja an und für sich einen Vorsprung vor dem Privatinstallateur. In vielen Orten haben, was ja vom Standpunkt der Propaganda für die Elektrizitätsverwertung nur zu loben ist, die Werke eigene Demonstrations- und Werbelokale eingerichtet, die natürlich den Installateuren manche Kunden abspenstig machen. In Deutschland scheint es um das Zusammenwirken von Werk und Installateur besser bestellt zu sein, worüber schon im vorigen Jahr berichtet wurde. Eine neue Lösung dieser Frage, die sich recht gut bewähren soll, hat man in Nürnberg gefunden, wo die Ausstellungsräume gleichzeitig als Verkaufslokal einer größeren Anzahl ausgesuchter und finanziell beteiligter Installationsfirmen dienen, die am Nutzen partizipieren. Aber außer der Konkurrenz von oben bedrängt die Elektrotechniker auch noch eine solche von unten, nämlich die der sogenannten Pfuscher, die ohne eine Konzession und ein mit Regien verknüpftes Geschäft zu besitzen, unbefugterweise kleinere Anlagen und besonders Reparaturen ausführen. Die Genossenschaft führt einen scharfen Kampf gegen diese Schädlinge und hat schon manchem das Handwerk gelegt.

Außerordentlich anzuerkennen ist, daß die Prinzipien der modernen Lichttechnik durch eine Serie von gemeinverständlichen Vorträgen popularisiert wurden, ebenso daß Ausbildungskurse für Installateure und Monteure veranstaltet worden sind, die lebhaften Besuch aufwiesen und sicher zur Förderung des Gewerbes beitragen werden.

Im Anschluß hieran soll auch nicht unerwähnt bleiben, daß die Fortbildungsschule für Elektrotechnik zu einer Musteranstalt ausgestaltet worden ist. Wenn also

Österreichs Ein- und Ausfuhr elektrischer Erzeugnisse i. J. 1927.

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr						Ausfuhr					
		Wert in 1000 S			Menge in dz			Wert in 1000 S			Menge in dz		
		1927	1926	1925	1927	1926	1925	1927	1926	1925	1927	1926	1925
1003 ... 1006	Elektrische Maschinen und Transformatoren	9 619	9 135	6 826	11 490	10 748	7 697	10 839	10 161	11 178	25 158	22 958	27 357
1007 1009 1012	Telegraphen-, Läute-, Signal- und Eisenbahnsicherungsapparate	663	313	384	311	141	226	430	662	734	328	600	595
1008	Telephone und Mikrophone	2 824	2 636	2 683	673	498	416	6 202	5 315	6 490	1 429	1 569	1 838
1010	Apparate für drahtlose Fernvermittlung	2 101	1 333	1 315	326	196	248	6 179	5 321	2 858	1 161	1 075	607
1011	Röntgen- und elektromedizinische Apparate und Hilfsgeräte	958	806	517	481	333	252	1 452	1 485	853	887	663	489
	Zwischensumme	6 546	5 088	4 899	1 791	1 168	1 142	14 263	12 783	10 935	3 805	3 907	3 529
1013	Elektrizitätsmeß- und Zählapparate	2 132	2 295	2 512	909	911	1 312	1 570	1 944	1 882	880	1 291	1 875
1014	Bogen-, Quarz-, Quecksilberdampflampen	99	103	125	43	33	34	268	242	162	26	46	31
1015	Glühlampen	3 016	3 225	3 330	1 270 Stück 2 497 373	— Stück 3 038 152	— Stück 3 000 517	21 039	19 901	17 954	7 496 Stück 18 660 934	— Stück 20 389 985	— Stück 17 951 226
1016	Röntgenröhren	89	225	60	11	8	3	164	246	388	7	7	27
	Zwischensumme	3 204	3 553	3 515	1 324	41	37	21 471	20 389	18 504	7 529	53	58
	Stück	—	—	—	2 497 373	3 038 152	3 000 517	—	—	—	18 660 934	20 389 985	17 951 262
1017 bis 1018	Elektrische Öfen, Heiz- und Kochapparate; Bügeleisen, elektrische Apparate und Vorrichtungen n. b. b.	10 833	9 270	6 080	9 291	6 438	5 229	7 406	6 144	7 078	10 988	9 241	9 207
1020 1021	Kabel und isolierte Drähte	621	292	600	694	314	405	5 468	5 010	6 368	19 899	16 215	18 733
1022	Akkumulatoren	195	163	120	368	270	301	650	556	492	1 707	1 648	1 269
1023	Elektrische Beleuchtungskohle	60	48	58	106	75	77	88	162	46	208	553	56
1024	Elektroden	1 086	1 322	834	9 298	14 419	11 632	46	189	943	211	784	5 089
1025	Elektrische Kohlen, andere	461	268	385	552	116	167	67	69	144	38	20	48
	Zwischensumme	1 607	1 638	1 277	9 956	14 610	11 876	201	420	1 133	457	1 357	5 193
1019	Isolierrohre	249	198	122	1 578	1 116	625	314	341	434	2 126	2 273	2 731
1026 1027 1028	Isolations- und Montierungsbestandteile	2 910	2 308	3 158	14 389	11 664	15 889	381	1 007	800	890	998	1 580
	Gesamtsumme	37 916	33 940	29 109	51 790	47 280	44 513	62 563	58 755	58 804	73 439	59 941	71 532
	Glühlampen . . Stück	—	—	—	2 497 373	3 038 152	3 000 517	—	—	—	18 660 934	20 389 985	17 951 262



auch das Installationsgewerbe im Jahre 1927 schwere Zeiten durchzumachen hatte, so besteht doch die Hoffnung, daß es entsprechend seiner großen Bedeutung als Pionier der Elektrotechnik in den Kreisen des großen Publikums einer besseren Zukunft entgegensehen kann.

Je größere Verbreitung elektrische Anlagen finden, je mehr die Zahl der Gegenstände zunimmt, die auch der Laie an das Netz anschließen kann, desto bedeutender wird die Aufgabe des Einzelhandels mit elektrotechnischen Artikeln. Deshalb haben auch die meisten Elektrogrossisten, sogar auch Konzernfirmen, sich Ladengeschäfte angegliedert, die außer dem direkten Einfluß auf die letzte Hand den Vorteil bieten, bei der heutigen allgemeinen Geldknappheit täglich gewisse Bareinnahmen erzielen zu können. Allerdings wird von ihnen meistens auch das Teilzahlungsgeschäft gepflegt. Im allgemeinen ist aber die Lage des Großhandels nicht günstig. Wenn auch die während der Inflationszeit entstandenen Firmen großenteils von der Bildfläche verschwunden sind, so ist doch die allgemeine Konkurrenz noch immr sehr scharf, und zwar nicht bloß untereinander, sondern auch die mit den Produzenten, die zwar als Lieferanten nicht entbehrt werden können, anderseits aber die gleiche Kundschaft bearbeiten. Dabei haben die Fabriken noch den Vorteil, mit den Elektrizitätswerken und den industriellen Großkonsumenten durch persönliche und finanzielle Verbindungen, Gegengeschäfte u. dgl. enger liiert zu sein.

Das Exportgeschäft ist in Anbetracht der in den Nachfolgestaaten noch immer geübten Hochschutzzollpolitik schon lange in den Hintergrund getreten, und der Import ausländischer Erzeugnisse, der früher von den Händlern besonders gepflegt wurde, wird infolge der Entwicklung der inländischen, auf ein großes Absatzgebiet berechneten Industrie auch immer schwieriger, zumal die hierfür vorzugsweise in Betracht kommenden deutschen Fabrikate vielfach infolge des Valutaunterschiedes, der höheren Löhne usw. schon an und für sich teurer sind. Manche Handelsfirmen haben sich, um den Rückgang des Absatzes zu paralysieren, deshalb auch auf die Fabrikation zum Beispiel von Meßinstrumenten, Batterien, Installationsmaterial u. dgl. geworfen. Das Vertretungsgeschäft in der Elektrobranche, das vor dem Kriege eine wichtige Funktion hatte und auch im allgemeinen rentabel war, ist das denkbar schlechteste geworden. Vor allem befassen sich jetzt damit zahllose branchenunkundige Personen, und man übertreibt nicht, wenn man sagt, daß es nur noch wenige deutsche Fabriken, ja Werkstätten, wenigstens solche, die in Fachzeitschriften annoncieren, gibt, die nicht in Österreich vertreten wären. Wie sehr der Markt dadurch zerrüttet wird, kann man sich leicht denken!

Das Verhältnis zwischen Ein- und Ausfuhr hat sich, wie die Handelstatistik beweist, in den letzten 3 Jahren nicht wesentlich verändert (s. die Zahlentafel). Während 1925 einem Import von 44 513 dz im Werte von 29,109 Mill. S der Export von 71 532 dz im Werte von 58,804 Mill. S gegenüberstand, belief sich 1927 der Import auf 51 790 dz = 37,916 Mill. S, der Export auf 73 439 dz = 62,563 Mill. S. Der Ausfuhrüberschuß betrug also 1925 27 019 dz = 29,695 Mill. S, 1927 21 649 dz = 24,647 Mill. S. Er ist also der Menge nach um nicht ganz 20 %, dem Werte nach jedoch um etwa 17 % gefallen. Wenn man die Ziffern aber mit dem ersten Jahre der stabilisierten Währung 1923 vergleicht, so zeigt sich bei der Einfuhr ein mäßiger, bei der Ausfuhr aber ein ganz erheblicher Rückgang, denn jene betrug damals noch 54 706 dz (+ 5,6 %), letztere 96 372 dz (+ 31 %). Der Wert der Einfuhr wurde damals mit 14,856 Mill. GK = 21,400 Mill. S, der der Ausfuhr mit 42,223 Mill. GK = 60,800 Mill. S geschätzt. Allerdings wird er jetzt auf Grund des Deklarationsverfahrens berechnet, kann also als genauer angesehen werden. Aber auch die Mengenziffern führen die Verschlechterung des Handelsgeschäftes deutlich vor Augen. Der Ausfuhrüberschuß betrug 1923 41 666 dz gegen 21 649 dz im Jahre 1927. Der Saldo der Handelsbilanz ist also auf fast die Hälfte herabgegangen, gewiß ein charakteristisches Zeugnis für die jetzige Wirtschaftslage.

Aus den Ziffern der Handelstatistik kann man sich ein ungefähres Bild über den Geschäftsgang der einzelnen Fabrikantengruppen machen. Ganz authentisch ist es aber nicht, da die gleichen Zollpositionen verschiedenartige Waren behandeln, zum Beispiel solche, die hochwertiges, aber wenig wiegendes edles Metall enthalten, ebenso aber solche aus schwerem, aber billigem groben Material. Immerhin gibt jedoch der Vergleich mehrerer Jahre miteinander dem Interessenten wertvolle Fingerzeige.

Hahnschalter für Hauswasserversorgungen.

Die Ausführung elektrischer Hauswasserversorgung erfolgt mittels einer durch Elektromotor angetriebenen Zentrifugalpumpe oder Kolbenpumpe, wobei die selbsttätige Ein- und Ausschaltung des Elektromotors durch einen Druckhilfschalter erfolgt, der durch die in einem Druckwindkessel hervorgerufene Druckdifferenz beeinflußt wird. Hierdurch wird die Einrichtung verteuert und kompliziert; sie unterliegt mehr oder weniger Störungen, die in der Regel der Fachmann beheben muß.

Abhilfe schafft ein sogen. Hahnschalter (Abb. 1). Er besteht aus einem Wasserhahn, der mit einem gußeisernen Dosenschalter zwangläufig derart gekuppelt ist, daß beim Öffnen des Wasserhahnes durch Linksdrehung der Dosenschalter eingeschaltet wird, während beim Schließen des Wasserhahnes durch Rechtsdrehung die Ausschaltung wieder erfolgt. Es werden also die sonst notwendigen Einrichtungen erübrigt, und die Hauswasser-Versorgungsanlage besteht nur aus einer kleinen Pumpe und dazu einem oder mehreren Hahnschaltern. Da der Hahnschalter bei dem geringen Kraftbedarf des Motors an jede vorhandene Lichtleitung angeschlossen werden kann, spart man in vielen Fällen so die Zuleitung. Es ist lediglich die Verbindungsleitung vom Hahnschalter zum Pumpenmotor zu verlegen, die wie jede andere Lichtleitung verlegt wird. Selbst wenn in weit auseinanderliegenden Räumen Wasseranschluß gemacht wird, so kann die Zuleitung erspart werden durch Verwendung der vorhandenen Lichtleitung und ist lediglich darauf zu achten, daß die richtige Phase angeschlossen wird. Die einzelnen Hahnschalter können vollkommen unabhängig voneinander betätigt werden. Die Erstellungskosten sinken durch die Mitbenutzung vorhandener Lichtleitungen ganz erheblich. Die ganze Hauswasser-Versorgungsanlage wird behandelt wie jeder andere Verbrauchsgegenstand, z. B. Bügeleisen, denn sie verbraucht ja meist weniger Energie als dieses.

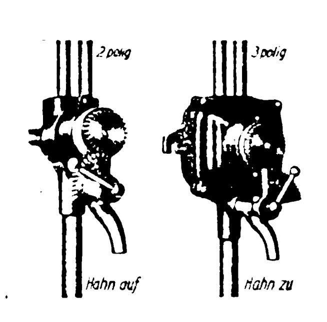


Abb. 1. Hahnschalter für Hauswasserversorgungen.

Der Hahnschalter ist so konstruiert, daß dabei der Wasserhahn sich zuerst öffnet, dann erfolgt erst die Einschaltung des elektrischen Schalters und damit die Inbetriebsetzung der Pumpe; umgekehrt wird die Pumpe bereits wieder ausgeschaltet, bevor der Wasserhahn sich vollkommen schließt. Durch diese zwangläufige Funktion wird erreicht, daß die Pumpe nicht auf die geschlossene Leitung arbeitet, außerdem besteht die Möglichkeit, daß bei Entnahme kleiner Wassermengen, wie z. B. ein Glas Wasser, die Pumpe nicht jedesmal eingeschaltet wird, anderseits wird sicher erreicht, daß die Pumpe abgeschaltet ist, bevor der Wasserhahn geschlossen wird. Will man das häufige Ein- und Ausschalten der Pumpe weiter vermindern und damit den natürlichen Verschleiß auf ein Mindestmaß herabdrücken, kann man an irgendeiner Stelle der Wasserleitung einen Druckwindkessel anschließen, wodurch dann auch ein Anschluß von Wasserspülklosetts möglich ist. Da die Pumpe in der Regel mehr fördert als entnommen wird, so wird der Druckwindkessel mit gespeist und bei kleinen Entnahmen wird das Wasser ohne Inbetriebsetzung der Pumpe entnommen.

Der Hahnschalter wird normalerweise mit zweipoligem Ausschalter angefertigt und kann deshalb auch Verwendung finden bei Verwendung eines Drehstrommotors als Pumpenmotor, indem hierbei die Ein- und Ausschaltung nur zweiphasig erfolgt. Auf Verlangen kann auch ein dreipoliger Ausschalter geliefert werden. Daß der Hahnschalter auch für andere Zwecke noch Anwendung finden kann, wie Warmwasserversorgung, Kühlanlagen usw., sei nebenbei bemerkt. Der von Obering. V. Stecher, Halle, Oleariusstr. 11, erfundene Apparat wird von der Firma E. Schrub & Co., Halle, angefertigt.

Auf jeden Fall werden Kleinhaus-Wasserversorgungen durch Anwendung von Hahnschaltern derart vereinfacht und damit verbilligt, daß dadurch manche der Anschaffung einer solchen Anlage nähertreten können, die bis jetzt infolge der hohen Kosten davon Abstand nehmen mußten. *fi*

RUNDSCHAU.

Allgemeiner Maschinenbau.

Vibrationen an einer 25 000 kW-Dampfturbine. — An einer 25 000 kW-Turbine wurden bis jetzt noch unaufgeklärte Schwingungen beobachtet. Es handelte sich dabei um eine Doppelendturbine mit zwei Abdampfstutzen. Die Lager waren mit den Niederdruckgehäusen verbunden; die Gehäuse waren auf Füßen befestigt, die auf der Grundplatte ruhten. Die Ursache der Schwingungen lag in der Turbine; der Generator war nicht beteiligt. Zuerst versuchte man, die Schwingungen durch bessere Auswuchtung des Läufers, durch Einschaltung von elastischen Zwischengliedern zwischen den Gehäusen und den mit ihnen verbundenen Rohren zu beseitigen; jedoch ohne Erfolg. Darauf wurden mit einem Schwingungsmesser genauere Versuche durchgeführt, u. zw. wurden an den beiden Traglagern die vertikalen und die horizontalen Schwingungsausschläge gemessen. Die Messungen ergaben folgendes.

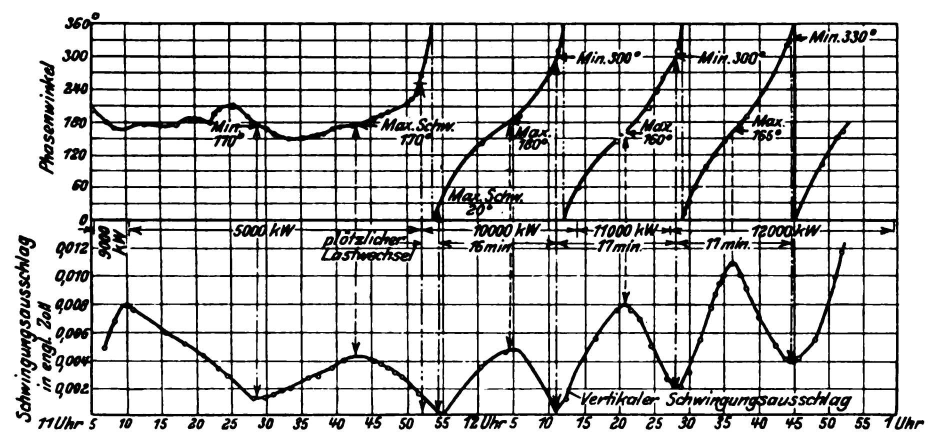


Abb. 1. Schwingungsamplituden und Phasenwinkel zwischen Schwingungsamplitude und einem Fahrstrahl auf dem rotierenden Läufer.

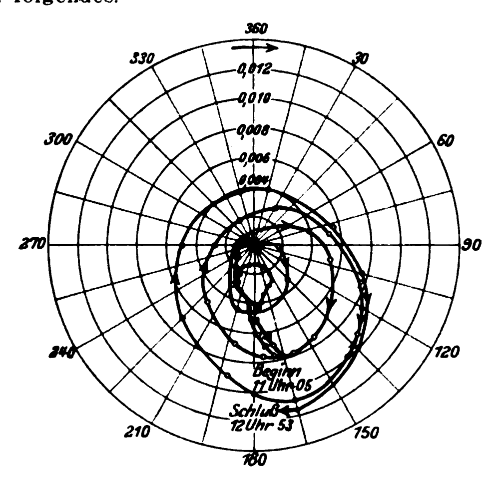


Abb. 2. Schwingungsamplituden, polar aufgetragen.

Die Schwingungsbewegung erfolgte nach einer schmalen Ellipse, deren große Achse etwas gegen die Vertikale geneigt war. Die Amplituden der Schwingungen waren periodisch — die Periode 17 ... 25 min lang — veränderlich (s. Abb. 1 und 2). Dabei zeigte sich aber, daß die Schwingungsausschläge mit jeder neuen Periode größer wurden, so daß beim Versuch aus Vorsicht die Maschine abgestellt wurde. Später fand man jedoch, daß dies auf eine weitere periodische Erscheinung von mehreren Stunden Dauer zurückzuführen war. Mit diesem Apparat wurde dann außerdem die relative Lage der Schwingungsamplitude zum rotierenden Läufer gemessen, wobei sich zeigte, daß die Amplitude in der Drehrichtung des Läufers vorrückte, u. zw. innerhalb einer Periode um genau 360°.

Die Schwingungserscheinungen ließen sich erklären, wenn man annahm, es sei eine mit dem Läufer festverbundene exzentrische Masse und eine auf dem Läufer in Drehrichtung desselben fortschreitende exzentrische Masse vorhanden gewesen. Der größte Schwingungsausschlag wäre dann aufgetreten, wenn beide Massen in derselben Richtung gewirkt, der kleinste, wenn sie in entgegengesetzter Richtung gewirkt hätten. Ausgehend von dieser Vorstellung hoffte man wenigstens die mit dem Läufer festverbundene Masse ausgleichen zu können; doch vollständig ohne Erfolg. Durch Hinzufügen neuer Ausgleichmassen kamen noch weitere Schwingungserscheinungen herein; innerhalb der periodischen Bewegungen zeigten sich noch weitere Schwankungen.

Die ganzen Erscheinungen traten nur auf, wenn Belastungsänderungen vorgenommen wurden. Bei kleiner Last lief die Turbine sehr gleichmäßig; sobald aber 5000 kW und mehr zugeschaltet wurden, setzten die Schwingungserscheinungen ein. Irgendwelche äußeren Ursachen waren nicht vorhanden. Die Schwingungen traten in gleicher Weise auf, wenn die Maschine allein lief oder ob sie mit anderen Maschinen parallel geschaltet war. Außerdem konnten keine periodischen Schwankungen im Dampfdruck, in der Dampftemperatur, im Vakuum, in der Öltemperatur usw. gefunden werden, die in irgendeinem Zusammenhang mit der beobachteten Schwingung gestanden hätten.

Schließlich entschied man sich, eine neue Welle mit anderen Abmessungen (mit größerem Durchmesser, stärkeren Bolzen und schwererer Ausführung) herzustellen, deren kritische Geschwindigkeit bedeutend höher lag. Diese neue Welle wurde nun eingebaut; sie vibrierte aber womöglich noch stärker als die erste. Damit war nun wenigstens erwiesen, daß die Schwingungsursache außerhalb der Welle zu suchen war.

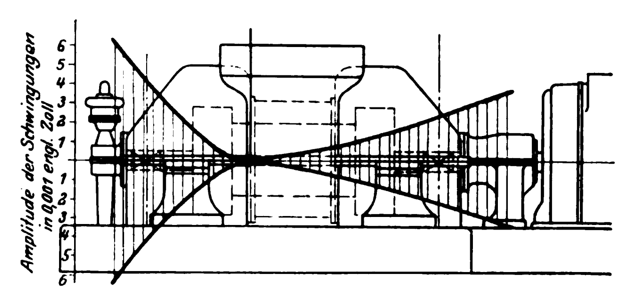


Abb. 3. Schwingungsausschläge längs der Turbine.

Es wurden nun die Schwingungen auf der ganzen Länge der Maschine untersucht und dabei festgestellt, daß die größten Schwingungsausschläge an den Enden der Turbine auftraten; am Verbindungsflansch zwischen dem mittleren Gehäuse und dem vorderen Niederdruckgehäuse war ein Knotenpunkt; die Turbine schien um diesen Punkt zu schwingen (Abb. 3 zeigt die Schwingungsausschläge längs der Turbine). Um nun diese Schwingungen zu verlegen, wurden schwere Massen auf die Gehäuseenden gelegt, was einen gewissen Erfolg brachte.

Viel auffallender war aber die Wirkung, als man die steifen Gehäusefüße durch leicht biegsame Stützen ersetzte; die Schwingungsausschläge gingen sofort ganz bedeutend zurück. Da trotzdem mit den Meßgeräten noch dieselben charakteristischen Schwingungen festgestellt wurden, wurden die Bemühungen zur Beseitigung derselben fortgesetzt.

Neben verschiedenen anderen Änderungen, die zur Verminderung der Schwingungsausschläge beitrugen,

wurden das Drosselventil und die Hauptdampfleitung, die durch Federn gegen die Grundplatte abgestützt waren und die selbst bei ruhig laufender Turbine heftig zitterten, durch einen Keil festgesetzt. Die Folge war, daß die Schwingungen schließlich ganz verschwanden. Leider gestatteten es die Betriebsverhältnisse nicht, diesen eigenartigen Schwingungen noch näher auf den Grund zu gehen, so daß es nicht gelang, die Ursache der periodischen Störungen genau kennenzulernen. (Th. C. Rathbone, The Electric Journ. Bd. 25, S. 87.) *hl.*

Elektromaschinenbau.

Die Kommutatorkaskade für konstante Leistung. — Bei dieser von BBC entwickelten Schaltung zur Drehzahlregelung von Asynchronmotoren durch Kommutatorhintermaschinen ist die Leistung der Asynchronmaschine unabhängig von ihrer Schlüpfung und konstant, ohne daß dazu die Einwirkung von selbsttätigen Reglern benötigt wird. Erreicht wird diese neuartige Arbeitsweise dadurch, daß in der Hintermaschine eine der Schlupfspannung des Asynchronmotors wenigstens angenähert entgegengesetzt gleiche und ferner eine konstante Spannungskomponente induziert werden. Die konstante Spannungskomponente ist identisch mit der resultierenden Spannung im Läuferkreis, so daß auch der Läuferstrom und die Drehfeldleistung des Asynchronmotors konstant sind, unabhängig von der Schlüpfung, wobei die Leistung sowohl motorisch als auch generatorisch sein kann. Als Kommutatorhintermaschine wird die ständergespeiste Maschine nach Scherbius verwendet.

Der Aufsatz behandelt zunächst die Wirkungsweise der Schaltung rechnerisch und weist nach, daß der Einfluß der Schlupfspannung des Asynchronmotors auf seine Leistung auch aufgehoben wird, wenn die veränderliche Spannungskomponente der Hintermaschine nicht der im Läufer des Asynchronmotors induzierten Schlupfspannung, sondern der an seinen Schleifringen bestehenden Spannung entgegengesetzt gleich ist. Diese zweite Ausführungsform ist vorzuziehen, weil ihre Schaltung einfacher ist als die der ersten und weil sie den bei der ersten Ausführungsform störenden Einfluß der Streureaktanz der Läuferwicklung des Hauptmotors beseitigt. Gewöhnlich wird die Hintermaschine nicht unmittelbar sondern unter Zwischenschaltung einer Erregermaschine erregt, wodurch die Verluste im Erregerkreis außerordentlich verkleinert werden. Diese Erregermaschine führt infolge ihrer besonderen, näher erläuterten Bauart der Erregerwicklung der Hintermaschine einen Strom zu, der das Vielfache des resultierenden Erregerstromes der Erregermaschine und diesem proportional ist, auch wenn die Schlupffrequenz und der Widerstand des Erregerkreises der Hintermaschine sich in weiten Grenzen ändern. Die Hintermaschine besitzt ferner noch eine von ihrem Ankerstrom durchflossene Erregerwicklung, welche den Einfluß stark abdämpft, den ein Fehler in der Spannung der Hintermaschine sonst hätte. Durch Regelung des Erregerstromes der Erregermaschine können Wirk- und Blindleistung des Asynchronmotors auf den jeweils verlangten Wert eingestellt werden, bleiben aber dabei unabhängig von der Schlüpfung.

Der Artikel behandelt ausführlich das Strom- und Spannungsdiagramm der Kaskade. Bei einer Spielart der Schaltung, die besonders für Pufferungsanlagen wichtig ist, ist die Leistung innerhalb eines bestimmten Bereiches der Drehzahl ebenfalls konstant; übersteigt aber die Drehzahl diesen Bereich, so geht die Leistung auf Null zurück. Auch dies wird nur durch die Eigenart der Schaltung, nicht durch den Einfluß von selbsttätigen Reglern erreicht. Beispielsweise kann in den Erregerkreis ein Transformator eingeschaltet werden, dessen Sekundärstrom bei Schlupffrequenz Null stets Null ist, der also unabhängig von der Größe seines Primärstromes bei synchroner Drehzahl des Hauptmotors keinen Strom auf die die Leistung bestimmende Erregerwicklung der Erregermaschine überträgt, so daß die Leistung bei synchroner Drehzahl zu Null wird. Der Transformator kann aber auch über einen weiteren Frequenzwandler gespeist werden, so daß seine Frequenz zwar von der Schlupffrequenz abhängig, aber von ihr verschieden ist. Da er auch in dieser Schaltung den Stromdurchgang sperrt, wenn die Frequenz, mit der er selbst gespeist wird, zu Null wird, läßt er den die Leistung bestimmenden Erregerstrom der Erregermaschine bei irgendeinem von den Daten des Frequenzwandlers abhängigen Wert der Schlupffrequenz zu Null werden. Die Leistung des Hauptmotors wird also bei irgendeiner beliebig einstellbaren Drehzahl zu Null. Von besonderer Bedeutung ist die Verlegung der Leerlaufdrehzahl in das übersynchrone Gebiet, wodurch die bekannten Vorteile der doppelseitigen Regelung auch für diese besondere Schaltung nutzbar werden.

Der Aufsatz erwähnt ferner verschiedene Störungseinflüsse, welche auf eine Änderung der Leistung gegenüber dem verlangten konstanten Wert hinwirken. Bei geschicktem Entwurf schwankt trotzdem bei Durchlaufen des ganzen Regelbereiches, auch wenn dieser groß ist, die Leistung nur um wenige Prozent des Nennwertes. Von größerer Bedeutung sind nur der Einfluß der magnetischen Sättigung und der einer starken Drehzahländerung der Hintermaschine. Der Einfluß der Sättigung wird erst bei Überschreiten einer bestimmten Schlüpfung fühlbar. Untersynchron läßt er die motorische Leistung des Hauptmotors ansteigen, übersynchron dagegen läßt er sie abnehmen, so daß bei einer bestimmten übersynchronen Drehzahl die Leistung des Hauptmotors zu Null wird und bei Überschreiten dieser Drehzahl in generatorische Leistung übergeht. Durch entsprechende Sättigung der Hintermaschine kann also ebenfalls eine im übersynchronen Gebiet liegende Leerlaufdrehzahl des Hauptmotors geschaffen werden. Untersynchron kann der Einfluß der Sättigung auf die Leistung des Hauptmotors dadurch beseitigt werden, daß nach Überschreiten einer bestimmten Schlüpfung ein zusätzlicher Widerstand in den Läuferkreis des Hauptmotors eingeschaltet wird, wodurch der Induktionsfluß der Hintermaschine wieder unter die Sättigungsgrenze zurückgeht. Eine starke Drehzahländerung der Hintermaschine tritt nur bei direkter Kuppelung mit dem Hauptmotor und großem Regelbereich auf. Ihr Einfluß auf die Leistung des Hauptmotors wird stets durch die Reihenschluß-Erregerwicklung der Hintermaschine abgedämpft, bei einseitiger Regelung außerdem auch dadurch, daß der Widerstand des Erregerkreises, der an die Schleifringe angeschlossen ist, auf einen etwas anderen Wert eingestellt wird als den, der für konstante Drehzahl richtig ist.

Durch eine starke Änderung dieses Widerstandes wird die Leistung des Hauptmotors auch bei konstanter Drehzahl der Hintermaschine von der Schlüpfung abhängig, und zwar ist sie der Abweichung der Schlüpfung von einem regelbaren Leerlaufwert proportional. Die Schaltung erlaubt also bei geänderter Bemessung der Erregerwiderstände auch eine Drehzahlregelung des Hauptmotors mit Reihenschlußverhalten auf jeder Regelstufe. Am Schluß des Aufsatzes wird die Verwendung der neuen Schaltung zur Kuppelung von großen selbständigen Netzen behandelt. Die an das eine Netz angeschlossene Asynchronmaschine wird zu diesem Zweck mit einer an das zweite Netz angeschlossenen Synchronmaschine gekuppelt. Je nach Einstellung des Widerstandes im Schleifring-Erregerkreis der Kaskade überträgt der Umformer eine von den Frequenzschwankungen beider Netze unabhängige konstante Leistung oder eine dem Ausdruck $a - b\frac{f_2}{f_1}$ proportionale Leistung vom einen Netz in das andere. Dabei sind a und b Konstante, f_1 und f_2 die augenblicklichen Werte der Frequenzen beider Netze. Wird schließlich bei Einstellung des Erregerwiderstandes auf konstante Leistung der die Leistung bestimmende Strom des zweiten Erregerkreises der Kaskade selbsttätig in Abhängigkeit von der Frequenz des einen Netzes geregelt, so wird die Umformerleistung ebenfalls eine Funktion der Frequenz des einen Netzes, ohne durch Frequenzänderungen im zweiten Netz beeinflußt zu werden. Bei dieser Arbeitsweise des Umformers kann die Leistung desjenigen Netzes, dessen Frequenz die Umformerleistung bestimmt, auch bei wechselnder Belastung nach bekannten Richtlinien auf den Umformer und die ihm parallelarbeitenden Zentralen beliebig verteilt werden. (W. Seiz, Arch. El. Bd. 20, H. 3, S. 228.)

Beleuchtung.

Störungs-Meldeeinrichtung für elektrische Straßenbeleuchtungen. — Um die gesamte Straßenbeleuchtung von einer Zentrale aus zu überwachen, kann man eine Einrichtung anordnen, die in dieser Zentrale eine Meldung veranlaßt, sobald eine oder mehrere Leuchten ausfallen. Eine derartige von S & H entwickelte Anlage besteht aus einer Anzahl Melder, von denen je einer in der Nähe der zu überwachenden Lampen angebracht ist, einer Zentrale und den nötigen Leitungen; als solche können z. B. die in den Starkstromkabeln enthaltenen Prüfadern benutzt werden. Das Schaltbild (Abb. 4) erläutert die Wirkungsweise der Einrichtung. Der Melder besteht im wesentlichen aus einem Laufwerk mit einer sogenannten Typenscheibe *b*, einer am Rande mit bestimmter Zahnung versehenen Scheibe. Wenn das Laufwerk aufgezogen ist, also unter der Spannung einer Feder *c* steht, ist es bestrebt, in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung abzulaufen, wird aber hieran durch

eine Hemmung gehindert, die aus dem Hebel *e* mit dem Drehpunkt *d* besteht. Der Hebel wird durch den Anker eines Elektromagneten in dieser Lage gehalten. Der Elektromagnet hat zwei gegeneinander geschaltete Wicklungen, eine Strom- und eine Spannungswicklung, die so bemessen sind, daß sie bei eingeschalteter Lampe den Anker gerade in der Sperrstellung festhalten. Damit nicht der beim Einschalten der hochkerzigen Lampe auftretende beträchtliche Stromstoß den Anker einzieht, ist noch ein Hilfsmagnet *g* vorhanden. Dieser Magnet hat nur wenige Windungen und

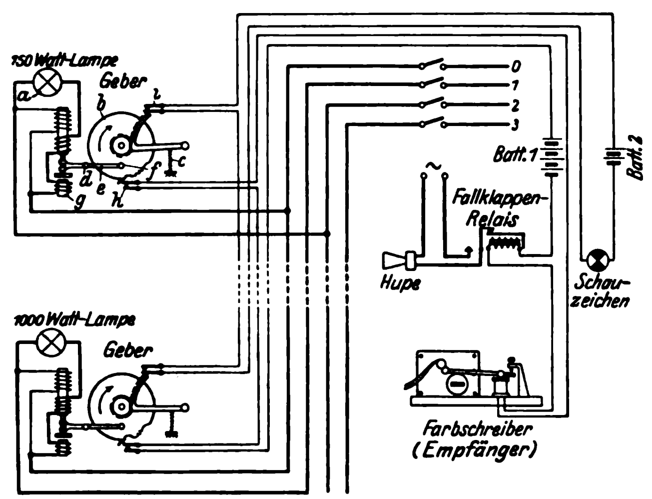


Abb. 4. Schaltbild einer Störungs-Meldeeinrichtung für elektrische Straßenbeleuchtung.

übt darum bei eingeschalteter Lampe nur geringen Einfluß auf den darüber befindlichen Anker aus; im Augenblick des Einschaltens ist dagegen seine Wirkung so stark, daß er den Anker festhält. Tritt nun an der Lampe irgendeine Störung ein, etwa indem sie durchbrennt oder dgl., so wird die Stromwicklung stromlos, und die Spannungswicklung zieht den Anker ein, so daß die Hemmung des Laufwerkes aufgehoben wird. Die Typenscheibe beeinflußt den Kontakt *h*, der zusammen mit den Kontakten der übrigen Melder, der Magnetwicklung eines Farbschreibers in der Zentrale, einem Fallklappenrelais und einer Akkumulatorenbatterie in einer Leitungschleife liegt. Durch die Aussparungen der Typenscheibe wird der Kontakt *h* und damit die Leitungsschleife unterbrochen, und zwar in der durch die Aussparungen an der Scheibe festgelegten Reihenfolge. In der gleichen Reihenfolge zeichnet der Farbschreiber die Symbole auf, die die Nummer und damit den Standort des Melders angeben. Bei der ersten Unterbrechung des Stromkreises ist auch ein Fallklappenrelais betätigt worden, wodurch eine Hupe eingeschaltet wird. Die Hupe tönt so lange, bis sie von Hand ausgeschaltet wird. Für den selten eintretenden Fall, daß zwei Melder zu gleicher Zeit ablaufen, ist noch der Kontakt *e* vorgesehen. Dieser Kontakt liegt in einem zweiten vollkommen unabhängigen Stromkreis und betätigt ein besonderes Schauzeichen in der Zentrale. Treten also zwei Störungen gleichzeitig auf, die nicht vom Farbschreiber aufgezeichnet werden, so zeigt das Schauzeichen an, daß etwas nicht in Ordnung ist. Man braucht also lediglich der bestimmten Leitungschleife nachzugehen, um den Fehler zu finden. Abb. 5 zeigt die Außenansicht eines Melders, der mit den für die Straßenbeleuchtung sonst noch nötigen Apparaturen zusammengebaut ist. Nach dem Ablauf muß jeder Melder

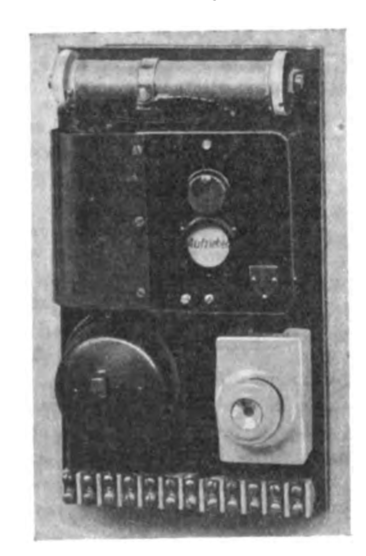


Abb. 5. Störungsmelder für elektrische Straßenbeleuchtung mit Phasenschalter, Vorwiderstand und Sicherung.

wieder aufgezogen werden, was zweckmäßigerweise durch den mit der Störung Beauftragten geschieht. Damit er es nicht vergißt, erscheint nach dem Ablauf des Melders ein Schauzeichen, das so lange sichtbar bleibt, bis es durch das Aufziehen wieder hochgestellt wird. Abb. 6 zeigt die Zentrale einer derartigen Störungsmeldeeinrichtung mit den Farbschreibern; die Schalttafel enthält die Einrichtungen zum Einschalten der Lampen usw.



Abb. 6. Zentrale der Störungs-Meldeeinrichtung für elektrische Straßenbeleuchtung.

Eine sehr wertvolle Ergänzung kann die Anlage noch in solchen Zentralen erhalten, die mit einer elektrischen Uhrenzentrale versehen sind. In solchen Fällen kann dem der Störungsmeldung dienenden Farbschreiber ein elektrischer Zeitstempel beigegeben werden. Dieser druckt jedesmal, wenn eine Störungsmeldung einläuft, die Zeit auf, so daß man auch nachträglich noch feststellen kann, wann eine Lampe versagte. Wird ferner der mit der Behebung der Störung Beauftragte angewiesen, nach Beseitigung des Fehlers den wieder aufgezogenen Melder nochmals zur Auslösung zu bringen, so kann man genau feststellen, wie lange die Störung dauerte und wieviel Zeit zur Behebung des Fehlers gebraucht wurde.

Der Vorteil einer solchen Anlage besteht vor allem darin, daß man bei ihrem Vorhandensein die Zahl der Lampenwärter bedeutend einschränken kann. Außerdem brauchen diese Leute nicht dauernd unterwegs zu sein, sondern können mit Werkstattarbeit oder dgl. beschäftigt werden.

Eine Störungs-Meldeeinrichtung der beschriebenen Bauart wurde zum erstenmal in der Stadt Essen eingerichtet. Bemerkenswert ist, daß an dieser Anlage außer den Lampen für die Straßenbeleuchtung auch die Verkehrslichtsäulen angeschlossen sind. Gerade für diese Lampen ist die Anlage von größter Bedeutung, da Störungen an den Verkehrsignalen zur Vermeidung von Unglücksfällen unbedingt schnell behoben werden müssen.
Jkl.

Apparate.

Zur Definition der Abschaltleistung von Ölschaltern. — Mit dem ausgesprochenen Zweck, eine allgemeine Diskussion anzuregen, beschäftigt sich K o p e l i o w i t s c h mit der Definition der Abschaltleistung. Seine Ausführungen seien im folgenden summarisch und rein referierend wiedergegeben. — Berechnet man aus den gleichen Oszillogrammen die Abschaltleistungen nach den Vorschriften der verschiedenen Länder, so erhält man unter Umständen kVA-Zahlen, die im Verhältnis 1 : 2,3 stehen. Dieser Übelstand wirkt sich natürlich praktisch recht nachteilig aus und läßt eine einheitliche, internationale Festsetzung der Abschaltleistung als dringend erwünscht erscheinen. Der Verfasser vergleicht die Definitionen namentlich dreier Länder: Deutschland, V. S. Amerika und Schweiz. Die nach deren Vorschriften berechneten Abschaltleistungen werden für 32 Schaltversuche in einer Zahlentafel zusammengestellt und die prozentualen Abweichungen berechnet. Diese Abweichungen sind, wie schon erwähnt, sehr erheblich und wirken vor allem auch dadurch verwirrend, daß ihre Größe von der Kurzschlußdauer abhängt; bei sehr geringer Kurzschlußdauer (forcierter Schaltversuch am Kurzschlußgenerator) wird das Verhältnis der Abschaltleistungen zueinander ein ganz anderes als bei verzögerter Abschaltung des Kurzschlusses.

Der Verfasser überlegt dann, ob es nicht ratsam wäre, an Stelle des doch nur fiktiven Begriffes „Ab-

schaltleistung" den genau bestimmbaren Wert der „Schalterarbeit" einzuführen. Indessen bieten sich hier unüberwindliche Schwierigkeiten z. B. im Hinblick auf die verschiedenartige Konstruktion der Schalter, und die Aufstellung einer einheitlichen Formel ist nicht möglich. Um nun selbst einen positiven Vorschlag zur Erörterung zu stellen, prüft der Verfasser vorerst, welchen Bedingungen die Definition der Abschaltleistung genügen muß, und stellt fest: Die definierte Abschaltleistung muß physikalisch begründet sein, sie muß sich aus oszillographischen Messungen eindeutig bestimmen und aus den Netzdaten vorausberechnen lassen. Da die Lichtbogenlänge und somit die Schaltdauer offensichtlich von der wiederkehrenden Spannung an den Kontakten nach der Löschung des Bogens abhängen, hält der Verfasser diese Spannung für zweckentsprechend. Die Wahl der Betriebspannung wäre theoretisch unbegründet, die der Stromkreisspannung im Augenblick des Öffnens der Kontakte verbietet sich schon dadurch, daß diese sog. wirksame Spannung nicht direkt meßbar ist. Bei der Festsetzung des Abschaltstromes interessiert besonders die Frage, ob das Gleichstromglied des Kurzschlußstromes zu berücksichtigen ist oder nicht. An Hand ausgewerteter Beispiele zeigt der Verfasser, daß der Einfluß des Gleichstromgliedes auf die maßgebende Schalterarbeit nur unbedeutend ist und jedenfalls seine Berücksichtigung bei der Definition des Abschaltstromes nicht rechtfertigt, zumal auch die Begünstigung der Lichtbogenlöschung durch die asymmetrische Lage der Stromkurve in gar nicht so seltenen Fällen auftritt.

Der am Schluß der Arbeit gemachte Vorschlag für eine einheitliche Definition der Abschaltleistung folgt den Richtlinien der Schweiz und definiert: Abschaltleistung ist das Produkt aus Abschaltstrom und Abschaltspannung, mit dem Zahlenfaktor der Stromart multipliziert (bei Drehstrom $\sqrt{3}$). Die Abschaltspannung ist der Effektivwert der wiederkehrenden Spannung, welche bei der Abschaltung an der unter Spannung verbleibenden Leitung sofort nach der definitiven Löschung des Lichtbogens in allen Phasen auftritt. Abschaltstrom schließlich ist der Effektivwert des Wechselstromanteils des Kurzschlußstromes im Augenblick der Kontakttrennung. (J. Kopeliowitsch, Bull. SEV Bd. 19, S. 277.) *Wi.*

Heizung. Öfen.

Ein einfacher Hochfrequenz-Vakuumofen für Laboratoriumszwecke. — E. W. Fell zeigt die Anwendung eines Hochfrequenzofens für Versuche im Vakuum, wobei die besondere Bedingung gestellt war, bei der Vornahme sehr reiner Schmelzen gleichzeitig die Möglichkeit zu haben, gasförmige oder feste Zusätze zur Schmelze geben zu können (Abb. 7).

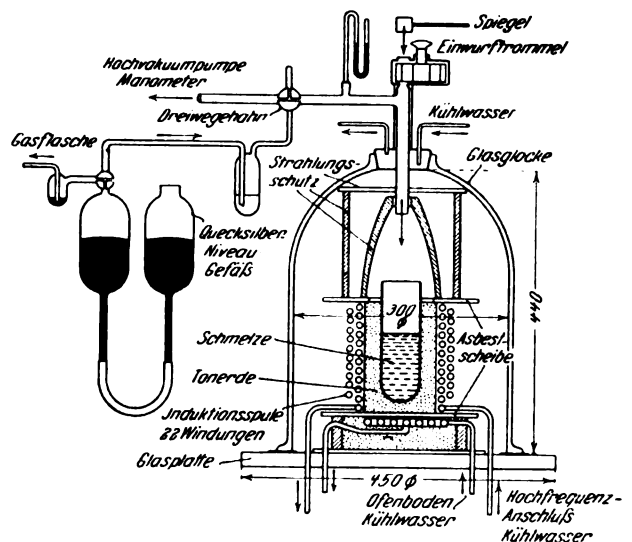


Abb. 7. Hochfrequenz-Vakuumofen.

Charakteristik des Ofens:

Fassungsvermögen etwa 1 kg Stahl,
verwendete Generatorleistung 3,6 kW bei 8000 Hz,
äuß. Durchmesser der Ofenspule 160 mm,
lichte Weite 110 mm.

Die Wasserkühlung der vorgesehenen Kupferspule verhindert bei etwaigem Reißen des Tiegels das Durchlaufen der Schmelze, da diese in der Tonerdefüllung sofort erstarrt. Für die Zuschläge von festen Stoffen dient eine Metalltrommel, die in einem Glasgehäuse gedreht werden kann. Größtmöglicher Ofenstrom 200 ... 220 A, größtmögliche Maschinenspannung 120 ... 175 V, größtmöglicher Maschinenstrom 37 ... 40 A. (E. W. Fell, St. u. E. Bd 48, S. 661.) *V. E.*

Installation.

Steckvorrichtung mit Erdungsanschluß. — Wenn bei Installationssteckdosen ein Erdungsanschluß nicht vorhanden ist, so daß man über die Steckdose die vorgeschriebene Erdung nicht durchführen kann, ist ein solcher Erdungsanschluß dadurch möglich, daß über die Steckdose eine Metallhaube gesetzt wird, die im übrigen derart ausgebildet ist, daß sie bei eingeführtem Stecker mit der Erdungsleitung desselben in Kontakt kommt. In der durch Abb. 8 wiedergegebenen Ausführung der Bergmann-Elek-

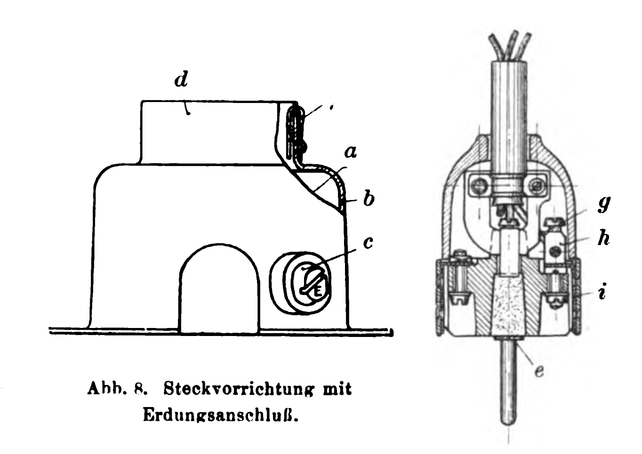


Abb. 8. Steckvorrichtung mit Erdungsanschluß.

tricitäts-Werke ist *a* die Installationssteckdose, über welche die mit der Erdungsklemme *c* versehene Metallhaube *b* gesetzt ist. Die Metallhaube besitzt einen Kragen *d*, der beim Einführen des Steckers *e* über den Steckerkörper hinweggreift. Mittels einer besonders konstruierten Feder *f* wird eine Verbindung zwischen dem Kragen *d* und dem Metallmantel *i* des Steckers hergestellt, der über die Klemme *h* mit der Erdungsleitung *g* in Verbindung steht. (Bergmann-Mitt. Bd. 6, S. 251.) *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Eine optisch-elektrische Zugbeeinflussung. — Die meisten Zugbeeinflussungen, welche sich die Aufgabe stellen, das unachtsame Überfahren von Haltesignalen zu vermeiden, insbesondere die in Deutschland entwickelten Verfahren, beruhen — soweit sie nicht rein mechanischer Natur sind — auf der Übertragung des Haltimpulses durch magnetische Felder, die sich zwischen den Übertragungsorganen auf dem fahrenden Zug und der Strecke spannen.

Man stellt sich dabei auf den Standpunkt, daß die „Beeinflussung" unabhängig von der Geschwindigkeit immer dann eintreten soll, wenn ein Haltesignal infolge Versagens des Lokomotivpersonals unachtsam „überfahren" wird. Eine weitere Differenzierung der Wirkungen, insbesondere eine Abhängigkeit der Beeinflussung von der Geschwindigkeit und der Gattung der Züge (schnellfahrende und langsamfahrende Züge), wird nicht erstrebt, da man der Auffassung ist, daß derartige Verfahren mit den jetzt in Gebrauch befindlichen Mitteln zu teuer und kompliziert ausfallen würden. Zum Teil ist man auch der Ansicht, daß solche Systeme nicht den wirklichen Bedürfnissen, wenigstens den z. Zt. vorliegenden, entsprechen. Dieser letzten Auffassung stehen allerdings die schon vorhandenen Ausführungen einiger amerikanischer Systeme entgegen, die bereits eine derartige Geschwindigkeitsstufung aufweisen. Die Mittel, mit denen diese Eigenschaften bei den amerikanischen Bahnen erkauft werden müssen, können allerdings nicht als gerade einfach bezeichnet werden. Sie kommen dort hauptsächlich bei den sog. Linienbeeinflussungen in Verbindung mit dem selbsttätigen Block zur Anwendung.

Ein System, das sich auch in Deutschland ähnliche, ja sogar viel weitere Ziele steckt, ist ein von dem Reichsbahnrat Dr. Baeseler aufgestelltes Verfahren, welches

die genannten Schwierigkeiten auf ganz anderem Weg überwinden will. Das System bietet viel Interessantes, so daß es sich lohnt, in Kürze über den prinzipiellen Aufbau etwas zu erfahren:

Das eigentliche Übertragungsmittel ist dabei das Licht; es handelt sich also um ein optisches Verfahren, das bei Haltstellung der Signale auftretende Lichtimpulse benutzt, um eine lichtempfindliche Zelle (Selenzelle) zu beeinflussen, deren elektrischer Leitwert durch die Belichtung verändert und in Stromimpulse umgesetzt wird. Durch eine besondere Anordnung ist es möglich, die Züge nur dann zu beeinflussen (d. h. eine Zwangsbremsung einzuleiten), wenn sie an bestimmten Punkten der Strecke die für diese Orte vorgeschriebenen Geschwindigkeitsgrenzen überschreiten. Dadurch wird z. B. verhindert, daß ein Zug mit voller Fahrtgeschwindigkeit bis an das auf Halt stehende Hauptsignal gelangen kann, außerdem soll der ganzen Zugfolge eine größere Geschmeidigkeit erteilt und bei dichtem Verkehr eine schnellere Abwicklung erreicht werden. So können z. B. durch sechs Beeinflussungspunkte Grenzgeschwindigkeiten von 120, 100, 80, 60, 40 und 20 km/h eingerichtet werden. Bei der im folgenden beschriebenen Ausführungsform kann die Grenzgeschwindigkeit an jedem Beeinflussungspunkt auf jeden beliebigen Wert umgestellt werden.

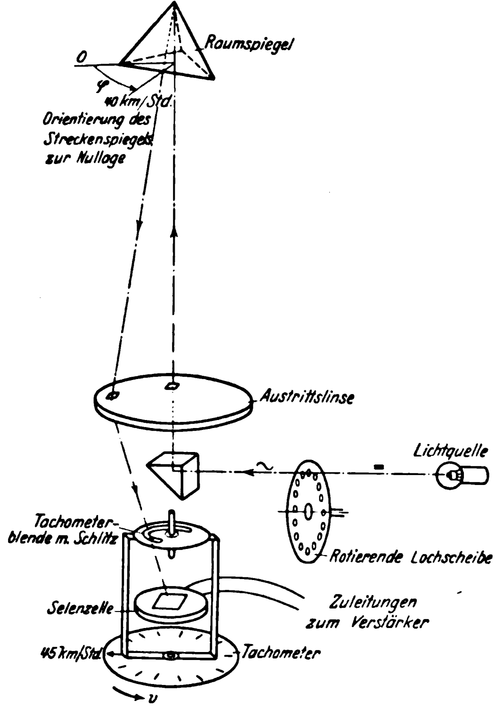


Abb. 9. Optik der Anordnung, schematisch dargestellt.

Auf dem Fahrzeug (Lokomotive) befindet sich eine intensive Lichtquelle kleiner Ausdehnung — Metallfadenlampe von niedriger Spannung — (Abb. 9), deren Licht eine rotierende Lochscheibe passiert. Die Drehzahl der Lochscheibe braucht nicht genau konstant gehalten zu werden, sie kann vielmehr in mäßigen Grenzen schwanken. Diese Scheibe wird von einem Elektromotor oder einer kleinen Druckluftturbine angetrieben. Nach Durchgang durch die Lochscheibe werden die durch eine geeignete Optik zusammengefaßten Lichtstrahlen durch ein Prisma senkrecht nach oben abgelenkt und treten sodann durch die Mitte einer größeren Linse vertikal aus der optischen Apparatur in Form eines schmalen Lichtkegels aus. Nach Passieren einer Luftstrecke von etwa 3 m gelangt der Lichtkegel im Falle der Anwesenheit eines auf „Halt" stehenden Beeinflussungspunktes auf den sogenannten „Streckenspiegel". Dieser reflektiert die auf ihn treffenden Lichtstrahlen in einem spitzen Winkel zur Einfallsrichtung nach unten, und zwar so, daß sie in einem gewissen Abstand vom Austrittspunkt (Linsenmitte) in der Peripherie der Linse, auf eine kleine Fläche zusammengefaßt, wieder in den Geber zurückgelangen. Der Ort des Wiedereintritts ist bestimmt durch die Winkelstellung φ des genannten Streckenspiegels, gemessen zu einer festgelegten Nullstellung in der Horizontalebene. Dreht man den Spiegel in der Horizontalebene, so beschreibt jeder reflektierte Lichtstrahl einen Kegelmantel, der die Linse in einer Kreisperipherie schneidet, während der Durchtrittspunkt selbst auf diesem Kreise wandert. Nach Passieren der Linse wird der Strahl zur Austrittsrichtung gebrochen und trifft sodann auf die lichtempfindliche Zelle, die in der optischen Achse der Linse liegt. Der Lichtstrahl gelangt demnach immer auf die Zelle, wie auch die Spiegelverdrehung gegen die Nullage sei. Die Stromänderung, welche durch die Belichtung der Zelle bedingt wird, ist noch zu schwach, um ein elektromagnetisches Relais zu betätigen. Zur Verstärkung ist daher ein Röhrenverstärker in die Anordnung eingebaut, an dessen Ausgang die notwendigen Steuerrelais zur Signalgabe auf dem Führerstand bzw. zur Einleitung der Zwangsbremsung angeschlossen sind. Als Spannungsquelle für die Anlage dient der Gleichstromgenerator für die elektrische Lokomotivbeleuchtung. Für Dampflokomotiven wird hierzu neuerdings ein Dampfturbinensatz verwendet.

Zur Ausscheidung der Wirkung des direkten Sonnenlichts wird der Umstand benutzt, daß der reflektierte Lichtstrahl immer eine Richtung hat, die steiler ist, als die größte bei uns vorkommende Sonnenhöhe.

Wie eingangs erwähnt, wird zur Impulsgabe oszillierendes Licht (Lochscheibe) verwendet, welches durch die elektrische Anordnung in pulsierende Ströme umgesetzt wird. Nur derartige Ströme können hinter den Transformatoren der Verstärkeranordnung eine genügend starke Wirkung hervorrufen und eine Signalgabe bzw. Bremsung bewirken.

Die Geschwindigkeitsabhängigkeit wird nun folgendermaßen erreicht (Abb. 9 und 10).

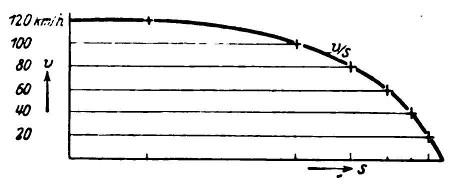


Abb. 10. Verteilung der Streckenspiegel.

Zwischen der Linse und der Selenzelle ist eine in der Horizontalebene drehbare Scheibe gelagert, welche einen halbkreisförmigen Schlitz hat. Sie wird von einem Tachometer so gesteuert, daß ihre jeweilige Stellung proportional der Zuggeschwindigkeit ist. Der Schlitz gestattet einen Lichtdurchtritt nur dann, wenn die Zuggeschwindigkeit einen der örtlichen Spiegelstellung entsprechenden Grenzbetrag überschreitet. Indem man nun mehrere derartig abgestufte Spiegel auf der Strecke verteilt und ihnen bestimmte Stellungen (Verdrehung gegen die Nullage) gibt, läßt sich eine Geschwindigkeitstaffelung durchführen, wobei die Zahl der Punkte verhältnismäßig groß sein kann, da man durch die Spiegelverdrehung jede beliebige Grenzgeschwindigkeit einstellen kann. In der schematischen Abbildung ist nur der Verlauf eines zentralen Lichtstrahles eingezeichnet. Diese Anordnung wäre praktisch nur möglich, wenn man mit einem schmalen Strahlenbündel auskommen würde. Da in Wirklichkeit jedoch nicht nur die mittleren Strahlen, sondern ein ziemlich breites von der Lichtquelle kegelförmig ausgehendes Strahlenbündel zur Wirksamkeit herangezogen wird, so ist die praktische Ausführung der Optik, namentlich des Scheinwerfers, nicht so einfach wie in der vorliegenden rein schematischen Darstellung.

Der erwähnte Streckenspiegel hat Ähnlichkeit mit einem sogenannten „Raumspiegel" mit drei zueinander senkrecht gestellten Spiegelebenen. Der Raumspiegel reflektiert bekanntlich einen auf ihn fallenden Lichtstrahl immer parallel zu sich selbst, gleichgültig aus welcher Richtung er kommt. Bei dem vorliegenden Streckenspiegel ist die eine Spiegelebene jedoch um etwas mehr als 90° gegenüber der Lage der übrigen ausgelenkt, so daß der reflektierte Lichtstrahl einen kleinen Winkel gegen die Einfallrichtung hat und so auf einem Punkt einer Kreisperipherie der Linse erscheint. Durch diese Eigenart des Spiegels ist man in verhältnismäßig weiten Grenzen von der ungenauen Montage des Spiegels unabhängig, und es kommt nur darauf an, daß die Spiegel gegen die Nullage in der Horizontalebene richtig orientiert sind. Falls der Beeinflussungspunkt auf „Frei" gestellt ist, wird der Spiegel durch eine Blende, die vom Signaldrahtzug gesteuert wird, verschlossen.

Die eben beschriebene Zugbeeinflussung gewann erst Aussicht auf Ausführbarkeit, seitdem es gelungen ist, einwandfreie Selenzellen herzustellen, die eine Gewähr für genügende Konstanz ihrer Eigenschaften bietet. Dies scheint nunmehr der Firma Zeiss, die sich mit dieser Frage eingehend beschäftigt hat, geglückt zu sein. Diese

Zugbeeinflussung wird gegenwärtig auf einigen Strecken der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft in Bayern versuchsweise ausgeführt. *Y*

Die längsten Fernkabelverbindungen in Deutschland. — Im vergangenen Jahr ist zwischen dem Endpunkte der Fernkabelverbindungen Danzig—Elbing und Pillau—Königsberg ein neues Fernkabel ausgelegt worden. Damit hat die Freie Stadt Danzig eine zweite Fernkabelverbindung nach dem deutschen Netz erhalten, die durch Ostpreußen und die Fernsprechseekabel zwischen dieser Provinz und Pommern führt. Abgesehen von dieser für den Fernsprechverkehr mit der Freien Stadt Danzig vorteilhaften Erweiterung und Sicherung der Sprechverbindungen ist diese neue Verbindung dadurch bemerkenswert, daß sie das Schlußglied der längsten Fernkabelverbindungen im deutschen Fernkabelnetz bildet. Durch Inbetriebnahme des Kabels Königsberg—Elbing wird nun die Möglichkeit geschaffen, unter ausschließlicher Benutzung deutscher Fernsprechkabel Sprechverbindungen zwischen Lörrach in Südbaden bei Basel und Elbing an der Westgrenze von Ostpreußen herzustellen. Es können so auf dem in Abb. 11 angegebenen Wege jederzeit Gespräche über eine Entfernung von 1702,8 km im deutschen Fernkabelnetz geführt werden. Bemerkenswert ist ferner eine weitere Fernverbindung von beachtlicher Länge, die ausschließlich in Landkabeladern verläuft. Das ist die Verbindung zwischen dem Endpunkte Gleiwitz des Fernkabels nach Oberschlesien und den Fernsprechanschlüssen in Lörrach. Da das geplante Fernkabel Breslau—Dresden voraussichtlich erst im nächsten Jahr dem Betrieb wird übergeben werden können, läuft eine solche Verbindung über Breslau nach Berlin und von dort auf dem in der Karte bezeichneten Wege nach Süddeutschland. Ihre Gesamtlänge zwischen Gleiwitz und Lörrach beträgt 1417,1 Kilometer. (Europ. Fernspr. 1928, H. 8, S. 129.) *of*

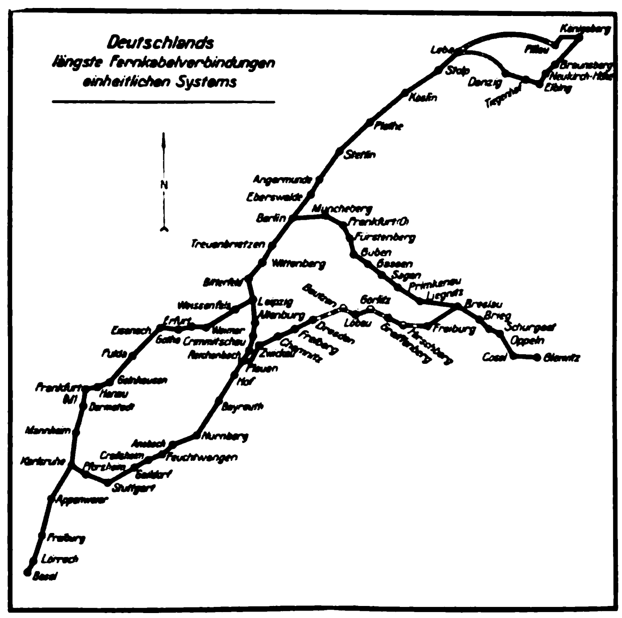


Abb. 11.

Bergbau und Hütte.

Namensänderung des Dampfkessel-Überwachungsvereins der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund. — Der Minister für Handel und Gewerbe hat durch Erlaß vom 22. X. d. J. die in der diesjährigen Generalversammlung des Dampfkessel-Überwachungsvereins der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund, Essen, beschlossenen Satzungsänderungen[1] genehmigt. Der vielgenannte Verein hat erfreulicherweise seinen alten, nicht gerade kurzen Namen abgelegt und trägt nunmehr die Bezeichnung „Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen".

Elektrizität in den Eisenerzgruben Nordamerikas. — Wahrscheinlich war die erste Eisenerzgrube im Lake Superior-Distrikt, die vollständig mit elektrischen Antrieben versehen wurde, die Penn-Grube bei Vulcan, Mich., die 1906 mit der Einrichtung begann. Verschiedene Gruben folgten und im Jahre 1913 errichtete die Olivier Iron Mining Co. eine Wasserkraftanlage bei Quinnesec. Falls am Minominee-Fluß zur Lieferung von Strom für einige Zentrifugalpumpen von 13,6 m^3/min Leistung in der Chapingrube. Im Jahre 1910 gab es wahrscheinlich keine Grube, die sich nicht des elektrischen Stromes für die einen oder anderen Zwecke bediente, obgleich damals noch wenige Aufzüge, Kompressoren und Pumpen durch Motoren angetrieben waren. Im Jahre 1922 hatten 12 der bekanntesten Gruben, von denen 9 nur noch elektrischen Strom verbrauchten, einen Stromverbrauch von etwas weniger als 4 kWh/t, während 1927 eine Gruppe von 16 Gruben einen Stromverbrauch von etwas über 8 kWh/t aufwies. Von dem auf diesen Gruben verbrauchten Strom diente 40 % zur Wasserhaltung, da für jede Tonne gefördertes Erz 2½ t Wasser in vertikaler Entfernung von 300 m gepumpt werden müssen. Für den Betrieb von Kompressoren dienen weitere 35 % des Gesamtverbrauchs. Für einzelne Gruben schwankt der Stromverbrauch zwischen 1,5 kWh/t bis zu 10 kWh/t je nach Ausdehnung des Rohrnetzes, der Anzahl von Betriebstunden und des Zustandes der Leitungen bezüglich Dichtigkeit. Auch spielt die Eigenschaft des geförderten Materials und die Art des Abbaues eine Rolle. Mehr und mehr wird der Ventilation auf den Gruben Aufmerksamkeit geschenkt, je tiefer die Schächte reichen. Vielleicht der wichtigste Faktor zur Erhöhung der Förderung in den letzten Jahren ist die Einführung von Baggern in den Schächten selbst. Mit dieser Einrichtung sind kürzlich in 24 h 1000 t Erz bis zur Verladerutsche ausgekratzt worden. Der Antrieb der Windentrommel für die 1220 mm breiten Kratzen erfolgt durch einen 25 PS-Motor, so daß das Seil eine Geschwindigkeit von 90 m/min erhält. — (The Iron Age, Bd. 122, S. 634.) *Ill.*

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1621.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Übergang des Glimmbogens in den normalen Lichtbogen. — Von Ewest und Rüttenauer werden verschiedene Beobachtungen mitgeteilt, die bei der Herstellung von Gleichstrom-Wolframbogenlampen für höhere Stromstärken gemacht wurden. Bei normaler Belastung brennt in diesen Lampen ein Glimmbogen von 5 ... 7 mm Länge zwischen einer Wolframanode und einer aus Wolfram-Thoroxydgemisch bestehenden Kathode in reinem Stickstoff. Bei Steigerung der Stromstärke (7 ... 15 A) erfolgt der Übergang der Bogenform 1 in Form 3; mit Vergrößerung der Anode rückt die Grenzstrombelastung zu tieferen Werten, was die Verfasser u. a. mit der geänderten Wärmeverteilung erklären. Auch die Form 2 konnte unter gleichzeitigem Absinken der Spannung um 1 ... 2 V beobachtet werden, jedoch war dieser Übergang nicht immer reproduzierbar. Für die Abhängigkeit des Überganges vom Gasdruck finden die Verfasser die gleiche Gesetzmäßigkeit, die ausführlicher schon von Seeliger festgestellt wurde[1], wie überhaupt ihre Beobachtungen diejenigen von Seeliger bestätigen. Der Übergang wird erleichtert, wenn Oxydteilchen auf der Anodenfläche Anlaß zur punktförmigen Zusammenziehung des Bogens geben; nach Verdampfung des Oxydteilchens schlug der vollständige Bogen von selbst wieder in die Glimmform um. Wurde die Lampe mit Argon gefüllt, so lag der Übergang bei höherer Strombelastung, schon ein geringer Argonzusatz (¼ ... 1 %) zu der Stickstoffüllung genügte, um diesen Effekt hervorzurufen. Nach Anschaltung der Lampe an einen Schwingungskreis wurden während des Überganges Schwingungen festgestellt. Der Übergang geschah dann auch viel langsamer, und zwar erfolgte er in zwei Stufen zu je 5 V. — Die von den Verfassern benutzte Bezeichnung „Zischpunkt" für den Übergang der Form 1 in die Form 3 erscheint dem Berichter nicht sehr geeignet und wurde deshalb vorstehend vermieden. (H. Ewest u. A. Rüttenauer, Phys. Z. Bd. 29, S. 337.) *nkl*

Verschiedenes.

100 Jahre von Seydlitzsche Stiftung. — Mit dem Ableben des Ritterschaftsrats von Seydlitz am 30. IV. 1829 trat seine segensreiche Stiftung in Kraft. Der Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes, Berlin C 2, Museumsstraße 1/3, ladet alle ehemaligen Stipendiaten der Stiftung zu einer würdigen Feier ihres hundertjährigen Bestehens

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 855.



gelegentlich des nächsten Vereinstiftungsfestes am 21. I. 1929 ein und bittet zunächst diejenigen Herren, die an der Feier teilzunehmen beabsichtigen, um Mitteilung ihrer Anschrift.

Energiewirtschaft.

Die staatlichen Kraftwerke Schwedens im Jahre 1927[1]. — Die Stromabgabe der staatlichen Kraftwerke Schwedens ist im Jahre 1927 auf 1521 Mill. kWh, d. h. um 12,3 % gegen das Vorjahr gestiegen. Dank der reichlichen Wassermengen und der Ausnutzung des neuen Kraftwerkes Lilla Edet konnte dieser Bedarf mit Beihilfe von nur 4 Mill. kWh Dampfkraft aus dem Werke Västerås gedeckt werden. Die Daten werden in der folgenden Aufstellung zusammengefaßt:

Kraftwerk		Höchste Stundenleistung 1000 kW	Erzeugung Mill. kWh
Trollhättan	Zentralblock	120	778
Lilla Edet	Zentralblock	24	124
Älvkarleby	Zentralblock	61	298
Motala	Zentralblock	8	45
Västerås	Zentralblock	30	4
Summe der gekuppelten Werke des Zentralblockes		209[2]	1249
Porjus: Wechselstrom		31	96
Drehstrom		18	79
Norrfors		18	97
		insgesamt	1521

Zur Befriedigung des stetig wachsenden Stromverbrauchs müssen neue Energiequellen in Anspruch genommen werden. Der Zentralblock kann 1325 Mill. kWh, davon 40 Mill. kWh als Dampfkraft, mit den jetzigen Einrichtungen abgeben, so daß mit Rücksicht auf die Erzeugung von 1927 eine sehr knappe Reserve vorhanden ist. Aus diesem Grunde wird im Kraftwerk Västerås eine Turbodynamo von 21 000 kW bis Ende 1930 aufgestellt, und man hat Erhebungen über eine Wochenregulierung des Göta-Älv durch den Vänernsee in Aussicht genommen.

Nach den früheren Schätzungen (ETZ 1919, S. 525) sollte die Fernübertragung von Wasserkraft aus Nordschweden nach Mittelschweden bereits vor 1930 erforderlich werden. Heute ist jedoch der Bau einer entsprechenden Fernleitung noch nicht spruchreif, u. zw. aus folgenden Gründen, die sicher auch anderswo eine Parallele finden. Der Zuwachs des hochwertigen Stromverbrauchs ist in den ersten Jahren nach 1920 ausgeblieben und später geringer, als man 1919/20 annahm, ausgefallen. Die Kohlenpreise waren niedriger, als man damals zu kalkulieren wagte, weshalb einige Stromverbraucher der Dampfkraft gegenüber der Wasserkraft den Vorzug gaben. Die Elektrisierung der Bahnen wurde eingestellt, nicht nur wegen des niedrigen Kohlenpreises, sondern auch infolge des Wettbewerbs der Kraftwagen. Die Wasserkraftwerke haben sich in größerem Umfang, als in den Jahren 1919/20 anzunehmen war, mit Dampfreserven versehen, so daß „sekunda"-Wasserkraft als „prima" verkauft werden kann und der Bedarf an weiteren Wasserkraftwerken nachgelassen hat. Endlich haben die Verbesserungen in der Wasserturbinentechnik den Ausbau kleinerer Gefälle in Süd- und Mittelschweden ermöglicht, welche sonst zugunsten der nordschwedischen Wasserkraft hätten zurückstehen müssen. Diese Umstände haben ferner dazu beigetragen, daß man Zeit zur Klärung der Wasserregulierungen in Süd- und Mittelschweden gewann. Die nordschwedische Wasserkraft bildet also für die staatliche Stromversorgung Mittelschwedens eine Energiereserve, die vorläufig nicht in Anspruch genommen zu werden braucht. Letzten Endes hängt der Zeitpunkt der Fernübertragung von Wasserkraft aus Nordschweden nach Mittelschweden mit der Entwicklung der mittelschwedischen Eisenerzeugung eng zusammen.

Der Ertrag aus der staatlichen Stromversorgung im Jahre 1927 beträgt 13,6 Mill. Kr bei einer Investierung von 257,6 Mill. Kr, d. h. 5,27 %. Die Rentabilität der staatlichen Anlagen hat sich in den letzten fünf Jahren stetig verbessert. Wie schon früher berichtet wurde, hat man unter dem Druck der Umstände Kraftwerke und Verteilungsanlagen zu Überpreisen ausgeführt, darunter Arbeiten für das Kraftwerk Harsprånget, welche nachher stillgelegt wurden, so daß das entsprechende Kapital unverzinst liegt und somit das Gesamtergebnis ungünstig beeinflußt. *Hldn.*

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 739.
[2] Unter Berücksichtigung des Ausgleichs.

Der Hansa-Bund gegen die wirtschaftliche Betätigung der öffentlichen Hand. — Unter den wirtschaftspolitischen Forderungen, die der Hansa-Bund für Gewerbe, Handel und Industrie anfangs November in einer Denkschrift „Freiheit der Wirtschaft" zusammengefaßt und erläutert hat, findet sich auch die, daß die wirtschaftliche Betätigung der öffentlichen Hand einzuschränken und da, wo man an ihr festhalte, alle besonderen Vergünstigungen gegenüber der Privatwirtschaft durch Steuerprivilegien, Finanzierungs- und Absatzerleichterung usw. zu beseitigen seien. In der Erläuterung zu diesem Postulat stellt der Hansa-Bund u. a. auch die Frage, ob bei der von anderer Seite als im gemeinwirtschaftlichen Interesse liegend bezeichneten Wirtschaftspolitik der öffentlichen Betriebe diese den Konsumenten dann nicht wenigstens vorteilhafter, billiger bedienen müßten als die der Privatwirtschaft, und nimmt bei der Beantwortung auf das unseren Lesern bekannte[1] von Dipl.-Ing. Ludewig veröffentlichte Zahlenmaterial Bezug, das zeige, daß prozentual da der öffentliche Betrieb am stärksten teilnehme, wo der Großabsatz am gesichertsten sei, der Privatbetrieb aber da, wo die größten Schwierigkeiten der Bedarfserweckung vorlägen. Es ergebe sich aber auch, daß die privaten Werke, trotzdem sie in steuerlicher Hinsicht, in Fragen der Finanzierung und des Absatzes wesentlich schlechter gestellt seien als die öffentlichen Unternehmungen, den Kraftstrom in allen Fällen billiger, den Lichtstrom aber nicht teurer als die öffentlichen Betriebe lieferten. Eine eingehendere Untersuchung dieser Verhältnisse solle zu einer besonderen Aufgabe des Enquête-Ausschusses gemacht werden, die, wie der Hansa-Bund glaubt, erweisen würde, daß der öffentliche Betrieb den Konsumenten teurer versorge und z. T. auch noch aus allgemeinen steuerlichen Eingängen Zuschüsse erfordere, während der billiger liefernde privatwirtschaftliche Betrieb gleichzeitig als leistungstarker Steuerzahler am Gesamtsteueraufkommen teilnehme. Damit wäre dann endgültig erwiesen, daß unmittelbar und mittelbar der Nutzen des privatwirtschaftlichen Betriebes für das (richtig verstandene) Gemeinwohl größer als der des öffentlichen Betriebes und dieser daher völlig aus der Erwerbswirtschaft herauszuziehen sei. Der Hansa-Bund ist der Überzeugung, daß dessen einseitige Bevorzugung die gesetzgebenden Körperschaften zu sofortigen Maßnahmen veranlassen müsse, zitiert in diesem Zusammenhang das von Regierungsrat a. D. Dr. P. Heck über das Steuerprivileg erstattete Referat[2] und spricht sich am Schluß dieses Abschnitts der Denkschrift noch einmal grundsätzlich mit aller Schärfe gegen die wirtschaftliche Betätigung der öffentlichen Hand aus, da nirgends erkennbar sei, daß sie eine erhöhte wirtschaftliche Leistungsfähigkeit mit sich bringe und es kein Gebiet gebe, auf dem jemals die Produktivität und damit der Nutzen für Alle durch Überführung in öffentliche Bewirtschaftung zugenommen habe.

Was die Untersuchungen Ludewigs angeht, deren Ergebnisse die Denkschrift z. T. wiedergibt, so erinnern wir daran, daß sie bereits früher Gegenstand einer Kritik des Staatsministers a. D. Dr. Wendorff (Ike) gewesen sind[3], der in einer Beilage der Elgawe-Tagesfragen vom 20. XI. nunmehr auch zu einer neuen Veröffentlichung Ludewigs[4] Stellung nimmt und wiederum feststellt, daß der Kleinabnehmerpreis für Lichtstrom bei den kommunalen Werken um 7,05 Pf niedriger als der von den privaten Werken geforderte und der Kraftstrompreis bei den letzteren nur um 0,64 Pf geringer sei als der der kommunalen Werke. Ludewig halte jetzt selbst die Unterschiede zwischen beiden Unternehmungsformen in bezug auf die Tarifgestaltung (es handelt sich nur um Kleinabnehmertarife) nicht für so erheblich, daß aus ihnen ein grundsätzlicher Rückschluß auf die Überlegenheit der einen Unternehmung gegenüber der anderen gezogen werden könnte.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[5]. — Im a.o. Etat Bayerns sind nach der Münchn. Zg. 28 Mill. RM für den weiteren Ausbau der Großkraftwerke vorgesehen. Die Mittlere Isar A.G. wird ihr Kapital um 18 auf 27 Mill. RM erhöhen, und das Bayernwerk soll 12 Mill. RM neues Aktienkapital erhalten. Die damit verfügbar werdenden Mittel sind bei der Mittleren Isar für das Werk Pfrombach und beim Bayernwerk u. a. zum weiteren Ausbau der unteren Iller, des Leitungsnetzes und für das in Angriff zu nehmende Braunkohlenkraftwerk Wackersdorf bestimmt.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 766.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 697.
[3] Vgl. ETZ 1928, S. 766.
[4] Die Lieferpreise für elektrische Arbeit bei kommunalen und privaten bzw. gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen, Verlag von Julius Springer, Berlin 1928.
[5] Vgl. ETZ 1928, S. 1758.



Die Preußische Elektrizitäts-A.G. schließt dieser Tage eine 6prozentige Auslandsanleihe von 40 Mill. RM ab, um mit dem Erlös, wie die Ind. Handelszg. berichtet, die Hochspannungsleitung Borken—Hannover von 60 auf 220 kV umzubauen sowie Höchstspannungsleitungen von Hannover nach Harpke (Braunschweigische Kohlenbergwerke) und nach dem Gersteinwerk (VEW) zu errichten. Außerdem ist an der Edertalsperre ein zweites Kraftwerk in Bau, und bei Affoldern plant die Gesellschaft eine Pumpspeicheranlage. Sodann bedürfen die Kraftwerke Borken und Ahlem bei Hannover einer Erweiterung.

Die Überlandwerk Südhannover G. m. b. H. teilt uns mit, daß in den Kreisen Northeim, Einbeck und Duderstadt, in deren Händen sich ihr Stammkapital von 0,1 Mill. RM befindet, außer ihr als Stromversorgungen nur noch die Städtischen Licht- und Wasserwerke Northeim, die Städtischen Elektrizitätswerke Einbeck und Duderstadt und das Elektrizitätswerk Nörten bestehen. Die Gesellschaft hat das Kraftwerk Elvershausen sowie verschiedene Ortsnetze und Leitungen angekauft, betreibt z. Z. etwa 500 km Hochspannungsleitungen und versorgt 121 Ortschaften mit 12 800 Abnehmern.

Die Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen G. m. b. H., Dortmund, haben mit der Stadt Winterberg einen Konzessionsvertrag geschlossen und deren gesamtes Ortsnetz übernommen. Nach dessen Umbau wird das Elektrizitätswerk Winterberg stillgelegt.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

Einladung

zur Fachsitzung für Installationstechnik (EVI) am Dienstag, dem 11. Dezember 1928, 7½ Uhr abends in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg E.B., Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Studiendirektors Fölmer (Gauß-Schule) über: „Mittel und Wege zur Heranbildung eines leistungsfähigen Nachwuchses an technischem Personal für Installationstechnik".

Gäste willkommen!

Fachausschuß für Installationstechnik.
Der Vorsitzende:
Baumann.

Subskriptionseinladung.

Gesamtinhaltsverzeichnis der 25 Jahrgänge 1903 bis 1927 der Elektrotechnischen Zeitschrift, der Bände 1 bis 18 des Archivs für Elektrotechnik und der VDE-Fachberichthefte 1926 und 1927.

Auf vielseitigen Wunsch haben wir uns entschlossen, ein Inhaltsverzeichnis der „Elektrotechnischen Zeitschrift" und des „Archivs für Elektrotechnik" herauszugeben, um bei der Benutzung dieser Zeitschriften ein leichteres Auffinden der in verschiedenen Bänden verstreuten Arbeiten der einzelnen Fachgebiete zu erleichtern. Das Verzeichnis umfaßt von der ETZ die Jahrgänge 1903 bis 1927[1], einschließlich der in den Jahren 1922 ... 1925 außerhalb des Abonnements erschienenen Festschriften, vom Archiv für Elektrotechnik die bisher erschienenen Bände 1 ... 18 und die VDE-Fachberichthefte 1926 und 1927.

Das Verzeichnis besteht in der Hauptsache aus drei Teilen:

1. Stichwortverzeichnis,
2. Sachverzeichnis,
3. Namensverzeichnis.

Im Sachverzeichnis sind sämtliche Aufsätze und dgl. nach Fachgebieten geordnet und innerhalb dieser wieder zu — häufig unterteilten — Untergruppen zusammengefaßt. Aus der jedem Hauptfachgebiet vorangestellten „Einteilung" ist bereits ersichtlich, wo die Aufsätze über einen bestimmten Gegenstand zu suchen sind. Darüber hinaus sorgen zahlreiche Verweisungen und das Stichwortverzeichnis mit etwa 11 000 Stichwörtern für ein leichtes Auffinden jeweils interessierender Fragen. Das Namensverzeichnis enthält die Verfasser der Originalbeiträge, Referate und Buchbesprechungen, ferner die Verfasser der referierten Arbeiten.

Bei Bestellungen bis zum 31. Januar 1929 räumen wir den Mitgliedern des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und den diesem angeschlossenen Vereinen, wie auch den Nichtmitgliedern folgende Subskriptionspreise ein:

	in steifen Umschlagkarton geheftet:	in Halbleder gebunden:
für Mitglieder	12 RM	15 RM
für Nichtmitglieder . .	16 „	20 „

Bei Bestellung nach dem 31. Januar 1929 erhöhen sich diese Preise wie folgt:

	in steifen Umschlagkarton geheftet:	in Halbleder gebunden:
für Mitglieder	18 RM	21 RM
für Nichtmitglieder . .	24 „	28 „

Wir haben diese in Anbetracht des Umfanges von 650 Seiten sehr niedrigen Preise festgesetzt, weil wir bestrebt waren, unseren Mitgliedern und unseren Lesern den Bezug eines Werkes zu erleichtern, das einem dringenden Bedürfnis abhilft und in hohem Maße zur Förderung technisch-wissenschaftlicher Arbeiten beitragen wird.

Bei Übersendung durch die Post tritt zu den obengenannten Bezugspreisen noch ein Betrag von 1,20 RM für Porto und Verpackung. Die Lieferung erfolgt nur gegen Voreinsendung des Bezugpreises einschl. der Versandspesen.

Den Mitgliedern aller Vereine haben wir direkt durch die Post eine Benachrichtigung sowie eine Bestellkarte zur Benutzung übermittelt. Die Nichtmitglieder bestellen unter Benutzung der diesem Heft beigegebenen Bestellkarte bei ihrer Buchhandlung bzw. bei der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Krone.

Elektrotechnischer Verein e. V
K. W. Wagner.

[1] Für die Jahre 1880 bis 1902 besteht bereits ein im Buchhandel noch erhältliches Verzeichnis. Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. Preis geheftet RM 4.

Gemeinsame Sitzung

des Fachausschusses für Elektromaschinenbau (EVM) und des Fachausschusses für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am 20. März 1928 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Obering. Schüler.

Besprechung des Vortrags *

des Herrn Dr.-Ing. W. Reiche

„Über die Kurzschlußfestigkeit von Stromwandlern."

Herr **Keinath**: Herr Dr. REICHE hat gesagt, daß die axialen Verschiebungen so gefährlich sind, daß sie die Primär- und Sekundärspulen gegeneinander verschieben. Beim Kreuzringwandler ist diese Gefahrenquelle dadurch ausgeschieden, daß die Sekundärwicklung gleichmäßig auf einen ganzen Ring verteilt ist, und daß die Primärwicklung keine Möglichkeit hat, sich auf diesem Sekundärring zu verschieben. Wir haben seinerzeit Versuche gemacht, wenn auch nicht mit riesigen Überströmen, so doch mit reichlich hohen. Wir hatten dabei die beiden Spulen an Fäden beweglich aufgehängt, um auf diese Weise die Kräfte zu messen. Es hat sich gezeigt, daß beim Kreuzringwandler die axialen Kräfte nicht merkbar auftreten; die radialen Kräfte waren natürlich unverändert vorhanden. Bei manchen Stromwandlern hat die Primärwicklung nicht Kreisform, sondern Rechteckform, und dabei kommen Zerstörungen zustande, weil die Kräfte die Kreisform herbeizuführen suchen.

Vortragender: Der Vorteil des Kreuzringwandlers besteht gewiß in der Abwesenheit axialer Schubkräfte. Dieser Vorzug findet sich jedoch auch in anderen Bauarten, z. B. in manchen Ausführungen des Schleifenstromwandlers. Es kommt in jedem Fall, wie ich gezeigt habe, darauf an, die

* ETZ 1928, S. 1772.



Kurzschlußkraft nach Art und Größe zu erkennen. Dann ist es meist nicht schwer, die Konstruktion hinreichend kurzschlußfest auszuführen.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Bekanntmachung.

Betrifft: Fachbericht-Sonderheft der VDE-Jahresversammlung Berlin 1928.

Wir machen auf die Beilage in diesem Heft aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des soeben erschienenen Fachbericht-Sonderheftes enthält. Der Inhalt der Fachberichte ist besonders wertvoll und aktuell. Die Preise liegen erheblich niedriger als im Vorjahre:

geheftet: RM 4,— f. Mitglieder RM 7,— } f. Nichtmitglieder
gebunden: „ 5,— } des VDE „ 8,— } des VDE.

Bestellungen erbitten wir umgehend; der Versand erfolgt sofort.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Die Kommission hatte in ETZ 1928, Seite 558 u. ff. einen Entwurf 1 zu

„Vorschriften für Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger"

sowie die hieraus bedingten Änderungen an den bereits in Kraft befindlichen, nachstehend aufgeführten Vorschriften veröffentlicht:

1. „Vorschriften für Wechselstrom-Netzanschlußgeräte",
2. „Vorschriften für Gleichstrom-Netzanschlußgeräte",
3. „Vorschriften für Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger".

Die gegen diese Entwürfe eingegangenen Einsprüche haben die Kommission veranlaßt, von einer Vorlage der Arbeiten bei der Jahresversammlung 1928 abzusehen und diese Arbeiten einer vollständigen Neubearbeitung zu unterziehen.

Das Ergebnis dieser Neubearbeitung wird nachstehend als Entwurf 2 bekanntgegeben.

Beabsichtigt ist, diese Fassung nach Ablauf der unten genannten Einspruchsfrist und Bearbeitung der etwa eingegangenen Einsprüche der Jahresversammlung 1929 vorzulegen.

Zu dem nachstehenden Entwurf 2 wird besonders bemerkt, daß entgegen der Veröffentlichung in ETZ 1928, Seite 558 u. ff. alle vier Arbeiten zu einer gemeinsamen Vorschrift zusammengezogen sind. Außerdem sind in diesen neuen Entwurf auch die seit dem 1. Oktober 1925 in Kraft befindlichen

„Vorschriften für Verbindungsgeräte"

aufgenommen.

Schließlich ist beabsichtigt, auch die endgültige Fassung der in ETZ 1928, Seite 1380 u. ff. veröffentlichten

„Vorschriften für elektrische Schallgeräte"

in den Schlußentwurf hineinzuarbeiten, so daß für das ganze Gebiet der für den Betrieb von Rundfunkanlagen aus Niederspannung-Starkstromnetzen erforderlichen Geräte eine gemeinsame Vorschrift geschaffen wird.

Einsprüche gegen den nachstehenden Entwurf 2 werden in doppelter Ausfertigung bis zum 20. Januar 1929 an die Geschäftsstelle des VDE erbeten.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Entwurf 2.

Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Niederspannungs-Anlagen (-Netzen) in Verbindung stehen.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. Juli 1929 in Kraft.

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Unter diese Vorschriften fallen alle Rundfunkgeräte, die zum Anschluß an Niederspannungsanlagen bestimmt sind, und ferner solche, die dauernd oder zeitweise angeschlossen sind.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Niederspannungsanlagen.

a) Unter Niederspannungsanlage (-netz) im Sinne dieser Vorschriften wird jede Stromquelle (Licht- und Kraftanlage) mit Niederspannung über 42 V verstanden, die nicht lediglich zur Speisung des betreffenden Rundfunkgerätes dient.

b) Als Niederspannung gelten die Spannungen im Sinne von § 2a der „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstrom-Niederspannungsanlagen und Starkstrom-Hochspannungsanlagen mit Betriebspannungen von weniger als 1000 V, V.N.E.". Daher darf weder zwischen zwei im Betriebe leitend miteinander verbundenen Klemmen des Gerätes noch zwischen Klemmen und Erde eine höhere Spannung als 250 V betriebsmäßig auftreten.

§ 4.

Rundfunkgerät.

a) Als Rundfunkgeräte im Sinne dieser Vorschriften gelten alle Empfangsanlagen und einzelne Geräte für Rundfunk, insbesondere Empfänger, Verstärker, Netzanschluß-, Verbindungs- und Schallgeräte.

b) Als Rundfunkgeräte gelten auch Batterien und Batterie-Ladeeinrichtungen zur Speisung von Rundfunk-Empfangsgeräten, wenn nicht mit Sicherheit ausgeschlossen ist, daß sie gleichzeitig mit dem Niederspannungsnetz und mit dem sonstigen Rundfunkgerät, auch nur einpolig, verbunden sind[1].

c) Netzanschluß-Empfänger und -Verstärker sind solche, die ihren Betriebstrom ganz oder teilweise aus Niederspannungsanlagen entnehmen.

d) Netzanschlußgeräte sind solche, die zur Entnahme von Betriebstrom für Rundfunkgeräte aus Niederspannungsnetzen dienen.

e) Verbindungsgeräte sind solche, die die Verwendung von Niederspannungsanlagen als Antenne oder Erde ermöglichen.

f) Schallgeräte sind: Lautsprecher, Kopfhörer sowie elektrische Lautsprecherdosen.

§ 5.

Anschluß an Niederspannungsnetze.

a) Unter Anschluß an Niederspannungsnetze wird jede, auch nur einpolige, leitende Verbindung mit oder ohne Stromentnahme verstanden.

[1] Für Batterie-Ladeeinrichtungen sind besondere Vorschriften in Vorbereitung.



§ 6.

Nachgeschaltete Geräte[2].

a) Nicht als angeschlossen gelten nachgeschaltete Geräte, d. s. solche, die, ohne eigenen Netzanschluß, an andere diesen Vorschriften unterliegende Geräte angeschlossen sind, soweit nicht in den Einzelbestimmungen anderes festgelegt ist.

III. Gemeinsame Bestimmungen.

§ 7.

Netzspannung führende Teile.

a) Die mit dem Netz leitend verbundenen Teile unterliegen den für Starkstromgeräte geltenden Bestimmungen. Besonders wird hingewiesen auf:

„Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstrom-Niederspannungsanlagen und Starkstrom-Hochspannungsanlagen mit Betriebspannungen von weniger als 1000 V, V.N.E."

„Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I."

§ 8.

Berührungschutz.

a) Die Rundfunkgeräte müssen so eingerichtet sein, daß Metallteile, die gegen das Netz nicht isoliert sind, gegen auch nur zufällige Berührung bei An- und Abschaltung, während des Betriebes und der Ruhe mit Sicherheit geschützt sind.

b) Andere Metallteile — auch aus dem Gehäuse hervorragende Achsen und Hebel von Schaltern, Einstellgriffen usw. Spannung führender Teile — dürfen der Berührung nur dann zugänglich sein, wenn mit Sicherheit ausgeschlossen ist, daß sie eine höhere Spannung als 42 V gegeneinander oder gegen Erde annehmen können.

c) Die Anschlüsse für Antenne, Erde und Rahmen gelten als der Berührung zugängliche Metallteile, selbst wenn sie durch Isolation abgedeckt sind. Sie müssen also gegen das Netz und gegen andere Spannung führende Teile von mehr als 42 V isoliert sein.

d) Die Metallteile der Röhren und ihrer Fassungen müssen gegen Berührung gesichert sein und zwar sowohl während des Betrieb- und Ruhezustandes, als auch beim Einstecken und Entfernen, solange sie mit Strom führenden Teilen in Verbindung stehen können.

§ 9.

Aufschriften.

a) Aufschriften müssen dauerhaft und gut leserlich am Hauptteil des Gerätes angebracht sein; sie müssen umfassen bzw. lauten:

1. Stromart und Spannung,
2. Ursprungzeichen,
3. Prüfzeichen des VDE, soweit von der Prüfstelle des VDE hierzu die Genehmigung erteilt ist,
4. „Vor Nässe zu schützen".

b) Bei Geräten, die auf mehrere Netzspannungen umgeschaltet werden können, muß die jeweils eingestellte Netzspannung am Hauptteil des Gerätes erkennbar sein.

§ 10.

Schutz nachgeschalteter Geräte.

a) Alle diesen Vorschriften unterliegenden Geräte müssen so eingerichtet sein, daß jede leitende Verbindung zwischen nachgeschalteten Geräten und dem Netz mit Sicherheit verhindert ist, soweit nicht in den Einzelbestimmungen anderes enthalten ist.

b) Die Anschlüsse für das Netz sind von den anderen Anschlüssen mindestens 20 mm entfernt anzuordnen.

IV. Einzelbestimmungen.

§ 11.

Netzanschlußgeräte.

a) Für Gleich- und Wechselstrom: Für die mit dem Netz in leitender Verbindung stehenden Teile gelten die „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L.".

b) Bei Gleichstrom-Netzanschlußgeräten dürfen zwischen den Anschlüssen für das Netz einerseits und für das sonstige Rundfunkgerät andererseits, mit Rücksicht auf die Gefahren infolge der ungewissen Polarität der Netze, keine leitenden Verbindungen bestehen. Als leitende Verbindungen gelten auch Vakuumstrecken.

c) Bei Wechselstrom-Netzanschlußgeräten müssen die Anschlüsse für das Netz einerseits und für das sonstige Rundfunkgerät andererseits gegeneinander durch einen Transformator, eine Thermobatterie, einen Umformer oder dgl. isoliert sein.

[2] Die Gefährlichkeit solcher nachgeschalteter Geräte ist ebensogroß wie bei Verwendung von Batterien gleicher Spannung.

§ 12.

Netzanschluß-Empfänger und -Verstärker.

a) Bei Netzanschluß-Empfängern und -Verstärkern müssen die Netzanschlußeinrichtungen mit dem Empfänger bzw. Verstärker im gleichen Gehäuse untergebracht sein oder Empfänger bzw. Verstärker einerseits und Netzanschlußeinrichtung andererseits sind in zwei besondere Gehäuse einzubauen.

b) Im letzten Fall müssen die beiden Gehäuse mit je einer Fläche aneinander stoßen und durch Verschrauben oder dgl. fest miteinander verbunden sein; die elektrischen Verbindungen zwischen beiden Gehäusen müssen an diesen Flächen angeordnet und durch den Zusammenbau verdeckt sein. Ausgenommen sind lediglich die den Vorschriften in § 11 entsprechenden Netzanschlußgeräte.

c) Wenn die Anschlüsse für nachzuschaltende Geräte nicht doppelpolig von dem Netz isoliert sind, so müssen diese Anschlüsse die Aufschrift tragen: „Nur für . . . . mit VDE-Zeichen" (an Stelle der . . . ist die Bezeichnung des anzuschließenden Gerätes (z. B. Lautsprecher) anzubringen).

§ 13.

Verbindungsgeräte.

a) Verbindungsgeräte dürfen zur Verbindung mit den Starkstromanlagen ohne Zwischenschaltung einer Schnur nur einen Edison-Lampensockel 27 (Normal-Edisonsockel) oder Steckerstifte tragen.

b) Bei den verwendeten Schutzkondensatoren darf das Dielektrikum nur aus Glas oder Glimmer bestehen; Drehkondensatoren sind hierfür nicht zulässig.

c) Die Geräte müssen eine genügende mechanische Festigkeit aufweisen.

1. Als Schutz gegen Berührung und Feuchtigkeit wird Umpressen oder Vergießen mit Isoliermasse empfohlen.

d) Für die netzseitigen Teile gelten die „Vorschriften, Regeln und Normen für Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.".

§ 14.

Batterien.

a) Batterien, die diesen Vorschriften unterliegen, (siehe §§ 3c und 12c, z. B. Heizbatterien bei Gleichstrom-Netzanschluß-Empfängern bzw. -Verstärkern) müssen in einem diesen Vorschriften entsprechenden Gehäuse untergebracht sein. Der Einbau in ein anderes, diesen Vorschriften unterliegendes Gerät gilt als Unterbringung in einem solchen Gehäuse.

b) Bei Batterien, die eine Flüssigkeit enthalten, muß dafür gesorgt sein, daß durch Austritt von Flüssigkeit die Isolation der Batterie oder anderer Geräte nicht herabgesetzt wird. Dieses gilt auch für Batterien, die sonst diesen Vorschriften nicht unterliegen würden, wenn sie mit einem anderen, diesen Vorschriften unterliegenden Gerät zusammengebaut sind.

§ 15.

Anschluß- und Verbindungsleitungen.

a) Der Anschluß an das Netz ist entweder fest zu verlegen oder als bewegliche Leitung mit ein- oder beiderseitigem Steckeranschluß auszuführen.

Die Anschlußleitung muß den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L. entsprechen.

b) Das Gleiche gilt für Verbindungsleitungen von nachgeschaltetem Gerät mit Anschlüssen gemäß § 12c.

§ 16.

Schallgeräte.

a) Schallgeräte, die an Anschlüsse gemäß § 12 c angeschlossen werden sollen, unterliegen den „Vorschriften für elektrische Schallgeräte"[3].

V. Prüfung.

§ 17.

Feuchtigkeitsaufnahme.

a) Bezüglich der mechanischen Festigkeit und der Wärme- und Feuchtigkeitssicherheit der Geräte sowie bezüglich der zu verwendenden Baustoffe gelten die „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang".

[3] Es ist beabsichtigt, die „Vorschriften für elektrische Schallgeräte" mit diesen Vorschriften zu vereinigen.



b) Das Gerät ist einer Feuchtigkeitsprüfung gemäß den unter a) genannten Leitsätzen zu unterziehen.

Unmittelbar nach dieser Prüfung ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz und den anderen Anschlüssen zu prüfen.

Der gleichen Probe ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz und sämtlichen im Betrieb der Berührung zugänglichen Metallteilen des Gerätes (auch des Gehäuses) zu unterziehen.

§ 18.

Isolierfestigkeit.

a) Die Isolation gemäß §§ 7, 8 und 10 ... 15 muß unmittelbar nach der Feuchtigkeitsprobe eine Prüfung mit einer langsam gesteigerten Wechselspannung von 1500 V bei 50 Per/s 1 min lang aushalten.

Kriech- und Luftstrecken unter 3 mm, Vakuumstrecken sowie Drehkondensatoren und mit Wechselspannungen von mehr als 42 V bei 50 Per/s beanspruchte Kondensatoren, die eine größere Kapazität als 0,01 µF haben, gelten nicht als Isolation.

§ 19.

Wärmesicherheit.

a) Unter der Voraussetzung einer Außentemperatur von 20 °C darf bei Normalbetrieb in keinem Teil des Gerätes eine die Wirkungsweise beeinträchtigende Erwärmung eintreten.

Die Erwärmung darf nicht übersteigen:

bei Wicklungen mit baumwollisoliertem Draht . . 85 °C,
sonst . . . . 95 °C.

Bei größtmöglicher Belastung der Empfängerseite (Kurzschluß sämtlicher Röhren, des Gleichrichters, Lautsprechers usw.) dürfen die genannten Wicklungen keine höhere Temperatur als 100 °C bzw. 120 °C annehmen.

b) Das Gehäuse darf an keiner Stelle seiner Außenseite eine höhere Temperatur als 50 °C erreichen.

c) Der Temperaturschutz bei Kurzschluß darf auch durch dauernd abschaltende Sicherungen erfolgen.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. 12. XII. 1928, abds. 8¼ h, Neumarktschützenhaus: Vortrag Prof. Heilmann, „Gesichtspunkte des neuzeitl. Städtebaus unter Berücks. Hallescher Verhältnisse“.

Elektrotechnische Gesellschaft Hannover. 8. XII. 1928, abds. 7½ h, Stadthalle: Fest der Technik.

Elektrotechn. Gesellschaft zu Magdeburg. 12. XII. 1928, abds. 8¼ h, Aula der Staatl. Ver. Maschb. Schulen, Am Krökentor 1: Vortrag Obering. Bay, „Neuzeitl. Leitungsbau unter bes. Berücks. der Montage von Hohlseilen“. (Mit Lichtb. u. Film.)

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein, Königsberg Pr. 10. XII. 1928, abds. 8 h, Phys. Inst. d. Universität: Vortrag Obering. Riefstahl, „Der Stand der Anwend. der Elektrizität in landwirtsch. Außenbetrieben“.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik. a) 7. XII. 1928. nachm. 5½ h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. Universität, Reichstagsufer 7/8: Vortrag E. Meyer, „Über eine hochempfindl. lichtelektr. Photometeranordnung und ihre Anwendung zur Messung der Hyperfeinstruktur der *Hg*-Resonanzlinie, ihres Zeeman- und Stark-Effektes, der Temperaturgeschwindigkeit der *Hg*-Atome sowie der Absorptionskoeffizienten des Ozons“. b) 14. XII. 1928, abds. 7½ h, gr. Hörsaal des Physikal. Instituts der T. H.: Vortrag G. Sachsenberg „Entwicklung des Weltluftverkehrs“.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

B. Thierbach. K. Schultze. — Die Herren Dr. B. Thierbach und Dr.-Ing. K. Schultze, Regierungs- u. Baurat a. D., haben in Berlin-Friedenau, Fregestr. 5, eine Beratungsstelle für Energiewirtschaft (Energieberatung) ins Leben gerufen, um Behörden und die Unternehmer größerer Bauten in allen Fragen der Wärme-, Licht- und Kraftversorgung, nur wirtschaftlichen Gesichtspunkten folgend, zu beraten.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Maschinenkennzahlen und Ausnutzungskonstanten von Drehstrom-Asynchronmotoren.

Die in ETZ 1928, S. 1332, erschienene Abhandlung des Herrn Prof. OTT und die hieran geknüpften Erörterungen des Herrn Dr.-Ing. ROSENTHAL geben die Veranlassung, einen an Drehstrom-Asynchronmotoren erprobten Rechnungsvorgang bekanntzugeben. Für 50periodige, 4polige neuzeitliche Motoren mit τ/l etwa 1, ergab sich eine Regel

$$10^6 . 4\,F = 10^6 \sqrt{\mathrm{PS}}\,,$$

wo $F \cdot 10^6$ der magnetische Fluß per Pol ist. Demnach gestaltet sich der Entwurf einer vierpoligen 3 PS-Type in einfacher Weise wie folgt:

$$F = \frac{\sqrt{3}}{4} = 0{,}43, \quad B_l \text{ etwa } 4300\,\pi\,2, \quad \tau/l \text{ etwa } 1,$$

$$Q_l = \tau\, l = l^2, \quad l = 10\,\mathrm{cm}, \quad D = \frac{4\,\tau}{\pi} = 12{,}7\,\mathrm{cm}.$$

Der in ETZ S. 1330 angegebene Motor, BBC Type SNK 643, entspricht in jeder Beziehung dieser Regel

Die für die vierpoligen Motoren festgestellte Formel läßt sich sinngemäß bei einer jeden Polzahl anwenden.

Da eine vierpolige Motortype beim unveränderten äußeren Ständerdurchmesser für sechspolige Ausführung eine etwa im Verhältnis 1 : 1,4 kleinere Leistung ergibt, so lautet die Regel für sechspolige Motoren

$$\sqrt{1{,}4\,\mathrm{PS}} = 1{,}18\sqrt{\mathrm{PS}} = 6\,F$$

bei etwa um $\sqrt{1{,}18} = 1{,}08$ mal erhöhter Bohrung.

Für achtpolige Ausführung verringert sich die Leistung etwa im Verhältnis von 1 : 2; somit lautet die Regel für achtpolige Motoren:

$$\sqrt{2\,\mathrm{PS}} = 1{,}4\sqrt{\mathrm{PS}} = 8\,F$$

bei etwa um $\sqrt{1{,}4} = 1{,}18$ mal vergrößerter Bohrung.

Es möge noch darauf hingewiesen werden, daß die von mir benutzte Regel aus der von Herrn Prof. OTT aufgestellten Gleichung der Ausnutzungskennzahl C abgeleitet werden kann, indem in die Gleichung $D\,l = C\sqrt{\frac{\mathrm{kW} \,.\, 1000}{\eta \cos\varphi \,.\, 1440}}$ für C etwa 85, für $\eta \cos\varphi$ etwa 0,7, für kW der Wert 0,736 PS eingesetzt wird, und somit $D\,l = 72\sqrt{\mathrm{PS}}$ sich ergibt. Wenn nun, wie üblich, etwa $\overline{B_l} = 4500$ angenommen und die linke Seite mit $\overline{B_l}\,\pi$, die rechte Seite mit $4500\,\pi$ multipliziert wird, so gelangen wir zu meiner Formel

$$2\,p\,F . 10^6 = \sqrt{\mathrm{PS}} . 10^6 .$$

Die Regel

$$\sqrt{\mathrm{PS}} = 4\,F \text{ und die nicht starren Kennzahlen } \frac{F}{4500} = \left(\frac{D\,\pi}{4}\right)^2 = l^2 \text{ für vierpolige Motoren,}$$

$$1{,}18\sqrt{\mathrm{PS}} = 6\,F \text{ und } D_6 = \sqrt{1{,}18}\,D_4 \text{ für sechspolige Motoren,}$$

$$1{,}4\sqrt{\mathrm{PS}} = 8\,F \text{ und } D_8 = \sqrt{1{,}4}\,D_4 \text{ für achtpolige Motoren,}$$

bieten für neue Typenreihen eine einfache Anleitung, die nicht nur zu einer guten Ausnutzung des Materials, sondern, durch Festlegung des Flusses, zu den erwünschten elektrischen Eigenschaften führt.

Budapest, 17. IX. 1928. Dr. Torda.

10 PS-Drehstrom-Kurzschlußmotoren im Anschluß an das Verteilnetz in Wien.

Von Herrn Betriebsleiter GRILL des Elektrizitätswerkes Waidhofen an der Thaya wird mitgeteilt, daß meine Angaben (ETZ 1928, S. 937) insofern nicht zutreffen, als das Elektrizitätswerk keinen Anschluß an die NEWAG besitzt, sondern gegenwärtig nur über 250 kVA Wasserkraft und 90 kVA kalorische Kraft verfügt. Es ist um so bemerkenswerter, daß selbst in der wasserarmen Zeit das Zuschalten von 13 PS-Robax-Motoren keinerlei Störungen hervorgerufen hat. Das Elektrizitätswerk gestattet deshalb den Anschluß von 25pferdigen Kurzschlußmotoren, sofern ein leichter Anlauf stattfindet.

Weiz, 3. XI. 1928. E. Rosenberg.



LITERATUR.

Besprechungen.

Arbeiten aus dem Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule Aachen. Herausg. v. Prof. Dr.-Ing. W. Rogowski. Bd. 2, 1926/27. Mit zahlr. Abb. im Text u. 202 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis 12 RM.

Der vorliegende 2. Band umfaßt die Arbeiten des Jahres 1926/27, die im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule Aachen ausgeführt worden sind. Eine Gruppe von Arbeiten beschäftigt sich mit den Durchschlagerscheinungen in gasförmigen, flüssigen und festen Körpern. Rogowski untersucht zunächst auf mehr rechnerischem Wege, ob die bekannte Townsendsche Theorie des Gasdurchschlages auch bei Durchschlägen mit Stoßspannungen gilt und findet gewisse Widersprüche; sind die Versuchsergebnisse verschiedener Autoren richtig, dann scheinen die positiven Ionen beim Durchschlag nicht die Rolle zu spielen, die ihnen die Townsendsche Theorie zuschreibt In der Arbeit über Wanderwelle und Durchschlag wird der Durchbruch der Isolierstoffe unter dem Einfluß von Wanderwellen experimentell untersucht. Hinsichtlich des Durchbruches der Gase finden die obenerwähnten theoretischen Untersuchungen eine starke Stütze. Das Thema „flüssige Isolierstoffe (Transformatorenöl) hat Toriyama bearbeitet. Bei der Aufnahme der Stromspannungskurven wurde eine vom Verfasser als Unstabilität bezeichnete Erscheinung beobachtet, nämlich: von einer gewissen Steilheit der Kurve an braucht man die Spannung nicht weiter zu steigern, um eine weitere Stromzunahme und schließlich den Durchschlag zu erhalten. Auf dem Gebiet der festen Isolierstoffe sei die Arbeit von R. Sonnenschein über elektrische Eigenschaften von Kunstharzen und Hartpapieren und die Arbeit Rogowskis über molekulare und technische Durchschlagfeldstärke fester elektrischer Isolatoren erwähnt. In der erstgenannten Arbeit werden wertvolle Beiträge zur Kenntnis des Zusammenhanges zwischen Temperatur und Leitwert geliefert. Die zweitgenannte Arbeit bedeutet einen kühnen Vorstoß in ein neues Gebiet. Es ist bekannt, daß die Wagnersche Theorie des Wärmedurchschlags nicht zur Erklärung aller Erscheinungen des Durchschlags ausreicht (Durchschlag bei Stoßbeanspruchung). Rogowski untersucht nun die Möglichkeit des rein elektrischen Durchschlags und seines Zusammenhanges mit den spezifischen Eigenschaften der festen Körper. Kurz gesagt handelt es sich um folgendes. Die Feldstärken, die zum Gittereinsturz rechnerisch notwendig sind, liegen viel höher als sie bisher durch das Experiment erzeugt wurden. Ähnlich liegt es mit der mechanischen Zerreißfestigkeit. Hier hat man einen Ausweg gefunden durch Annahme eines submikroskopischen Spaltengefüges. Rogowski benutzt nun diese Theorie auch für die Erklärung des elektrischen Durchschlags und kommt dabei rechnerisch auf Durchschlagfeldstärken von der Größenordnung der experimentell gefundenen Werte, ein schönes Ergebnis dieser Theorie. Es ist natürlich Aufgabe weiterer Forschungen, die Fundamente dieses Gebäudes noch weiter zu festigen; aber man kann wohl heute schon sagen, daß diese neue Theorie die noch vorhandenen Lücken auszufüllen berufen ist.

Die zweite Gruppe von Arbeiten beschäftigt sich mit dem Kathodenoszillographen und neuen Forschungsergebnissen, die durch Oszillogramme mit diesem Apparat gewonnen wurden. Es würde zu weit führen, auf alle Einzelheiten einzugehen. Neben den Wanderwellen-Erscheinungen sind die Vorgänge des Durchschlags besonders interessant. Man ist erstaunt zu erfahren, daß der Übergang vom Isolator zum Leiter etwa innerhalb 10^{-8} s vor sich geht.

Zur dritten Gruppe gehören endlich die interessanten Arbeiten: K. Hammers, Oberwellenfreier Gleichstromgenerator und W. Wolman, Über ein Verfahren der Eisenprüfung mit dem magnetischen Spannungsmesser.

Aus diesen kurzen Darlegungen geht hervor, welch reichen Forschungsergebnisse auch der 2. Band bietet. Es soll rühmend hervorgehoben werden, daß die Mittel zu mehreren Arbeiten von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft zur Verfügung gestellt wurden.

A. Schwaiger.

Overhead systems reference book. Herausg. v. einem Sonderausschuß des Overhead Systems Committee, Engineering National Section, National Electrical Light Association. Mit 668 Textabb. u. 572 S. in gr. 8°. Verlag der National Electric Light Association, New York 1927. Preis geb. 7,50 $, für Mitglieder 5 $.

Dieses Nachschlagebuch ist ein tadellos ausgestattetes Werk, das die Aufgabe hat, dem Leitungsbauer und dem Betriebsleiter eine zusammenfassende Darstellung und Beschreibung der gebräuchlichen Methoden und Richtlinien, der Materialien und Apparate, soweit sie für die Konstruktion von Oberleitungen angewandt werden, zu bringen. Ferner enthält das Werk eine Zusammenstellung der notwendigen Formeln für die theoretische Bearbeitung der verschiedenen Übertragungs- und Verteilungsprobleme.

Das erste der 12 Kapitel umfaßt die verschiedenen Begriffserklärungen, Abkürzungen, Logarithmentabellen, Maßeinheiten usw. — Das 2. Kapitel behandelt ausführlich die Beschaffung der Holzmasten, ihre Imprägnierung mit Öl, sowie die verschiedenen Krankheiten (und Zerstörer des Holzes), ferner ganz kurz die Betonmasten. — Das 3. Kapitel umfaßt Stahlrohrmasten sowie die Konstruktion von Freiluftstationen. Es ist bemerkenswert, daß die meisten Gittermasten für höhere Spannungen mit aufgeteilten Fundamenten ausgeführt werden, die eine große Bodenfläche beanspruchen. Die Fundierungskosten werden hierbei bedeutend geringer, die Masten meistens schwerer, dafür aber die Kosten für den Bodenerwerb in kultivierten Gegenden relativ hoch. Nur für Mittelspannungsleitungen bis etwa 70 kV werden auch, wie in Deutschland üblich, Einständermaße verwendet. Bei der Beurteilung der Zweckmäßigkeit dieser oder jener Mastkonstruktion ist es, was vielfach versäumt wird, notwendig, alle einschlägigen Faktoren, wie Transport, Fundierung, Bodenerwerb, Montage zu berücksichtigen. Im übrigen kann man die meisten abgebildeten Leitungsanordnungen nicht als zeitgemäß betrachten. Die neuesten Bestrebungen im Freileitungsbau gehen dahin, die Leitungen möglichst niedrig in einer Ebene zu verlegen. Eine solche Leitungsanordnung ist für gewitterreiche Gegenden und für solche mit Eislastgefahr die vorteilhafteste. Nur zwei der abgebildeten Leitungsmasten zeigen eine solche Anordnung. — Das 4. Kapitel umfaßt die Herstellung der verschiedenen für Oberleitungen verwendeten Leitungsmaterialien, wie Stahl, Aluminium, Kupfer, Stahlaluminium und Kupferpanzerstahl mit vielen Tabellen über Materialkonstanten. Leider ist für diese Tabellen nicht das metrische System verwendet worden. — Das 5. Kapitel behandelt Isolatoren. Nach einer kurzen allgemeinen Beschreibung der Herstellung von Porzellanen und der Prüfung der Isolatoren werden die gebräuchlichsten Typen an Hand von Maßskizzen beschrieben. Ziemlich ausführlich wird die Spannungsverteilung an Kettenisolatoren behandelt und sodann die Prüfvorschriften für die Abnahme der Isolatoren nach den Normen der AIEE aufgeführt. — Das 6. Kapitel beschäftigt sich mit Leistungstransformatoren und Regeltransformatoren. Nach einer allgemeinen Darstellung der Konstruktion der verschiedenen Typen, der Leistungscharakteristiken sowie der Prüfung der Transformatoren werden die Schaltungsarten und Schaltgruppen recht ausführlich behandelt. Vorschriften für die Behandlung und für den Betrieb der Leistungstransformatoren, sowie für die Behandlung und Untersuchung der Transformatorenöle beschließen den ersten Teil des aus zwei Teilen bestehenden Kapitels. — Der zweite Teil des Kapitels umfaßt Induktionsregler. Nach einer theoretischen Darstellung des Regelungsprinzips werden Beispiele der mechanischen Ausführung solcher Induktionsregler mit den zugehörigen selbsttätigen Schaltvorrichtungen gegeben. — Das 7. Kapitel bringt Überspannungsschutzapparate, Trennschalter, Sicherungen und die einfachsten Ölschalter für mittlere Verteilungsspannungen und für die Montage an Masten, also für den Betrieb im Freien. Nach einer Darstellung der Ursachen für das Auftreten von Überspannungen werden die verschiedenen in Amerika gebräuchlichen Überspannungsapparate erläutert und ihre Konstruktion ausführlich beschrieben. Nicht weniger als neun verschiedene Typen, von denen aber nur wenige in Deutschland Verwendung gefunden haben, sind aufgeführt worden. Die große Mannigfaltigkeit der Typen dürfte sich aus dem Bestreben erklären, besonders wirksame Überspannungsableiter für die vielen Mittelspannungsanlagen von 2000 ... 15 000 V, für die in Deutschland meistens nur in den größeren Stationen Hörnerableiter eingebaut werden, zu schaffen. In Amerika werden in viel größerem Umfange als in Deutschland, auch in den Straßen Hochspannungsleitungen als Speiseleitungen für die an Holzmasten aufgehängten Kleintransformatoren verlegt. Die verschiedensten Ausführungen von Freileitungstrennschaltern zeigen, daß man der Konstruktion derselben ebenfalls sehr viel Aufmerksamkeit widmet, da es mit Rücksicht auf Feuersgefahr offenbar notwendig ist, an den verschiedensten Stellen der Straßen Abschaltmöglichkeiten für die Hochspannungsleitung vor-

zusehen. Für die Erdung der Überspannungschutzapparate werden vorzugsweise Rohrerdungen empfohlen und, wo die Leitfähigkeit des Bodens niedrig ist, Steinsalz oder Waschsoda zur Verbesserung der Leitfähigkeit angewendet. In Deutschland hat sich bisher die sogenannte Salzung der Erdung nicht eingebürgert. Man fürchtet, daß die Erder bei Verwendung von Salzlösungen nur eine kurze Lebensdauer haben würden. Immerhin dürfte man mit zwei Jahren rechnen können, so daß es unter Umständen billiger ist, die Erder nach diesem Zeitverlauf zu erneuern. Eingehende Untersuchungen hierüber sind übrigens von dem Bureau of Standards durchgeführt worden und in einer besonderen Druckschrift niedergelegt. Über die zulässige Größe der Erdübergangswiderstände werden Zahlen direkt nicht gegeben, sondern beispielsweise nur angeführt, daß bei der Prüfung der Erdungen in Niederspannungsanlagen 5 A-Sicherungen bei Erdschluß in einem 220 V-System, und 10 A-Sicherungen in einem 440 V-System durchbrennen müssen. — Das 8. Kapitel umfaßt Straßenbeleuchtungen mit den erforderlichen Regelvorrichtungen und Kontrollapparaten, unter besonderer Berücksichtigung der neuzeitlichen Anforderungen, in bezug auf die Verwendung von diffuser Beleuchtung sowie Signalapparate für zeitgemäße Verkehrsregelung. — Im 9. Kapitel befinden sich Berechnungen der Verteilungstromkreise, und zwar werden die am meisten vorkommenden Fälle behandelt. — Das 10. Kapitel enthält die Berechnung der Abmessung der Leitungen und Gestänge mit Rücksicht auf mechanische Festigkeit. Es werden die Berechnungen der Durchhangskurven entwickelt und eine größere Anzahl Durchhangstabellen beigefügt. Da die V.S. Amerika in drei Zonen, entsprechend einer niedrigen, mittleren und größeren Belastung durch Wind und Eis, eingeteilt sind, enthalten die Tabellen die zulässigen Belastungen für alle drei Belastungsfälle. — Die Berechnungen der Holzmasten, ihre Traversen, Verankerungen, Isolatorenstützen sind recht ausführlich behandelt, dagegen die Berechnung von eisernen Masten weniger ausführlich. — Das 11. Kapitel behandelt besonders die Konstruktion von Mittel- und Niederspannungsleitungen für 50...7 kV, bzw. für weniger als 7 kV. Es werden Richtlinien für die Trassierung, für die Wahl der Spannweiten, Bearbeitung der Holzmasten, Anordnung der Traversen, bzw. Anordnung der Leitungen, sowie für die Fundierung und Verankerung der Masten gegeben. Für die Holzmasten werden vorzugsweise hölzerne Traversen verwendet. Es fällt auf, daß die meisten Seilverbindungen durch Spleißen hergestellt werden, zum Teil bei Abspannungen in Verbindung mit Klemmen in der Art der in Deutschland verwendeten Backenzahnklemmen. Als Seilverbinder wird nur der Würgbinder angegeben. — Als Anhang sind Vorschläge zur Normung des Freileitungsmateriales mit einer größeren Anzahl Normenblätter beigefügt. — Das 12. Kapitel enthält meteorologische Angaben über Winddrücke, Temperaturen, Niederschlagsmengen, Schnee- und Eisbelastung aus den verschiedensten Gebieten der Staaten, ferner Angaben über Behandlung bzw. Ausästen von Bäumen, die in der Nähe der Leitungen stehen, und allgemeine Sicherheitsbestimmungen, soweit sie in Verbindung mit oberirdischen Verteilungsleitungen stehen, sowie Anleitung zur Wiederbelebung elektrisch Verunglückter.

Das vorliegende Buch enthält viele wertvolle Angaben, auch für den deutschen Elektrotechniker, wenn auch manche Konstruktionen, die allerdings in amerikanischen Verhältnissen begründet sind, kaum von unserem Heimatschutz zugelassen werden dürften, z. B. Anbringung von Transformatoren an Holzmasten in den Straßen. Jedem Leitungsbauer, der sich über die amerikanische Praxis unterrichten will, kann das Studium des vorliegenden Buches wohl empfohlen werden. Bay.

Glasers Annalen. Jubiläums-Sonderheft zum 50jährigen Bestehen am 1. VII. 1927. Herausgeg. v. d. Dt. Maschinentechn. Gesellschaft. Mit zahlr. Textabb., IV u. 332 S. in Folio. Verlag von F. C. Glaser, Berlin 1927. Preis geh. 30 RM.

Die Schriftleitung der Zeitschrift „Glasers Annalen" hat zur Feier des 50jährigen Bestehens dieser angesehenen Zeitschrift eine vornehm ausgestattete und reich illustrierte Festschrift herausgebracht. Als Organ des ehem. Vereins Deutscher Maschinen-Ingenieure, der jetzigen Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft, haben Glasers Annalen von jeher das Gebiet des Eisenbahnwesens gepflegt und nach Aufkommen der elektrischen Zugförderung auch dieser ihr besonderes Augenmerk zugewandt. Dementsprechend ist die vorliegende Festschrift diesen Fachrichtungen gewidmet. In 31 Aufsätzen angesehener Fachmänner kommt der gegenwärtige Stand der wichtigen Einzelgebiete des gesamten Eisenbahnwesens anschaulich und in wissenschaftlicher Form zur Darstellung. Für die Elektrotechnik sind namentlich folgende Arbeiten wertvoll: Der elektrische Fernzugbetrieb der Deutschen Reichsbahn von Wechmann, Nutzbarmachung von Wasserkräften für Reichsbahn-Elektrisierungen von Gleichmann, Die Fahrleitungen für den elektrischen Fernzugbetrieb der Deutschen Reichsbahn von Naderer, Die Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen von Schlemmer und Die Unterhaltung und Pflege der Triebwagenzüge der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen nach Einführung der elektrischen Zugförderung von Emmelius. Daneben verdienen aber auch andere Arbeiten des allgemeinen Eisenbahnwesens an dieser Stelle eingehende Beachtung, wie Die neuere Entwicklung der elektrischen Zugbeleuchtung von Breuer, Ergebnisse der Versuche für die Ermittlung des Reibungswertes zwischen Rad und Bremsklotz von Metzkow, Schweißtechnik im Oberbau von Füchsel, Neuerungen im Sicherungswesen der Deutschen Reichsbahn von Stäckel und Betrachtungen über Heizungsanlagen bei Zugrundelegung verschiedener Energieformen von de Grahl. Dies nur eine Auslese. Man kann die inhaltreiche Festschrift nicht ohne innere Befriedigung und reiche Belehrung aus der Hand legen. Zehme.

Physikalisch-technische Elektrizitätslehre. Von F. F. Martens. 2. Aufl. Mit 642 Textabb., VIII u. 808 S. in 8°. Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn A. G., Braunschweig 1927. Preis geh. 42 RM, geb. 46 RM.

Das Buch ist die zweite Auflage des unter dem Titel „Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik" erschienenen bekannten Werkes. Die ersten Abschnitte beschäftigen sich mit den Eigenschaften des elektrischen und magnetischen Feldes. Es folgen Abschnitte über die technischen Anwendungen, Maschinen, Transformatoren sowie weitere Apparate und Anordnungen der Starkstromtechnik. Mehr als ein Viertel des Buches ist dann den elektromagnetischen Schwingungen und der Strahlung gewidmet. Die letzten Abschnitte beziehen sich auf den Atombau, die Körperstrahlung, Elektrolyse und die kurzwellige Strahlung. Verschiedene Tabellen und Zusammenstellungen beschließen das Werk.

Der Verfasser geht bei der Behandlung des Stoffes mit großer Ursprünglichkeit oft seine eigenen Wege und sucht durch viele perspektivische Abbildungen und räumliche Diagramme dem Leser die physikalische Vorstellung und das Verständnis der einzelnen Vorgänge zu erleichtern. Diese Art der Behandlung gibt dem Werk als Lehrbuch besonderen Wert. Durch die selbständige Behandlungsweise des Verfassers wird auch bei schon vorhandener Bekanntschaft mit dem Stoff eine weitere Vertiefung der Kenntnisse für den Lernenden möglich.

Mit der Darstellung der Schaltungen mit verschiedener Schraffierung einzelner Kreise wird man sich allerdings kaum befreunden können, da insbesondere der Ingenieur gewöhnt ist, mit schraffierten Flächen den Schnitt eines Körpers in der Vorstellung zu verbinden.

Dem Verfasser ist es auf jeden Fall gelungen, den gewaltigen Stoff auf etwa 800 Seiten so darzustellen, daß keine einigermaßen wichtige Frage der theoretischen und der angewandten Elektrizitätslehre unberücksichtigt geblieben ist. Dem Elektroingenieur, der beim Studium oder in der Praxis sich mit den physikalischen Grundlagen seines Gebietes genau bekannt machen will, kann das Buch bestens empfohlen werden. Es wird aber auch dem Physiker willkommen sein, der neben der Theorie auch die technischen Anwendungen der Elektrizitätslehre hier in knapper und doch exakter Form zusammengestellt finden wird. L. Pungs.

Principes de l'électrochimie. Von J. Ponsinet. Mit 35 Textabb., VIII u. 215 S. in 16°. Verlag von Armand Colin, Paris 1927. Preis geh. 9 Fr, geb. 10,25 Fr.

Das Büchlein behandelt in gewandter Darstellung die Haupttatsachen der wissenschaftlichen Elektrochemie, beschreibt die Meßverfahren und ihre Verwertung in der quantitativen Analyse und widmet den Schlußabschnitt den technischen Anwendungen der Elektrochemie.

Einige kleine Fehler möchte ich berichtigen: Auf S. 27 sind für die Leitfähigkeiten geschmolzener Salze die ganz veralteten Zahlen von H. Poincaré gegeben. Auf S. 104 usw. ist der Name Helmholtz falsch geschrieben. Bei den galvanischen Elementen nach Leclanché wird der Braunstein nicht mit Kohlepulver, sondern mit Graphit gemischt. K. Arndt.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Beteiligung deutscher Sachlieferungen an der Elektrisierung Frankreichs. — Bekanntlich hat das französische Finanzministerium nach Annahme des Sachleistungsgesetzes ein über Jahre sich ausdehnendes Reparationsprogramm entwickelt, von dem ein Teil bereits Genehmigung gefunden hat, und das, auch soweit es sich auf die Elektrisierung Frankreichs bezieht, mit der Beteiligung deutscher Sachlieferungen in beträchtlichem Umfang rechnet. Nach einem Bericht der Ind. Handelszg. vom 27. X. (Nr. 252) schätzen französische industrielle Kreise die vermutliche Steigerung der Aufnahmefähigkeit Frankreichs für elektrische Maschinen und Apparate infolge der Elektrisierung auf etwa 50 % des heutigen Standes, wonach sich die Absatzmöglichkeiten der deutschen Elektrizitätsindustrie ungefähr ermessen lassen. Um was es sich dabei, also hinsichtlich von Sachlieferungen, handelt, geht aus folgender, mit dem oben genannten Bericht im wesentlichen übereinstimmenden Mitteilung hervor:

Was die Nutzbarmachung der Wasserkräfte angeht, so bezogen sich die im Jahre 1925 erteilten 14 Konzessionen auf 77 765 kW; im Jahre 1926 waren es 17 Konzessionen mit 106 770 kW und im nachfolgenden Jahre 18 Konzessionen mit 165 462 kW. Am 1. VII. 1928 verfügten die französischen Wasserkraftwerke von über 1000 kW insgesamt über 867 400 kW gegenüber 683 750 am 1. I. 1925. Deutsche Sachlieferungen dürften besonders bei dem Ausbau der schon erteilten Konzessionen der Cure (6000 kW), der Truyère (65 000 kW), von Marèges (23 000 kW), von Kembs (60 900 kW) und vielleicht der Aber-Vrach (1100 kW) zur Verwendung kommen.

Auch bei der Elektrisierung der französischen Bahnen sind große deutsche Sachlieferungen vorgesehen[1]. Der französischen Politik auf diesem Gebiet entsprechend, kommen vor allem jene Bahnen in Frage, die die durch Wasserkraft erzeugte Elektrizität verwenden können, also die Paris-Lyon-Méditerranée (P.L.M.), die Paris-Orléans und das Bahnnetz des „Midi"; diese drei Netze werden von den Pyrenäen, dem Massiv Central und den Alpen gespeist. Die Gesamtlänge der zu elektrisierenden Strecken beläuft sich auf rd. 9000 km, von denen 3500 auf den Midi, 3500 auf die Paris-Orléans und 2000 auf die P.L.M. entfallen. Letztere setzt ihre Elektrisierung gegenwärtig auf der Strecke Chambéry—Modane fort, der elektrische Betrieb dieser Linie soll Anfang 1930 beginnen. Weiter ist die Elektrisierung der großen Strecke Marseille—Vintimille geplant, die Nebenlinie von Cannes nach Grasse inbegriffen. Die Kosten dieser Arbeiten belaufen sich auf rund 700 Mill. Fr, diejenigen für die elektrischen Lokomotiven mit gerechnet. Bei der Midi-Bahn sind schon rund 870 km elektrisiert, also etwa ein starkes Fünftel des gesamten Netzes. Die neue zu elektrisierende Linie erstreckt sich auf eine Länge von 1100 km und soll innerhalb fünf Jahren vollendet sein. Die Kosten hierfür belaufen sich, einschl. der Lokomotiven, auf rd. 500 Mill. Fr. Nach der Verwirklichung dieses Projektes wird mit der Elektrisierung einer weiteren Strecke in der Länge von rd. 400 km begonnen werden. Was schließlich die Paris-Orléans-Bahn angeht, so wird die bis nach Vierzon reichende Elektrisierung in naher Zukunft weitergeführt werden; es kommen hier die Strecken Vierzon—Brive (300 km) und Tours—Orléans (113 km) in Betracht.

Der Ausbau der zur Verteilung der elektrischen Arbeit dienenden Netze wird ebenfalls Gelegenheit bieten, deutsche Sachlieferungen zu verwerten; genannt sei das Netz der Dona-Prena, das die Pyrenäen mit dem Massiv Central und den Alpen verbinden soll, die Linie von Chambon nach Rioupéroux und Brignoud, also im Norden Frankreichs, zur Verbindung der Pariser Region mit dem Minengebiet, das Netz des französischen Ostens, das zur Weiterleitung der Wasserkraft des Rheins zu dienen haben wird, und schließlich jene Linie, die das eben genannte Netz mit der von der Rhône nach Paris führenden Leitung kuppeln soll. *Ueb.*

[1] Über einen bedeutenden, von der französischen Südbahn mit den SSW abgeschlossenen Lieferungsvertrag ist in der ETZ 1928, S. 1550 berichtet worden. D. S.

Frankreichs elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Die Angaben M. Blondins in der Rev. Gén. de l'El.[2] für das erste Halbjahr 1928 (s. die Zahlentafel) zeigen, daß die Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse gegen den gleichen Zeitabschnitt des Vorjahres der Menge nach um 13 151 dz, d. s. 40 %, gestiegen ist, u. zw. besonders bei Funkgerät, Teilen von Maschinen und Apparaten, Akkumulatoren und isoliertem Leitungsmaterial, während u. a. Apparate eine Verringerung aufweisen. Der Wert der eingeführten Erzeugnisse hat sich um 4,243 Mill. Fr oder 4 % erhöht. Für die Ausfuhr ergibt der Vergleich mit dem ersten Halbjahr 1927 eine Abnahme um 2563 dz oder nahezu 2 %, die besonders Apparate betraf, dagegen ist der Export von Maschinen und Maschinenteilen, Bogenlampen und isoliertem Leitungsmaterial gewachsen. Wertlich zeigt er eine Abnahme um 23,412 Mill. Fr oder 12 %. Der Überschuß der Ausfuhr betrug am Ende des ersten Halbjahres 97 406 dz im Wert von 56,809 Mill. Fr gegen 113 120 dz bzw. 84,464 Mill. Fr in der gleichen Periode von 1927. Die Einfuhr elektrometallurgischer und elektrochemischer Produkte ist von 387 838 auf 324 840 dz, also um 62 998 dz und dem Wert nach von 63,868 auf 47,915, d. h. um 15,953 Mill. Fr gesunken, die Ausfuhr weist dagegen mit 210 891 dz (198 857 dz i. V.) ein Mehr von 12 034 dz und mit 76,965 Mill. Fr (46,256 i. V.) eine Erhöhung um 30,709 Mill. Fr auf.

Erzeugnisse	Einfuhr				Ausfuhr			
	dz		1000 Fr		dz		1000 Fr	
	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927
Dynamos von 1000 kg und mehr		62 65		8 329				
„ „ 50 bis 1000 kg	13 443	4 489	31 423	8 929	44 155	36 257	53 620	41 835
„ unter 50 kg		2 142		10 351				
Apparate	2 187	5 845	16 544	36 830	14 446	29 108	30 280	59 518
Funkgerät	2 888	260	20 754	4 902	4 621	4 549	19 303	20 234
Teile von Dynamos usw. und Magnete	3 725	1 795	11 508	9 594	8 101	6 827	14 564	12 155
Glühlampen mit und ohne Armatur	1 177	1 214	12 580	16 763	2 930	2 266	9 721	10 077
Bogenlampen und Teile solcher	11	10	87	75	72	39	205	184
Kohlen für industrielle Zwecke	4 183	3 964	3 413	3 471	15 980	15 713	12 748	12 086
Akkumulatoren, Elemente, Kondensatoren	3 463	555	2 813	828	13 200	14 687	13 103	14 489
Material aus Porzellan, Steingut, Glas usw.	1 395	1 015	1 555	966	17 030	16 833	7 213	8 003
Isolierte Drähte und Kabel	13 254	5 021	13 983	9 379	22 597	19 416	10 712	16 300
Insgesamt	45 726	32 575	114 660	110 417	143 132	145 695	171 469	194 881

Aus der Geschäftswelt. — Die Berliner Stadtverordnetenversammlung hat die Vereinigung der Berliner Straßenbahn-Betriebs-G. m. b. H., der Hoch- und Untergrundbahn und der Allgemeinen Berliner Omnibus-A. G. in der zu gründenden Berliner Verkehrs-A. G. beschlossen. Diese wird mit einem Kapital von 400 Mill RM ausgestattet und soll ihre Tätigkeit am 1. I. 1929 aufnehmen. Die drei genannten Unternehmungen treten in Liquidation. — Die Siemens & Halske A. G. beabsichtigt, sich bei der Elektrische Licht- und Kraftanlagen A. G., mit der sie seit 1897 in näherer Beziehung steht, dadurch zu interessieren, daß nom. 7,5 Mill. RM neue Stammaktien letzterer gegen nom. 5 Mill. RM neue S & H-Stammaktien ausgetauscht werden. Bei beiden Gesellschaften bleiben diese Aktien für die Dauer des durch besonderen Vertrag zu vereinbarenden Verhältnisses ohne Dividende. Außerdem wollen S & H ihr Kapital um weitere nom. 4 Mill. RM Stammaktien erhöhen, um ähnliche Transaktionen in der Zukunft zu ermöglichen. — Hauptsächlich zwecks Übernahme von Aktien der Ostkraftwerk A. G. und einer Beteiligung an der Sofina soll das Aktienkapital der Gesellschaft für elektrische Unternehmungen um 15 auf 75 Mill. RM erhöht werden.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1283.
[2] Bd. 24, 1928, S. 721.

Abschluß des Heftes: 1. Dezember 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 300 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



JAN 3 1929

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



.HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 13. DEZEMBER 1928
01—1836)

Des Weihnachtsfestes wegen muß der Anzeigenteil des Heftes 51 am Sonnabend den 15. Dezember und des Heftes 52 am Freitag den 21. Dezember, vorm. 8 Uhr, abgeschlossen werden.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska—Verlag von Julius Springer—Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang **Berlin, 13. Dezember 1928** **Heft 50**

Die Wärmeverluste der elektrischen Heißwasserspeicher.

Von **Rud. Brey**, Sörnewitz.

Übersicht. Im nachfolgenden wird eine Methode gezeigt, nach der an Hand einiger Versuchsdaten die Wärmeverluste von Heißwasserspeichern nach ihren Quellen aufgeteilt werden können. Eine untersuchte Konstruktionsserie gestattet, die Abhängigkeit der Verluste vom Nutzinhalt zu klären. Für Verbesserungen und Wirtschaftlichkeit ergeben sich hieraus wichtige Schlußfolgerungen.

Die eingehende Prüfung von Heißwasserspeichern einheitlicher Konstruktion aber verschiedenen Inhalts gab die Möglichkeit, eine kritische Betrachtung über die Verteilung der Verluste am Einzelspeicher und an der Konstruktionsserie aufzustellen. Es werden die angewandten Methoden und deren Ergebnisse im nachfolgenden eingehend behandelt.

I. Die Prüflinge.

Die untersuchten Heißwasserspeicher waren nach einheitlichen Gesichtspunkten als Überlaufspeicher konstruiert (Abb. 1). Die Isolationsstärke zwischen Innen- und Außenkessel betrug 60 mm. Der Innenkessel bestand aus verzinntem Kupferblech. Das Heizelement, der Temperaturregler, Zulauf- und Überlaufrohr waren auf einem Flansch aus Rotguß vereinigt. Dieser ist für alle untersuchten Speichergrößen mit unveränderten Abmessungen benutzt. Alle wichtigen Daten enthält die nachstehende Zahlentafel.

Nenninhalt l	Wahrer Inhalt l	Nennleistung W	Außen-Dmr. cm	Zylindr. Höhe cm	Leergewicht kg
15	15,5	220	32	60	18
25	26	440	34	75	22
50	52	660	42	85	36
80	84	1200	47,5	100	52
100	103	1200	47,5	120	60

II. Die Untersuchung der Prüflinge.

Zur Beurteilung der Heißwasserspeicher werden im allgemeinen folgende Punkte herangezogen:

1. Der Anheizvorgang (Anheizwirkungsgrad, Tropfwasserverlust).
2. Die Dauerverluste während der Aufrechterhaltung des Ladezustandes (Dauerverlust, Reglerdifferenz).
3. Die Auslaufkurven (Entleeren des geladenen Speichers mit bestimmter Geschwindigkeit und Aufnahme der Temperaturkurve).
4. Der Temperaturausgleich bei halb entleertem Speicher (Feststellung des Temperaturverlaufes im Speicher in verschiedenen Zeitabständen).
5. Die Abklingkurve (Feststellung des Temperaturverlaufes des abkühlenden Speichers).
6. Kritik der Konstruktion und der praktischen Anwendbarkeit (Zuverlässigkeit, universelle Verwendungsmöglichkeit).

Aus diesen Untersuchungen sind für das vorliegende Thema von Bedeutung:

1. Der Anheizvorgang,
2. die Abklingkurve und zu deren Kontrolle
3. die Dauerverluste.

An den Prüflingen wurde die Abklingkurve vermittels eines im thermischen Schwerpunkte des Speichers angebrachten Thermoelementes ermittelt. Ebenso wird die Raumtemperatur laufend registriert. Die Messung erfolgt gegen schmelzendes Eis (0°). Zur Aufnahme dient ein Farbschreiber mit einem Meßbereich von 12 mV. Kontrollen mit einem Präzisionsinstrument fanden in entsprechenden Zeitabständen statt. Die Kurve des 25 l-Speichers zeigt Abb. 2 als Beispiel.

Aus den Einzelmessungen des Kurvenverlaufes können die Verluste in Grad/h als Abhängige der Übertemperatur errechnet und graphisch aufgetragen werden (Abb. 3). In den vorliegenden Fällen folgt diese Kurve der Funktion

$$\frac{dt}{dh} = -a\,t \quad . \quad (1)$$

Hierin ist t die Übertemperatur des Speicherinhalts gegen Raumtemperatur und h die Abklingzeit in Stunden. Der Wert a ist eine für jeden Apparat festliegende Konstante. Man bezeichnet den Quotienten

$$\frac{1}{a} = Z \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

als Zeitkonstante. Sie ist die Subtangente der Abklingkurve oder in allgemeiner Definition: Die Zeitkonstante gibt die Zeit in Stunden an, in der der Speicher seinen Wärme-Inhalt restlos abgeben würde, wenn seine Abklinggeschwindigkeit unverändert bliebe. Der aus dem praktischen Versuch gewonnene Wert a in Gl. (1) gestattet, das Gesetz der Abklingkurve zu ermitteln. Es gilt

$$dh = -\frac{1}{a}\,\frac{dt}{t}$$

$$h = \int_{t_1}^{t_2} dh = \frac{1}{a}\int_{t_1}^{t_2} \frac{dt}{t}$$

$$= \frac{1}{a}\,\ln\frac{t_2}{t_1} \quad . \quad (3)$$

1 Innenbehälter
2 Wärmeisolation
3 Auslauf
4 Zulauf
5 elektrischer Anschluß
6 Heizelement
7 Temperaturregler

Abb. 1. Einheitliche Konstruktion der Prüflinge.

Die hiernach konstruierte Kurve deckt sich praktisch genau (unter Berücksichtigung der Raumtemperatur) mit den Versuchswerten.

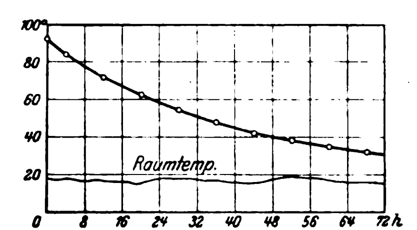


Abb. 2. Abklingkurve des 25 l-Speichers.

Der Anheizvorgang wird bei den üblichen Untersuchungen meist nicht kurvenmäßig erfaßt. Man begnügt sich damit, den Energieverbrauch des Aufheizens zu bestimmen und aus seiner Beziehung zum nutzbaren Wärme-

inhalt des Speicherwassers den Anheizwirkungsgrad zu ermitteln. An den Prüflingen wurde ein gemischtes Verfahren benutzt. Die graphische Darstellung der Anheizkurve diente als Kontrolle für die angewandte Berechnung und Aufteilung der Verluste.

Überlegungsgemäß müssen beim Aufheizen des Speichers genau die gleichen Wärmeverluste für die Zeiteinheit in Abhängigkeit von der Übertemperatur auftreten, wie sie aus der Abklingkurve ermittelt wurden. Hierbei ist allerdings Voraussetzung, daß das Aufheizen sich nicht schnell vollzieht. Nur ein verhältnismäßig langsamer Vorgang berechtigt zur Annahme, daß zwischen den Temperaturabläufen der einzelnen Speicherteile keine zeitlichen Verschiebungen eintreten. Die Energie wird dem Speicher während des Anheizens zugeführt. Ist der Speicher vollkommen, d. h. absolut isoliert, so wird sie vom Speicherwasser mit unveränderter Geschwindigkeit zur Temperatursteigerung benutzt. Verbunden mit der Erhitzung des Inhaltes ist eine Erwärmung der Behälterwandungen und sonstiger Apparateteile, die mit dem heißen Speichergut direkt oder indirekt in Berührung kommen. Hier kann noch die Annahme zugrunde gelegt werden, daß die Fähigkeit der Wärmeaufnahme einzelner Apparateteile von der vorkommenden Temperatur nicht fehlergebend beeinflußt wird. Es sei also vorausgesetzt, daß die „Kapazitätswärme" linear mit der Temperatur steigt.

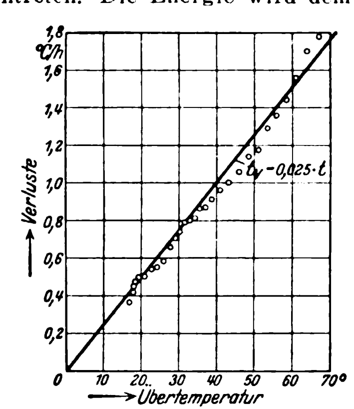
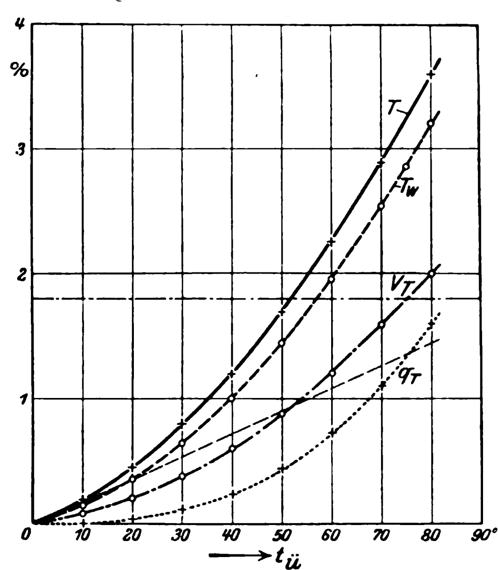


Abb. 3. Abkühlungsverluste als Abhängige der Übertemperatur für den 25 l-Speicher.



T Tropfwassermenge in % des ursprünglichen Rauminhaltes für ausdehnungsloses Gefäß

T_w Tropfwassermenge in % des ursprünglichen Rauminhaltes für ein Kupfergefäß

V_T Wärme-Inhalt des Tropfwassers in % des Wärme-Inhaltes des Ursprungswassers

$t_ü$ Wassertemperatur — 10°

q_T Wärme-Inhalt des Tropfwassers von 1 l Ursprungswasser in WE

Abb. 4. Tropfwasserverluste.

Die Ausdehnung des Speicherwassers durch die Erwärmung bedingt Verluste. Jeder Überlaufspeicher tropft während des Aufheizens. Das „Tropfwasser" entführt dem Inhalt aber auch eine gewisse Wärmemenge. In Abb. 4 ist nach den Angaben der „Hütte" die Ausdehnung des Speicherinhaltes in Prozenten dargestellt. Dem Volumen des Wassers von 10° ist der Wert 1 zugemessen. Man kann die Werte durch die Gleichung

$$T = 0{,}015\, t_ü + \frac{t_ü^2}{2660} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

ersetzen. Hierin ist T die Tropfwassermenge in Prozenten des ursprünglichen Inhaltes von 10°, und $t_ü$ stellt die Wassererwärmung von 10° ausgehend in Grad Celsius dar. In Wirklichkeit ist die Menge des Ausdehnungswassers geringer, da durch die Erwärmung und Ausdehnung des Gefäßes ein Teil nicht zum Austritt gezwungen wird. In der Versuchserie bestanden die Behälter aus Kupfer. Dessen kubischer Ausdehnungskoeffizient beträgt 0,000 05 oder 0,005 %. Die wahre Tropfwassermenge T_w beträgt daher

$$T_w = 0{,}01\, t_ü + \frac{t_ü^2}{2660} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Bei einer Temperaturerhöhung von 1° beträgt die austretende Tropfwassermenge

$$\frac{d\,T_w}{d\,t_ü} = \frac{0{,}01\, t_ü + \frac{t_ü^2}{2660}}{d\,t_ü} = 0{,}01 + \frac{t_ü}{1330} \text{ in } \%. \quad . \quad (6)$$

oder

$$\frac{d\,T_w}{d\,t_ü} = 0{,}0001 + \frac{t_ü}{133\,000} \text{ in Einheiten.} \quad . \quad . \quad (7)$$

Der Wärme-Inhalt der Wassermenge d T_w beträgt

$$d\,q_T = t_ü\, d\,T_w = d\,t_ü \,.\, 0{,}0001\, t_ü + \frac{t_ü^2}{133\,000}.$$

Der Wärmeverlust durch Tropfwasser für 1 l Ursprungswasser wird somit

$$q_T = \int d\,t_ü \left(0{,}0001\, t_ü + \frac{t_ü^2}{133\,000}\right)$$

$$q_T = \frac{t_ü^2}{20\,000} + \frac{t_ü^3}{400\,000} \text{ in WE.l} \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

oder in Prozenten V_T des Wärme-Inhaltes des Ursprungswassers:

$$V_T = \frac{100\, q_T}{t_ü} = \frac{t_ü}{200} + \frac{t_ü^2}{4000} \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

Die in Abb. 4 enthaltene Funktion (8) weicht stark von der eingetragenen Geraden ab. Trotzdem wird diese Krümmung bei der graphischen Darstellung der Anheizkurve nicht in Erscheinung treten, da für diese die Abweichung von der Geraden weniger als 3 Zeitminuten beträgt und für den Endwert (bei 85°) kein Fehler vorliegt.

Beim Aufheizen wird der Speicher von der Temperatur t_1 durch Energiezufuhr auf den Wert t_2 gebracht. Beide Temperaturen seien in °C als Differenz gegen Raumtemperatur gemessen. Spielt sich der Vorgang in unmittelbarer Nähe der Raumtemperatur ab, so tritt keine Wärmeabgabe an die Umgebung auf. Die stündliche Temperaturerhöhung des Speichermittels ist ausschließlich bestimmt durch die zugeführte Energie N in Watt einerseits und durch die Aufnahmefähigkeit des Speicherinhaltes einschließlich Tropfwasser und Kapazität anderseits. Hat der Speicher im kalten Zustande bei der Temperatur t_1 den Inhalt J in Litern, so ist sein reduzierter Inhalt bei der Temperatur t_2 infolge der Ausdehnung nach Gl. (5)

$$\frac{100\, J}{100 + T_w}.$$

Dieses Volumen weist den Wärme-Inhalt

$$q_s = \frac{100\, J}{100 + T_w}(t_2 - t_1) \text{ in WE} \quad \ldots\ldots \quad (10)$$

als Nutzwärme auf. Der Betrag ist auf Grund der dem Aufheizversuch entnommenen Daten t_1, t_2, J und T_w leicht zu berechnen.

Der Wärme-Inhalt des Tropfwassers q_T wird beim Aufheizen zumeist versuchsmäßig ermittelt. In Gl. (8) ist der Wärme-Inhalt rechnerisch erfaßt. Wie schon erwähnt, tritt nur ein kleiner Fehler auf, wenn der Wärme-Inhalt des Tropfwassers als lineare Funktion der Temperatursteigerung eingesetzt wird. Es wird daher an Stelle der Gl. (9) die einfachere Formel

$$q_T = 0{,}018\, q_s = \frac{1{,}8\, J}{100 + T_w}(t_2 - t_1) \text{ in WE} \quad . \quad . \quad (11)$$

gesetzt. Die als „Kapazität" bezeichnete Wärmeaufnahme der Apparateteile q_c wird zunächst als Anteil X des Heizwärme-Inhaltes q_s eingeführt, d. h. sie ist als linear abhängig von der Temperaturerhöhung angenommen:

$$q_c = X\, q_s = \frac{100\, X\, J}{100 + T_w}(t_2 - t_1) \text{ in WE.} \quad . \quad . \quad (12)$$

Der gesamte Wärmeaufwand für Heißwasser, Tropfwasser und Kapazität beträgt nach vorstehendem

$$q_{sTc} = q_s + q_T + q_c$$

$$q_{sTc} = \frac{J(t_2 - t_1)}{100 + T_w}(101,8 + 100\,X) \text{ in WE.} \quad . \; . \; (13)$$

Dieser Wert muß gleich sein der hineingeschickten Energiemenge. Bei einem Anschlußwerte N in Watt und der Zeitdauer h in Stunden gilt

$$q_{sTc} = 0{,}860\,h\,N \text{ in WE.}$$

Aus dieser Gleichheit mit (13) läßt sich die Temperatursteigerung dieses Anheizvorganges in °C/h errechnen:

$$c = \frac{\mathrm{d}\,t}{\mathrm{d}\,h} = \frac{t_2 - t_1}{h} = \frac{0{,}860\,N\,(100 + T_w)}{J(101{,}8 + 100\,X)} \quad . \; . \; (14)$$

Diese Aufheizgeschwindigkeit c gilt aber nur für den abwärmefreien Aufheizvorgang. Aus Gl. (1) ist der Temperaturverlust infolge der Abgabe an die Umgebung zu entnehmen. Um diesen Betrag muß sich die Aufheizgeschwindigkeit c in Wirklichkeit vermindern. Die wahre Aufheizgeschwindigkeit der Zeiteinheit beträgt daher

$$c_w = \frac{\mathrm{d}\,t}{\mathrm{d}\,h} = c - a\,t.$$

Wird diese Gleichung nach h aufgelöst, so ergibt sich das Gesetz der wirklichen Anheizkurve für die Anfangstemperatur t_1 und die Endtemperatur t_2 zu

$$\mathrm{d}\,h = \frac{\mathrm{d}\,t}{c - a\,t}$$

$$h = \int_{t_1}^{t_2} \frac{\mathrm{d}\,t}{c - a\,t} = \frac{1}{a} \ln \frac{c - a\,t_1}{c - a\,t_2} \text{ in Stunden.} \quad . \; (15)$$

Mit den beiden Formeln (14) und (15) ist der Anheizvorgang unter Berücksichtigung der Einzelverluste restlos erfaßt. Es kommt nur noch darauf an, beide Gleichungen in eine Form zu bringen, die es gestattet, auf Grund der Daten des praktischen Versuches (t_1, t_2, N, J, T_w, h, $\frac{1}{a}$) die unbekannten Werte (c, X) zu ermitteln. Ist das geschehen, so ist die Aufteilung der Verluste nach ihrer Ursache gelungen. Den Wert c kann man durch Umformung der Gl. (15) gewinnen:

$$c = a\,\frac{t_2\,e^{ha} - t_1}{e^{ha} - 1} \text{ in °C/h} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (16)$$

mit e als Basis der natürlichen Logarithmen.

Ist c bekannt, so bietet die Berechnung von X keine Schwierigkeiten. Sie kann aus Gl. (14) erfolgen:

$$X = \frac{0{,}860\,N}{J\,c} \cdot \frac{100 + T_w}{100} - 1{,}018. \quad . \; . \; . \; . \; (17)$$

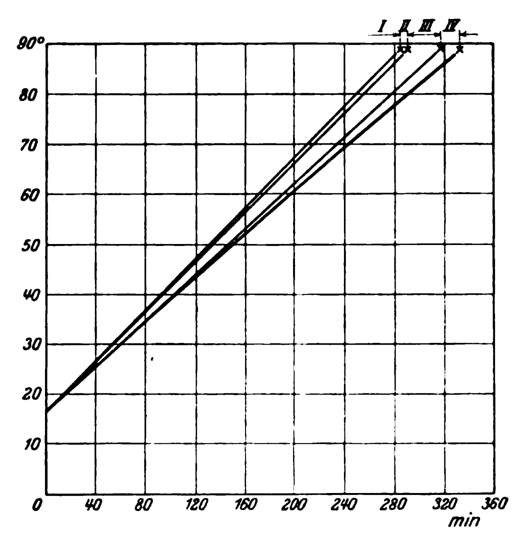
Aus (17) ist wiederum unter Verwendung von Gl. (12) die als Kapazität auftretende Wärme zu errechnen:

$$q_c = X\,q_s = (t_2 - t_1)\left(\frac{0{,}860\,N}{c} - \frac{101{,}8\,J}{100 + T_w}\right). \quad . \; (18)$$

Bei der praktischen Anwendung dieser Gesetzmäßigkeiten wird man berücksichtigen, daß die Genauigkeit des Rechnungsganges um so größer ist, je näher die Anfangstemperatur t_1 des Anheizens bei 10° und die Endtemperatur t_2 bei 85° liegt. Die Höhe der Raumtemperatur ist ohne Einfluß auf die Genauigkeit, jedoch soll sie möglichst konstant sein. Auf keinen Fall dürfen plötzliche Änderungen auftreten. Das Tropfwasser wird zur Vermeidung von Fehlern am besten nach Gl. (5) und (8) errechnet und während des Anheizens nur auf mengenmäßige Übereinstimmung mit der Rechnung geprüft. Die Temperaturen t_1 und t_2 sind sowohl für das Anheizen als auch für das Abklingen als mittlere Werte des Speicherinhaltes zu führen. Die dem Speicher während des Anheizens zugeführte Energie soll mit einem sehr guten Zähler ermittelt werden, da die Ungenauigkeiten der üblichen Wechselstromzähler nicht selten das Ergebnis spürbar beeinflussen.

Ist aus dem Abklingvorgang der Wert a berechnet und hat der Aufheizvorgang zwischen den Temperaturen t_1 und t_2 die Zeitspanne h und die Leistung N ergeben, so kann zunächst nach Gl. (16) der Wert c berechnet werden. Der Tropfwasserverlust q_T ist aus Gl. (8) bekannt und, wie oben beschrieben, geprüft worden. Der Aufwand an kapazitiver Wärme wird durch Einsetzen der Daten aus Gl. (18) ermittelt. Der Nutzwärmeinhalt entspricht der Gl. (10). Die Abwärmeverluste ergeben sich als Differenz zum Gesamtenergieaufwand oder aus der Beziehung

$$q_v = \left(h - \frac{t_2 - t_1}{c}\right) N \cdot 0{,}860 \text{ in WE.} \quad . \; . \; . \; (19)$$



I Energieaufwand für q_s III Energieaufwand für q_c
II „ „ q_T IV „ „ q_v

Abb. 5. Verluste beim Aufheizen des 25 l-Speichers.

Die Abb. 5 zeigt die Aufteilung der Verluste für den 25 l-Speicher. Bei einem Anschlußwert von 447 W entspricht die Zeit von 1 h der Energiemenge von 447 Wh oder 384 WE. Nach diesem Verfahren wurden alle Prüflinge behandelt. Die Resultate der Untersuchung bilden die Unterlagen für die Betrachtungen über die Zusammenhänge zwischen den Verlusten und dem Speicherinhalt.

III. Die Beziehungen zwischen der Größe des Speichers und seinen Verlusten.

1. Allgemeines.

Wenn von den Beziehungen der Speichergröße zu den Verlusten die Rede ist, so liegt hierin die Voraussetzung einer gewissen Regelmäßigkeit. Diese Annahme ist begründet durch die Einheitlichkeit des Konstruktionsprinzipes für alle Prüflinge der verschiedenen Größen. Anderseits spielen die Art und Sorgfalt der Anfertigung eine nicht zu unterschätzende Rolle. Kleine, unscheinbare Versehen in der Maßhaltigkeit einzelner Teile oder bei der Einbringung der Wärmeisolation müssen die Eigenschaften des Apparates notwendigerweise verändern. Hierzu kommt, daß die Einzeluntersuchungen der Prüflinge nicht unter genau gleichen Bedingungen stattfinden konnten. So sind die Raumtemperaturen, die Einstelltemperaturen der Regler und ihre Regeldifferenz nicht übereinstimmend zu halten. Auch die Nennleistung der einzelnen Typen stellt keine geschlossene Kurve dar. Es ist aus all diesen Umständen zu erwarten, daß die Abhängigkeit der Verluste von der Speichergröße eine Streuung aufweisen wird. Das Maß dieser Unregelmäßigkeiten läßt aber Rückschlüsse auf die Anwendbarkeit des Verfahrens zu.

Um Einheitlichkeit in der Auswertung der Ergebnisse zu erhalten, wird der Begriff des „idealen Anheizvorganges" geschaffen. Hierunter sei die Aufheizung des Speicherinhaltes von 10° auf 85° bei 20° Raumtemperatur in der Zeit von 7,2 h verstanden. Die Endtemperatur von 85° wird allgemein für die Reglereinstellung in der Praxis benutzt. Das zufließende Frischwasser wird im Mittel nur unwesentlich über der angenommenen Temperatur von 10° liegen. Der Wert der Raumtemperatur liegt gegenüber den praktischen Verhältnissen etwas hoch und wurde nur gewählt, weil er als normale Bezugstemperatur überall eingeführt ist. Die Aufheizzeit ist gegeben durch die üblichen Zeiten für Nachttarif (22 ... 6 h) unter Berücksichtigung der zulässigen Netzspannungschwankungen (± 5 %). Die üblichen Nenn-

spannungsbereiche können für Speicherapparate nicht oder nur im bescheidensten Umfange benutzt werden, da sie eine gute Anpassung der Ladezeit an die Dauer des Nachttarifes nicht ermöglichen. Die Annahme des „idealen Anheizvorganges" bedingt aber eine Korrektur des Anschlußwertes. Es entsteht die „zweckmäßigste Leistungsaufnahme".

2. Die Tropfwasserverluste.

Durch die Festlegung der Erhitzung von 10° auf 85° liegen die Beziehungen zwischen den Tropfwasserverlusten und der Speichergröße sehr einfach. Aus Gl. (8) errechnen sich die Verluste zu

$$q_T' = 1{,}336\,J \text{ in WE.} \qquad (20)$$

Die anfallende Tropfwassermenge ist nach Gl. (5)

$$T_w' = 0{,}0286\,J \text{ in Litern.} \qquad (21)$$

In Abb. 6 ist die Abhängigkeit mit den versuchsmäßig ermittelten Werten hergestellt.

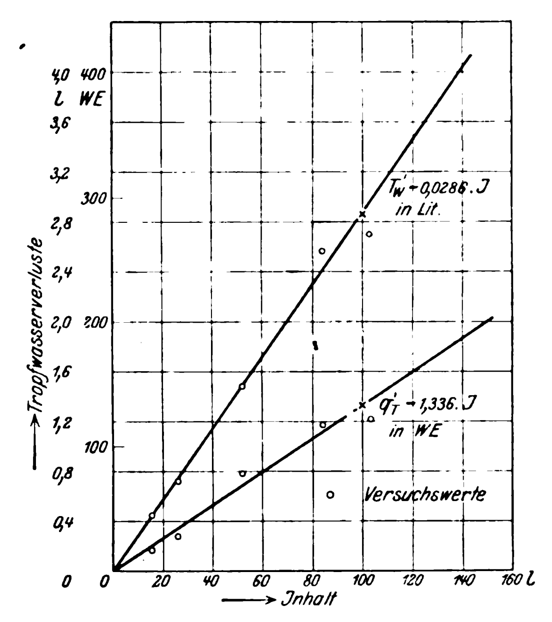


Abb. 6. Tropfwasserverluste.

3. Die kapazitiven Verluste.

Aus den Versuchsergebnissen ist die Kapazität nach Gl. (16) und (18) errechnet (Abb. 7). Die gefundenen Punkte können auf die Gleichung

$$q_c = 3{,}22\sqrt{1600 + J^2} \text{ in WE} \qquad (22)$$

bezogen werden. Man erkennt, daß die Kapazität der Kleinspeicher bei der vorliegenden Konstruktion einen Mindestwert nicht unterschreitet und für größere Inhalte einem minimalen Verhältnis zustrebt.

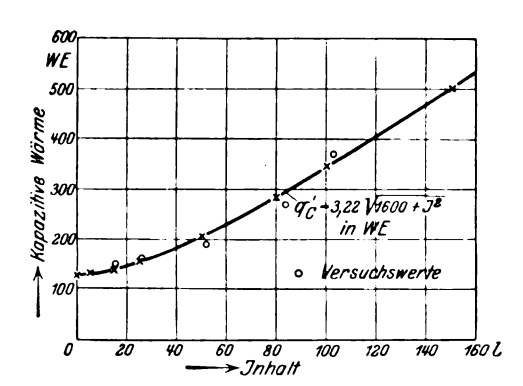


Abb. 7. Die kapazitiven Verluste.

4. Die Dauerverluste und die Zeitkonstante.

Während der Versuche wurde der Leistungsverbrauch ermittelt, der auftritt, wenn der Regler die auftretenden Verluste selbsttätig ergänzt. Wird der Gesamtverbrauch in Wattstunden durch die Versuchsdauer (rd. 100 h) dividiert, so erhält man den „Dauerverlust", d. i. die Wärmeabgabe im Ladezustand. Überlegungsgemäß muß der Dauerverlust wenigstens z. T. von der Oberfläche der Apparate abhängig sein. Es ist daher zunächst in Abb. 8 die Beziehung zwischen dem Apparatinhalt und der wärmeabgebenden Oberfläche aufgestellt. Ist F die Fläche in m² und J der Inhalt in Litern, so ergibt sich

$$F = 0{,}16\,J^{0{,}56} \text{ in m}^2. \qquad (23)$$

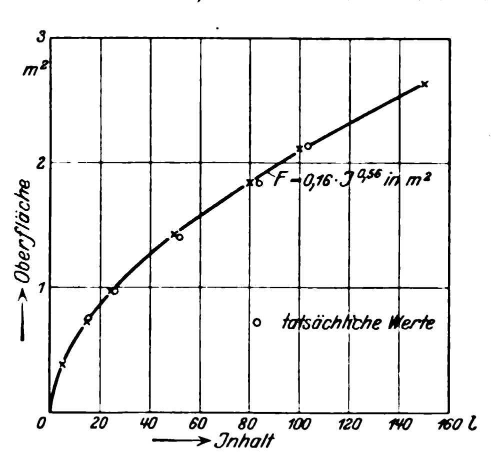


Abb. 8. Die wärmeabgebende Oberfläche.

Wird dieser Wert auf die Dauerverluste W in Watt übertragen, so gelangt man zur Gleichung

$$W = 5{,}5\,J^{0{,}56} + 13 \text{ in Watt.} \qquad (24)$$

Diese besagt, daß für 1 m² eine Energiemenge von 34,4 W verlorengeht, wozu noch ein konstanter Verlust von 13 W tritt. Es kann angenommen werden, daß der letztere für die unisolierte Stelle am Flansch des Apparates gilt. Gestützt wird diese Vermutung durch die Tatsache, daß diese Stelle trotz verschiedener Speichergrößen maßlich unverändert blieb. In Abb. 9 ist die Gl. (24) mit den zugehörigen Versuchswerten dargestellt. Ferner ist der „spezifische Verlust" W_s, d. i. der Verlust für 1 l, mit aufgenommen.

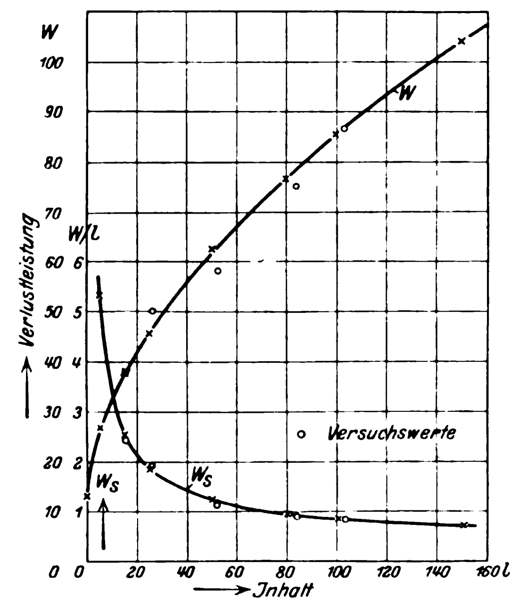


Abb. 9. Die Dauerverluste.

Zwischen dem Dauerverlust W und dem Temperaturabfall laut Gl. (1) muß Übereinstimmung bestehen, u. zw. gilt

$$0{,}860\,W = a\left[\frac{100\,J}{100 + T_w}(t_2 - 20) + \frac{C\,(t_2 - 20)}{t_2 - t_1}\right].$$

Hierin ist der erste Summand in der Klammer der Wärmeinhalt des Heißwassers, bezogen auf 20° (Raumtempera-

tur), und der zweite Wert stellt die auf gleiche Temperatur reduzierte Kapazität dar. Für $t_1 = -10°$ und $t_2 = +65°$ kann man der obigen Gleichung die Form geben:

$$Z' = \frac{1}{a} = \frac{73{,}5\,J + 1{,}01\,C}{W} \quad \text{in Stunden.} \quad \ldots \quad (25)$$

Aus Abb. 10 kann entnommen werden, daß die Versuchswerte diese Bedingung recht befriedigend erfüllen.

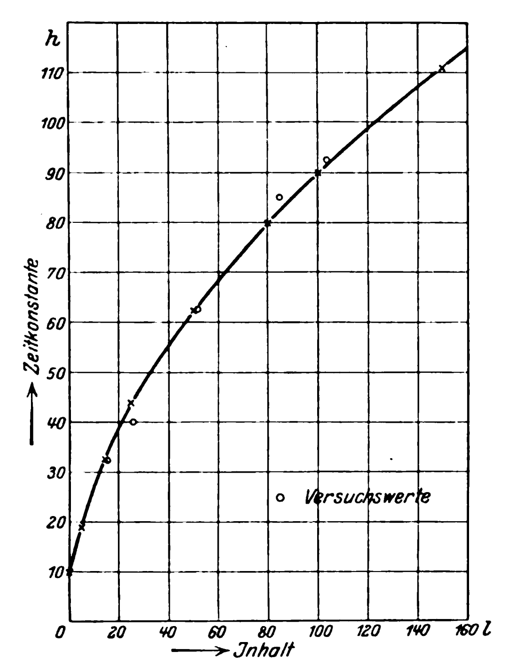


Abb. 10. Die Zeitkonstante.

5. Die Nutzwärme.

Ihre Abhängigkeit vom Inhalt ist in Gl. (10) gegeben. Für die Daten des „idealen Anheizvorganges" nimmt die Gleichung die Form

$$q_s = 73\,J \quad \text{in WE} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (26)$$

an. Auf die graphische Darstellung dieser einfachen Funktion kann verzichtet werden.

6. Die zweckmäßigste Leistung.

Die bisher ermittelten Werte gestatten die Errechnung der für den „idealen Anheizvorgang" notwendigen „zweckmäßigen Leistung". Zunächst wird aus Gl. (16) der Wert c errechnet. Die Formel nimmt für diesen speziellen Fall die nachstehende Form an:

$$c = \frac{65}{Z} \cdot \frac{e^{\frac{7.2}{Z}} + 0{,}154}{e^{\frac{7.2}{Z}} - 1} \quad \text{in °C h.} \quad \ldots\ldots \quad (27)$$

In Gl. (13) und (14) wurde entwickelt, daß

$$c = \frac{0{,}860\,N}{q_s' + q_T' + q_c'}\,(t_2 - t_1)$$

wird. Es findet sich daher die „zweckmäßige Leistung" zu

$$N = \frac{q_s' + q_T' + q_c'}{0{,}860} \cdot \frac{c}{t_2 - t_1} \quad \text{in Watt.} \quad \ldots \quad (28)$$

Wie Abb. 11 zeigt, weicht die Kurve praktisch nicht von der Geraden ab. Sie kann für die Prüflinge ohne Schaden durch die Beziehung

$$N = (12{,}75\,J + 25) \text{ Watt}$$

erfaßt werden.

7. Die Abwärmeverluste.

Durch Abgabe an den Raum geht die Differenz zwischen dem gesamten Wärmeaufwand

$$0{,}860\,N\,h$$

und dem Bedarf für Heizwärme, Tropfwasser und Kapazität

$$q_s' + q_T' + q_c' = 0{,}860\,N\,\frac{t_2 - t_1}{c}$$

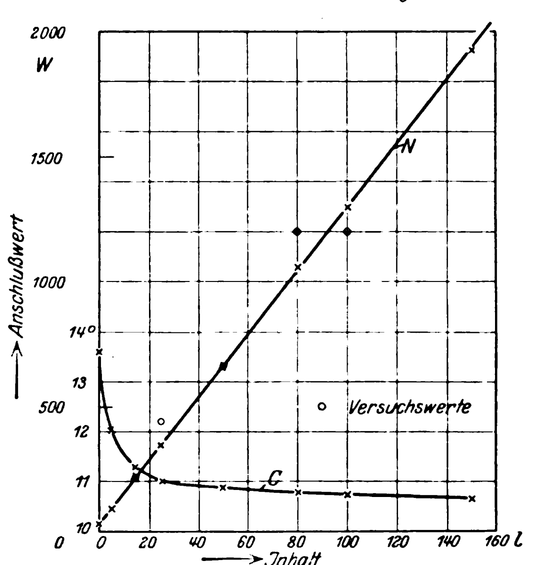


Abb. 11. Die zweckmäßige Leistung.

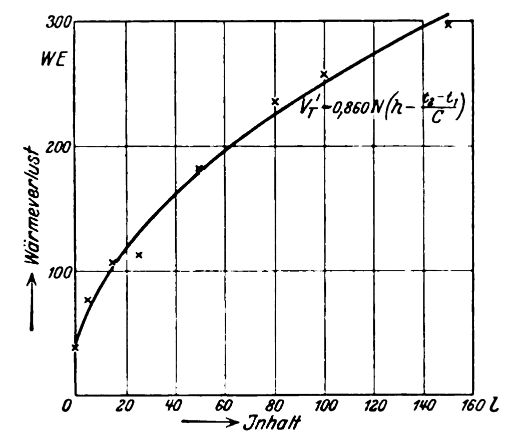


Abb. 12. Die Abwärmeverluste.

[siehe Gl. (28)] verloren. Die Wärmeabgabe an den Raum wird somit

$$V_T' = 0{,}860\,N\left(h - \frac{t_2 - t_1}{c}\right). \quad \ldots\ldots \quad (29)$$

Die errechneten Werte zeigen in der graphischen Darstellung (Abb. 12) einige Streuung. Dies dürfte auf die Art des Rechenverfahrens (mit 25 cm-Rechenschieber) zurückzuführen sein, bei der der auftretende Fehler infolge mehrfacher Differenzenbildung (für Wert c und V_T) sich vergrößert.

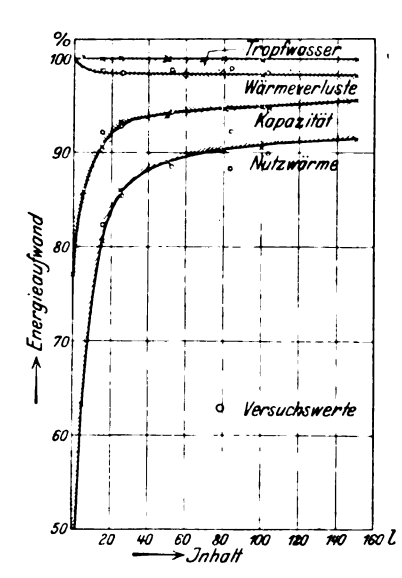


Abb. 13. Die Anheizverluste.

8. Die Verlustaufteilung.

Zur Übersicht sind die rechnerischen Einzelverluste in der nachstehenden Zahlentafel sowohl in WE als auch in Prozenten zusammengefaßt. Die graphische Darstellung zeigt Abb. 13.



Verlustaufteilung in WE.

Verlustgruppe	Speicherinhalt 0	5	15	25	50	80	100	150
Tropfwasser . . .	0	6,68	20	33,4	66,8	107	133,6	200
Kapazität	129	130	135	152	206	288	347	500
Abwärme	38	76	107	112	182	236	257	298
Nutzwärme	0	365	1095	1825	3650	5940	7300	10 950
Gesamter Aufwand								
lt. Addition . .	167	578	1357	2122	4105	6571	8038	11 948
lt. Rechnung . .	167	576	1357	2122	4100	6570	8050	11 920
lt. Versuch* . .	—	—	1370	20[illegible]0	4170	6780	8400	—
Differenz unter Berücksicht. des wahren Inhaltes	?	?	+ 2%	+ 2,5%	+ 2%	+ 2%	— 1,5%	?

* Es ist zu berücksichtigen, daß der Inhalt der Versuchspeicher nicht mit dem Nenninhalt übereinstimmt.

Verlustaufteilung in %.

Verlustgruppe	Speicherinhalt 0	5	15	25	50	80	100	150
Tropfwasser . . .	0,0	1,2	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7
Kapazität	77,2	22,6	9,9	7,2	5,0	4,4	4,3	4,2
Abwärme	22,8	13,2	7,9	5,3	4,4	3,6	3,2	2,5
Nutzwärme . . .	0,0	63,3	80,7	86,0	89,0	90,4	90,6	91,5
Summe:	100,0	100,3	100,0	100,1	100,0	100,0	99,8	99,9

Sieht man vom 80 l-Speicher ab, bei dem die Abwärme ganz offensichtlich zu hoch gefunden wurde, so treffen die Versuchswerte hinreichend genau mit den ermittelten ausgeglichenen Werten zusammen. Die entstandene Differenz dürfte kleiner sein als die Schwankungen, die durch Fabrikationstoleranzen entstehen.

IV. Die Auswertung des Ergebnisses.

1. Der Wirkungsgrad. — Nach allgemeiner Auffassung ist als Wirkungsgrad die ermittelte Nutzwärme in % zu setzen. Dabei ist aber nicht berücksichtigt, daß die Kapazität nur ein scheinbarer Verlust ist. Diese Wärmemenge steckt in den Apparateteilen des Speichers und kommt in Abhängigkeit von der Betriebsweise ganz oder zum Teil dem zufließenden kalten Wasser wieder zugute. Es ist der extreme Fall denkbar, daß die Kapazität bei wiederholtem Aufheizen nicht mehr in Erscheinung tritt, so daß der Wirkungsgrad den Höchstwert (annähernd Nutzwärme und Kapazität in %) erreicht. Es dürfte daher berechtigt sein, vom „oberen" bzw. „unteren" Wirkungsgrad zu sprechen. Der praktische Wirkungsgrad des Speichers wird zwischen beiden liegen, u. zw. um so höher, je besser der Speicher ausgenutzt wird.

2. Die Kapazität. — Bei der Aufstellung der Abb. 13 ist die Bauart als feststehend angenommen. Nun hat sich aber in der Praxis die Konstruktion der Kleinstspeicher (5 und 10 l) schon als Sondergruppe ausgebildet. Man ist bestrebt, die Eigenmasse gering zu halten. Hierdurch wird das aus der graphischen Darstellung hervorgehende ungünstige Verhalten der Kleinstspeicher etwas kompensiert, aber doch nicht so, daß von ihnen eine Annäherung an die befriedigenden Werte der größeren Typen erwartet werden kann.

3. Wärmeverluste. — Äußerst ungünstig liegen die Werte der Kleinstspeicher für die Abwärme. Die Dauerverluste nehmen Werte an, die im Vergleich zur Nutzwirkung als kaum tragbar bezeichnet werden müssen. Die Wärmeverluste während des Anheizens können leicht durch eine Verkürzung der Anheizzeit heruntergesetzt werden.

4. Allgemeines über Kleinstspeicher. — Die Verwendung von Kleinstspeichern mit längerer Aufheizzeit (d. h. über 4 h) ist im allgemeinen unwirtschaftlich. Es ist richtiger, unter vollster Ausnutzung des Anschlußwertes einer Leitung (bei 110 V zumeist 660 W, bei 220 V wohl stets 880 W) nur die augenblickliche Gebrauchswassermenge auf schnellstem Wege zu erhitzen. Der Durchlauferhitzer ist hierfür das gegebene Gerät; leider kann er in vielen Fällen den Bedarf nicht decken, so daß doch wieder ein wärmeisoliertes Gefäß mit einer elektrischen Beheizung von möglichst hohem Anschlußwert die günstigste Lösung darstellt. Es dürfte aber trotz der Ähnlichkeit besser sein, derartige Apparate nicht mehr als Speicher zu betiteln. Dieser Wunsch wird gestützt durch die Tatsache, daß die sog. Kleinstspeicher in den allermeisten Fällen nur mit Tagesstrom arbeiten und daher den Zweck der eigentlichen Speicher (Ladung bei günstigem Tarif, Entladung zur Zeit hohen Tarifes) nicht erfüllen.

5. Über Verbesserungsmöglichkeiten. — Die Ausnutzung der Energie in Heißwasserspeichern ist fast vollwertig. Maßnahmen zu weiteren Verbesserungen können daher im einzelnen nur wenige Prozent Nutzen bringen. Das dankbarste Gebiet dürfte die Kapazität sein. Erleichterung der Wärme-Isolation, der Bauteile des Innenkessels, Gewichtsverminderung des Heizflansches und seiner Teile sind Maßnahmen, die im Bereich des Möglichen liegen. Das Tropfwasser ist für den Benutzer eine unangenehme Verlustquelle. Leider gibt es noch kein brauchbares Metall, dessen kubischer Ausdehnungskoeffizient mit dem des Wassers übereinstimmt. Konstruktive Maßnahmen zur Beseitigung des Verlustes sind bisher nicht zur Anwendung gekommen. Hier dürfte also zunächst keine Verbesserung zu erwarten sein. Die Wärmeverluste durch die Isolation lassen sich ohne maßliche Änderungen wohl nicht herabsetzen, da das allgemein benutzte Isoliermittel (präparierter Korkschrott) zunächst durch etwas Besseres wohl nicht verdrängt werden wird. Die zweite Verlustquelle ist die Wärmeableitung am Heizflansch. Dieser Punkt ist aber nur bei den kleineren Speichern von besonderem Einfluß. Für diese sind daher Maßnahmen zur Vermeidung dieses Verlustes nur zu empfehlen.

---

25 Jahre Elektroüberwachung in Oberschlesien.

Der Oberschlesische Überwachungsverein hat aus Anlaß des 25jährigen Bestehens der Elektroüberwachung in Oberschlesien eine Denkschrift[1] herausgegeben, die in gedrängter Form einen Bericht über die Erfahrungen im Überwachungsdienst des oberschlesischen Industriebezirks bringt. Im Jahre 1903 wurde der „Oberschlesische Überwachungsverein für elektrische Anlagen" gegründet. Ihm gehörten zunächst 11 Verwaltungen an; an seiner Spitze stand der Obering. W. Vogel. Die Überwachung war freiwillig und bezweckte ein ersprießliches Zusammenarbeiten mit den Industrieverwaltungen, Behörden und elektrotechnischen Lieferfirmen. Im Jahre 1906 wurde der Verein mit dem Dampfkessel-Überwachungsverein in Kattowitz zu einem gemeinsamen „Oberschlesischen Überwachungsvereins" zusammengeschlossen, wobei sich ein namhafter Zuwachs von Mitgliedern ergab. Es wurde eine elektrotechnische Prüfstelle eingerichtet und die Tätigkeit auf Leistungsversuche, Kabelfehlerbestimmungen, Zählereichungen, Unfalluntersuchungen sowie auf die elektrotechnische Überwachung von Aufzügen, Theatern, Fördermaschinen, Schachtsignalen, Grubenbahnen und landwirtschaftlichen Anlagen ausgedehnt. Durch Ausbruch des Krieges erlitten der Verein eine jähe Einschränkung, besonders nachdem infolge des Krieges die Teilung in Ost- und West-Oberschlesien stattgefunden hatte. Die Tätigkeit des Vereins beschränkte sich nunmehr auf die Elektroüberwachung von West-Oberschlesien. Der Wohnsitz wurde von Kattowitz nach Gleiwitz verlegt.

Bezüglich der Arbeitsweise der Elektroüberwachung ist ihr Zusammenarbeiten mit dem VDE hervorzuheben. Es wurden auch nicht nur Prüfungen und Begutachtungen der bereits bestehenden Einrichtungen vorgenommen, sondern der Verein wirkte bereits bei der Planung und Bauausführung mit. Ferner wurden Unterrichtsabende und eine ständige Mustersammlung von Installationsmaterial eingerichtet.

Die Denkschrift bringt einen Überblick über die allgemeine Entwicklung der elektrischen Arbeitsübertragung in Oberschlesien; auch Beispiele aus der Einrichtung der industriellen Werke werden gegeben, wobei der Grubenbetrieb naturgemäß an erster Stelle steht. Hierbei ist hervorzuheben, daß sich der Verein für die Normung der Pumpenmotoren stark eingesetzt hat und neuerdings auch die Normung der Spurweite von Grubenbahnen verlangt. Es wird mit Stolz darauf hingewiesen, daß die allererste Ilgner-Fördermaschine im oberschlesischen Bezirk aufgestellt wurde, deren Fördermotor heute noch am Schacht der Concordia-Grube in Hindenburg arbeitet. Auch über Verlade-Einrichtungen und aus dem Gebiete des elektrischen Hüttenbetriebes mit seinen Hilfseinrichtungen werden lehrreiche, durch Abbildungen erläuterte Beispiele gegeben. Aus der ganzen Darstellung gewinnt man den Eindruck, daß die oberschlesische Industrie einen nicht geringen Anteil an der Einführung und an dem Fortschritt der Elektrisierung auf den Werken der Großindustrie zu verzeichnen hat. *Ka.*

[1] 25 Jahre Elektroüberwachung in Oberschlesien. Von C. W. Vogel. Gleiwitz 1928.



Neuere dynamisch-statische Wuchtmaschinen.

Von Dr. **H. Hort**, Essen.

Übersicht. Die beiden praktisch bewährten Wuchtmaschinen der Bauarten BT und ET werden beschrieben. Die erstere Maschine ist eine Rahmenmaschine. Die letztere besitzt getrennte Wuchthälften.

In der ETZ 1925, S. 1073, wurde über neuere dynamisch statische Wuchtmaschinen berichtet, insbesondere über die Rahmenmaschine Bauart BT, während eine Veröffentlichung über die Bauart ET in Aussicht gestellt wurde. In der Zwischenzeit wurden die nach den Grundsätzen des dynamisch-statischen Wuchtens arbeitenden Maschinen weiter entwickelt. Im nachstehenden sei hierüber kurz berichtet sowie die ergänzende Mitteilung über die Bauart ET gebracht[1].

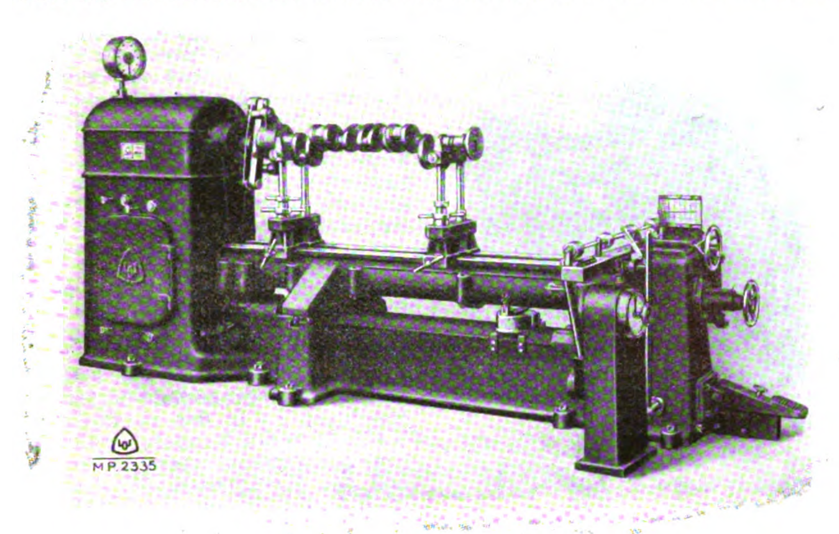


Abb. 1. Rahmenwuchtmaschine, Bauart BT, für Prüfkörper von rd. 10 ... 1500 kg gebaut.

Zunächst ist die Bauart W nicht weiter entwickelt worden, da die Montage sich als zu schwierig herausgestellt hat. Die Bauart BT wurde in der Weise vervollkommnet, daß der Prüfkörper nicht in dem Schwingrahmen sondern frei über ihm liegt. Hierdurch wird erreicht, daß der Rahmen leichter und doch stabiler wird, zumal er jetzt gegossen wird. Ferner können auch Prüfkörper mit längeren Wellen gewuchtet werden. Endlich ist die allseitige Zugänglichkeit des Prüfkörpers vollkommen erreicht. In Abb. 1 ist die neueste Ausführungsform der Bauart BT wiedergegeben. Da hier die statischen Schneiden beträchtlich unterhalb des Gesamtschwerpunktes von Rahmen und Prüfkörper liegen, müssen auch für das statische Wuchten Federn vorgesehen werden, die ein empfindliches und stabiles Schwingen gewährleisten. Diese Federn sind die gleichen wie die für das dynamische Wuchten verwendeten. Je nach der Prüfkörpermasse sind stärkere oder schwächere Federn zu verwenden. Die ausgeführten und gelieferten Maschinen dieser neuesten Bauart haben alle an sie geknüpften Erwartungen voll erfüllt.

Zur schnellen Bestimmung des dynamischen Wuchtfehlers hat das Losenhausenwerk eine neue elektromagnetische Ausgleichvorrichtung ausgearbeitet, welche es ermöglicht, innerhalb weniger Sekunden Ort und Größe des dynamischen Fehlers in einem einzigen Wuchtprozeß zu ermitteln. Der Grundgedanke dieser Vorrichtung, die in Abb. 1 rechts unter dem Schwingrahmen sich befindet, beruht darin, daß elektromagnetische Impulse im Rhythmus mit der Umdrehungszahl des Prüfkörpers und in Abhängigkeit zu seinen Drehwinkeln auf den Rahmen ausgeübt werden. Sind die Größe und die Phase dieser Impulse richtig eingestellt, dann macht der Schwingrahmen keinerlei Schwingungen mehr. Der Prüfkörper wird darauf stillgesetzt, und an der elektromagnetischen Auswuchtvorrichtung können sofort Ort und Größe des Wuchtfehlers abgelesen werden. Auch für das statische Wuchten ist ein gleich schnell arbeitendes, selbsttätiges, rein elektrisches Einstellverfahren für die statischen Ausgleichgewichte ausgearbeitet worden, so daß nunmehr das Auswuchten an einem Prüfkörper in wenigen Sekunden vor sich gehen kann, ohne daß der Wuchter irgendwelche Geschicklichkeit aufzuwenden hat.

Die beiden Vorrichtungen können auch an der im nachstehenden beschriebenen Bauart ET angewendet werden.

Die Bauart ET ist für Prüfkörper von 200 ... 120 000 kg bestimmt. In Abb. 2 ist die Waage in ihren Hauptteilen schematisch dargestellt. *1* ist der Prüfkörper, *2* sind zwei Paar Rollenlager, je an den beiden getrennten Wuchtmaschinenhälften *I* und *II*, auf denen der Prüfkörper aufliegt. Die Rollenlager *2* sind in den auf den Hauptschneiden *4* abgestützten Schneidenträgern gelagert. *4* ruht in seinen Pfannen auf den festen Grundplatten *5*. In *5* sind Schraubengänge und Schneckentriebe gelagert, die mit den Kurbeln *7* betätigt werden und zum Heben und Senken von Stützen dienen, vermittels deren die von ihren Hauptschneiden abgehobenen Schneidenträger *3* auf die Schneiden *4* abgesetzt und auf diesen bequem festgesetzt werden können. *9* sind Tellerfedern, die unter den Schneidenträgern hochgeschraubt werden können, gegen die sie sich dann vermittels kleiner Hilfschneiden legen. Diese Federn *9* werden für den dynamischen Wuchtvorgang benötigt und sind während des statischen Wuchtens heruntergeschraubt. Die beiden Schneidenträger sind nun mit dem einen Ende *3 a* in dem Rahmen *5 a* der Fundamentplatte *5* vermittels der vorgespannten statischen Gegenfeder *10* im Gleich-

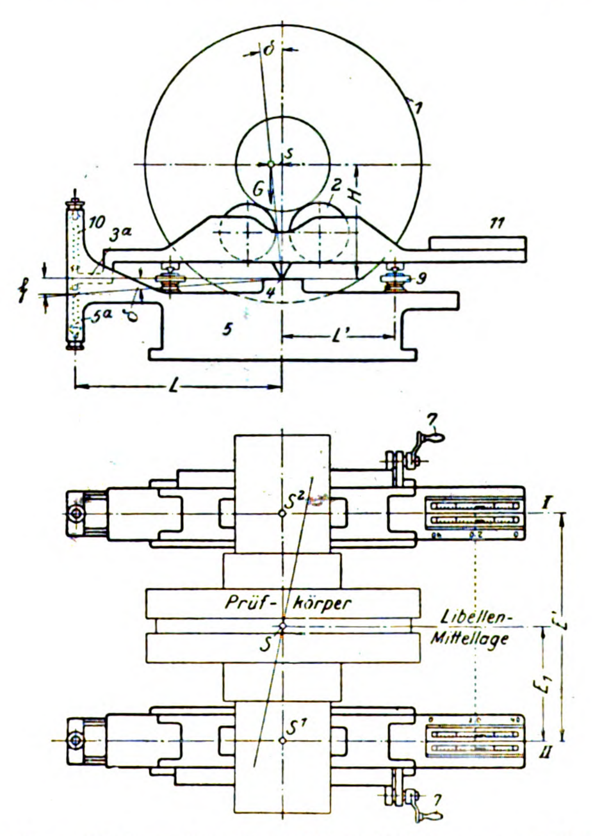


Abb. 2. Wuchtmaschine, Bauart ET, für Prüfkörper von 200 bis 120 000 kg gebaut.

[1] Die Generallizenznehmerin für die Patente der Firma Krupp auf ihre Wuchtmaschinen ist das Losenhausenwerk, Düsseldorf-Grafenberg. Vgl. auch Krupp Monatsh. 1927, Oktober.



gewicht gehalten. Die Gleichgewichtslage wird an den hochempfindlichen Libellen *11* abgelesen. Auf die Schneidenträger können Ausgleichgewichte aufgesetzt werden, um die Libellen *11* zum Einspielen auf 0 zu bringen. Zum Darstellen der dynamischen Schwingungen dienen Meßuhren mit etwa hundertfacher Vergrößerung der Ausschläge. Die Meßuhren sind am Sockel *5* gelagert und werden von einem an den schwingenden Teilen befestigten einstellbaren Anschlag betätigt. Die Grundplatten *5* ruhen auf in der Höhe einstellbaren Böcken, die auf dem Fundament axial verschiebbar angeordnet sind.

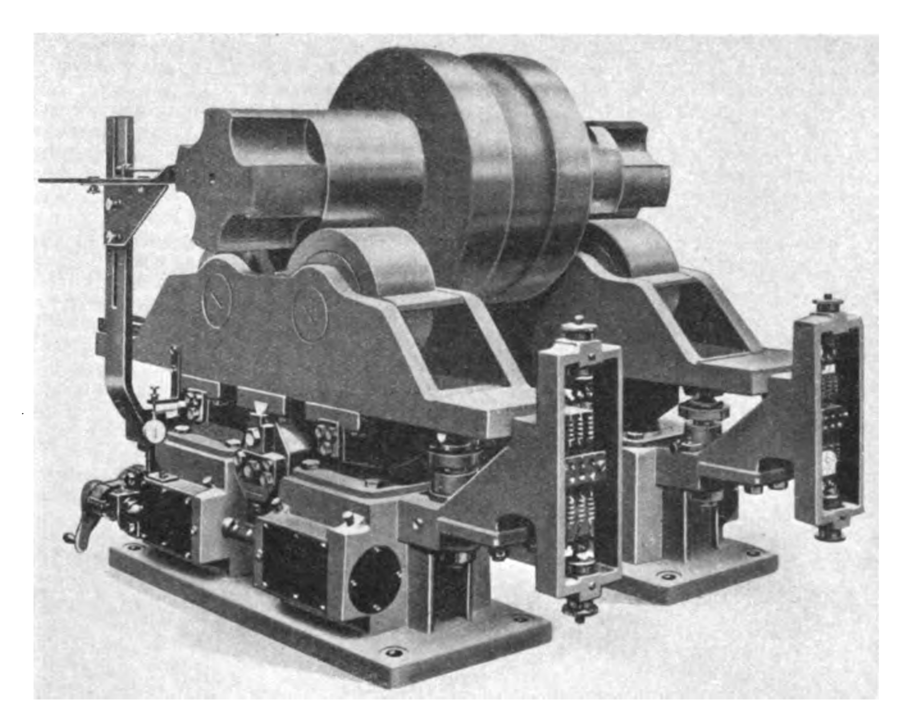


Abb. 3. Wuchtmaschine ET_2 für Prüfkörper von etwa 1000 ... 75000 kg Gewicht.

Abb. 3 u. 4 sind Lichtbilder einer seit 4 Jahren ständig mit bestem Erfolg in Betrieb befindlichen Wuchtmaschine für Prüfkörper von rd. 1000 ... 75000 kg. Der Antriebriemen für das dynamische Wuchten wird von unten auf eine geeignete Stelle des Prüfkörpers aufgelegt. Der Riemen kann zwischen oder außerhalb der Teile *I* und *II* (Abb. 2), in letzterem Falle u. U. auf eine auf die Prüfkörperwelle gekeilte Riemenscheibe gelegt werden. Der Riemen stört den Wuchtvorgang in keiner Weise. Unterhalb des Prüfkörpers liegt das Vorgelege. Der Riemen kann u. U. auch unter Verwendung von Fest- und Losscheibe zum Prüfkörperantrieb dienen. Die Prüfkörperwelle ist zwischen verlorenen Dornen in axialer Richtung festgelegt, ohne daß ihre seitlichen Bewegungen behindert werden

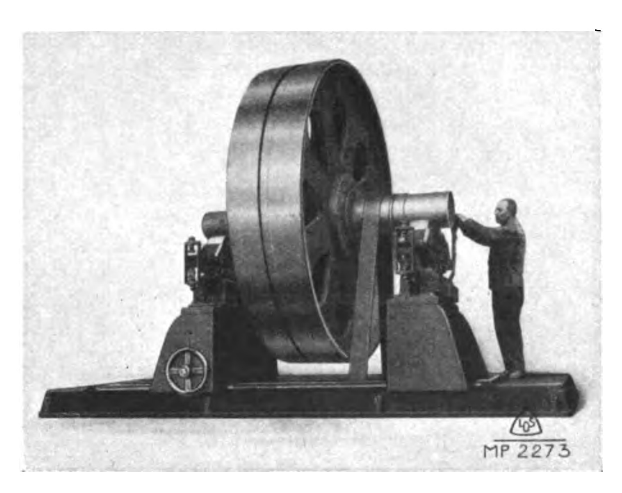


Abb. 4. Wuchtmaschine ET_2, Gesamtanordnung.

Bei der Bauart ET wird zweckmäßig zuerst statisch vor- und dann dynamisch nachgewuchtet. Bei den langsamen Schwingbewegungen des Prüfkörpers während des statischen Wuchtens bleibt die Welle sich selbst parallel. Bei den schnellen Schwingungen des Prüfkörpers während des dynamischen Nachwuchtens macht die Welle Drehschwingungen um Punkt *S*, wie in Abb. 2 angedeutet, so daß die beiden Waagenhälften *I* und *II* um 180° versetzt in der Phase schwingen. Diese Bewegungen können unbehindert ausgeführt werden, da die Laufrollen *2* schwach ballig ausgeführt sind. Die statischen Schwingungen haben etwa eine Dauer von 1 ... 3 s; die Zahl der dynamischen Schwingungen beträgt etwa 150/min bis 300/min. Infolge der doppelten Kontrolle des Prüfkörpers auf statischem und dynamischem Wege gewähren diese Maschinen eine größtmögliche Sicherheit gegen Falsch- und Scheinwuchtungen. Natürlich kann man gelegentlich auch nur statisch wuchten und auf den dynamischen Wuchtvorgang verzichten, wenn die besonderen Verhältnisse dies zweckmäßig erscheinen lassen.

Die Werkstätten der Friedr. Krupp A. G. sind vollständig zu den vorher beschriebenen dynamisch-statischen bzw. zu den rein statischen Wuchtmaschinen übergegangen. Eine große Zahl derartiger Maschinen ist in den vergangenen 6 Jahren in den Kruppschen Betrieben zur vollkommenen Zufriedenheit der Werkstättenleiter in Betrieb gesetzt worden, nachdem teilweise deutsche und ausländische Wuchtmaschinen anderer Systeme erprobt, aber sämtlich wieder verlassen wurden. Auch die im In- und Ausland in großer Zahl belieferten Fabriken erkennen die grundsätzlichen Vorzüge der Kruppschen Wuchtmaschinen voll an.

10 jähriges Bestehen des Institutes für Industrielle Psychotechnik T. H. Berlin.

Am 22. X. 1918 wurde in einer Sitzung der Forschungsgesellschaft für betriebswirtschaftliche Arbeitsverfahren das Institut für Industrielle Psychotechnik an der T. H. Berlin gegründet[1]. Während es 1918 an keiner deutschen Hochschule eine Dozentur für industrielle Psychotechnik gab, wird dies Fach gegenwärtig an fast allen größeren Technischen Hochschulen, an einer Reihe von Universitäten und Handelshochschulen gelehrt, so daß sich der Betriebsingenieur während seines Studiums nach der Seite der Psychotechnik und Arbeitstechnik hin spezialisieren kann. Die Hochschulinstitute stellen sich die Aufgabe, neue Arbeitsgebiete der industriellen Psychotechnik zu erschließen; neben der Forschung sehen sie ihre Aufgabe in der Begutachtung und Lehre. Als Erstaufgabe wurden Lehrlingsprüfungen in der mechanischen Industrie in Angriff genommen, die sich rasch ausgebreitet und eingeführt haben; man kann sagen, daß die Eignungsprüfung zu einem festen Besitz vieler Unternehmungen in Industrie, Handel, Verkehr und Verwaltung geworden ist. Der Schwerpunkt der gegenwärtigen Arbeit des Instituts liegt in der Arbeitstechnik. Während nämlich Physik und Chemie seit Jahrhunderten über wohlbegründete Lehr- und Erfahrungsätze verfügen, ist der Bestand an arbeitstechnischen Grundregeln gegenwärtig noch recht dürftig; zur Erforschung der Arbeitstechnik dient die arbeitstechnische Versuchstelle des Instituts. Eignungsprüfung, Anlernung, Bestgestaltung der Arbeitsverfahren sind seine Hauptaufgaben, sofern Fertigung und Verwaltung in Betracht kommen. Da das Institut auch auf die Bestgestaltung des Verkaufs- und Werbewesens seine Tätigkeit ausgedehnt hat, wurde das frühere Institut für Wirtschaftspsychologie der Handelshochschule Berlin als Abteilung dem Institut für Industrielle Psychotechnik der T. H. Berlin eingegliedert. *Ka.*

[1] Vgl. Moede, Werkstattstechn. 1928, S. 587.

Über die Projektierung von Flutlichtanleuchtungen.

Von Ing. **Ernst Weisse**, Leipzig.

Übersicht. Es werden Anweisungen für die Projektierung von Flutlichtanlagen gegeben sowie die Lichtfelddurchmesser und mittleren Beleuchtungsstärken der Kandem-Anleuchtgeräte in Zahlentafeln zusammengestellt.

Flutlichtanleuchtungen gewinnen mehr und mehr an Interesse. Lichtwochen und Lichtfeste stehen allerwärts bevor und stellen die an solchen Veranstaltungen beteiligten Fachkreise vor die nicht ganz leichte Aufgabe, Anleuchtprojekte auszuarbeiten, um einen Überblick über die erforderliche Zahl und Art der Anleuchtgeräte, über Besteckung, Stromverbrauch, Beleuchtungsstärken usw. zu erhalten.

Bei der Projektierung von Anleuchtungen muß man von den vorhandenen oder anzubringenden Stützpunkten für die Anleuchtgeräte ausgehen. Sind solche in der Nähe der anzuleuchtenden Fläche zu schaffen, also in einem Abstand von vielleicht 6 ... 15, höchstens 20 m, so kommen, wie bereits früher an dieser Stelle ausgeführt wurde[1], Geräte mit Emailreflektor zur Verwendung. Für größere Entfernungen bis etwa 150 m eignen sich ausschließlich Spiegelgeräte. Die nachstehenden Zahlentafeln geben ein ungefähres Bild über die Lichtfeldgrößen bei den verschiedenen Entfernungen und die mittleren Beleuchtungsstärken im Lichtfelde. Zugrunde gelegt sind die Eigenschaften der Kandem-Anleuchtgeräte Nr. 3 em., Nr. 2 spg. und Nr. 3 spg.

Zahlentafel 1:
Lichtfeldgrößen und mittlere Beleuchtungsstärken bei Kandem-Anleuchtern mit Emailreflektor (Nr. 3 em.).

Entfernung	Lichtfeld-Dmr.	Mittl. Beleuchtungstärke im Lichtfeld
m	m	Lux
5	10	4,6
6	12	3,2
7	14	2,3
8	16	1,8
10	20	1,2
12	24	0,8
15	30	0,5
20	40	0,3

Zahlentafel 2:
Lichtfeldgrößen und mittlere Beleuchtungstärke bei Kandem-Spiegelanleuchtern Nr. 2 spg. und Nr. 3 spg.

Entfernung	Lichtfeld-Dmr.	Mittl. Beleuchtungstärke im Lichtfeld
m	m	Lux
20	9	4,4
30	14	2,0
40	18	1,1
50	22	0,7
60	27	0,5
70	31	0,36
80	36	0,28
90	40	0,22
100	45	0,18
120	53	0,12
150	67	0,08

[1] ETZ 1928, S. 325.

Bei Emailgeräten ist das Lichtfeld naturgemäß weniger scharf begrenzt als bei Spiegelgeräten. Die in den Zahlentafeln angegebenen Lichtfelddurchmesser sind mit praktisch gut brauchbarer Gleichmäßigkeit angeleuchtet. Es ist ferner hier vorausgesetzt, daß die angestrahlte Fläche rechtwinklig zur Geräteachse steht. Die angegebenen mittleren Beleuchtungstärken entsprechen einem Lichtstrom der nackten Glühlampe von 1000 Lumen. Je nach der Besteckung und Netzspannung sind diese Werte mit den Umrechnungsfaktoren der Zahlentafel 3 zu multiplizieren.

Zahlentafel 3:
Umrechnungsfaktoren.

Besteckung mit Watt	Umrechnungsfaktoren für	
	110 V	220 V
300	5,6	4,95
500	10,0	9,10
750	15,0	14,50
1000	20,5	19,0
1500	31,5	29,5

Man erhält also beispielsweise mit einem Email-Anleuchtgerät Nr. 3 em., das mit 1000 W bei 220 V besteckt und im Abstande von 20 m von der angeleuchteten Fläche aufgestellt ist, ein Lichtfeld von 40 m Dmr. (Zahlentafel 1) mit einer mittleren Beleuchtungstärke von $0,3 \cdot 19,5 = 5,85$ Lux (Zahlentafel 1 u. 3). Ein Spiegelgerät Nr. 3 spg. würde unter den gleichen Bedingungen ein Lichtfeld von nur rd. 9 m Dmr. allerdings erheblich stärker ausleuchten. Die mittlere Beleuchtungstärke würde betragen $4,4 \cdot 19,5 = 85,80$ Lux.

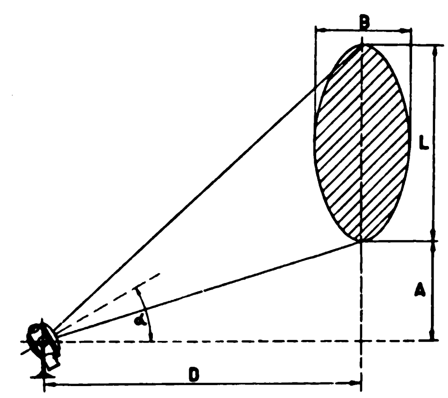


Abb. 1. Lichtfeldlage und -größe bei Anleuchtungen unter verschiedenen Winkeln.

In sehr vielen Fällen kann man es allerdings nicht so einrichten, daß die Geräte annähernd senkrecht auf die Fläche strahlen. Meist wird unter einem bestimmten Einfallwinkel angeleuchtet werden müssen. Für besonders schräge Anleuchtungen sind Emailgeräte nicht gut geeignet. In der Zahlentafel 4 sind daher nur die schon oben erwähnten Kandem-Spiegelgeräte Nr. 3 spg. und Nr. 2 spg. berücksichtigt worden.

Zahlentafel 4: Lichtfeldgröße und mittlere Beleuchtungstärken beim Anleuchten unter verschiedenen Winkeln mit Kandem-Spiegelanleuchter (hierzu Abb. 1).

Entfernung D	∡ a = 30°				∡ a = 45°				∡ a = 60°				∡ a = 70°			
	A	L	B	E_m	A	L	B	E_m	A	L	B	E_m	A	L	B	E_m
10	3,2	6	5,2	10	6,4	9,3	6,6	5,2	11	21	10	1,5	16	60	21	0,34
20	6,3	12	10	2,6	13	19	13	1,3	22	42	21	0,37	31	120	42	0,085
30	9,5	18	16	1,2	19	28	20	0,58	33	62	31	0,17	47	180	63	0,038
40	13	24	21	0,65	26	37	26	0,33	44	83	42	0,093	—	—	—	—
50	16	30	26	0,41	32	47	33	0,21	55	100	52	0,06	—	—	—	—
60	19	36	31	0,29	38	56	40	0,15	65	125	63	0,041	—	—	—	—
70	22	42	36	0,21	45	65	46	0,11	76	146	73	0,03	—	—	—	—
80	25	48	42	0,16	51	75	53	0,08	87	166	84	0,023	—	—	—	—
90	28	54	47	0,13	57	84	59	0,065	98	187	94	0,018	—	—	—	—
100	32	60	52	0,1	64	93	66	0,052	110	208	105	0,015	—	—	—	—
120	38	72	62	0,072	77	112	79	0,036	—	—	—	—	—	—	—	—
150	47	90	78	0,046	96	140	100	0,023	—	—	—	—	—	—	—	—

Die Bedeutung der Bezeichnungen $\sphericalangle\,\alpha$, A, L, B ist aus Abb. 1 zu entnehmen[2]. Mit E_m ist der Wert für die mittlere Beleuchtungstärke im Lichtfelde bezeichnet, der, ebenso wie in Zahlentafel 1 und 2, mit den Umrechnungsfaktoren der Zahlentafel 3 zu multiplizieren ist.

Am besten ist es, wenn man das anzuleuchtende Gebäude in groben Umrissen maßstäblich aufzeichnet und die aus den Tafeln entnommenen Lichtfelddimensionen einträgt. Es muß noch berücksichtigt werden, daß bei Verwendung mehrerer Email-Anleuchtgeräte, die nebeneinander aufgestellt werden, deren Abstand voneinander nicht größer als das 1,5fache des Abstandes von der zu beleuchtenden Fläche sein darf (vgl. Abb. 2), sonst entstehen größere, dem Auge auffallende Ungleichmäßigkeiten. Bei Spiegelanleuchtern hat man nur darauf zu achten, daß die hier schärfer begrenzten Lichtfelder zweier benachbarter Geräte sich etwas überschneiden.

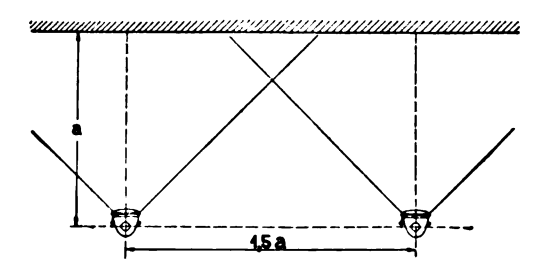


Abb. 2. Relativer Abstand der Anleuchtgeräte.

Über die erforderlichen Beleuchtungstärken lassen sich bestimmte Angaben nicht machen. Diese richten sich nach der Helligkeit der Umgebung, zu der das angeleuchtete Gebäude doch einen Kontrast bilden soll, und ferner nach der Reflexionsfähigkeit der angestrahlten Fläche. In dunkler Umgebung erzielt man bereits bei gut reflektierenden Flächen mit 10 Lux eine recht gute Wirkung. Bei schlecht reflektierenden Wänden genügen oft 100 Lux noch nicht. Zahlentafel 5 gibt eine Übersicht über das Reflexionsvermögen der verschiedenartigen Flächen.

Zahlentafel 5:
Reflexionsvermögen verschiedener Wände.

Art des Mauerwerkes	Reflexionsvermögen
Gelbe Ziegel	35 %
Rote Ziegel	25 %
Schmutzige Ziegel	5 %
Heller Mörtel	40 ... 50 %

Um die gleiche Wirkung zu erzielen, wird man also bei schmutzigen Ziegeln ungefähr 10mal so viel Licht aufwenden müssen wie bei hell verputzten Wänden. Wenn bei höchstzulässiger Besteckung die Beleuchtungstärke im Lichtfeld noch zu gering ist, wird man zwei oder mehrere Anleuchtgeräte auf dasselbe Feld richten und dadurch die Beleuchtungstärke beliebig vervielfachen.

Bei der Projektierung ist vor allem auch auf die Schattenbildung von Gesimsen und sonstigen Vorsprüngen achtzugeben, denn nur in den seltensten Fällen ist die angestrahlte Fläche völlig eben. Bei flachem Lichteinfall entstehende, langgezogene Schlagschatten können den Eindruck unter Umständen ungünstig beeinflussen.

An Hand der hier gemachten kurzen Angaben dürfte es an sich nicht sehr schwierig sein, ein Anleuchtprojekt auszuarbeiten. Es treten jedoch in der Praxis immer noch gewisse Schwierigkeiten auf, die es geraten erscheinen lassen, bei größeren Projekten erfahrene Lichttechniker zu Rate zu ziehen[3].

[2] Die Abb. 1 und 2 wurden von Körting & Mathiesen A. G., Leipzig-Leutzsch, zur Verfügung gestellt

[3] Projekte und Vorschläge werden im allgemeinen von den lichttechnischen Spezialfabriken, z. B. der Körting & Mathiesen A. G., Leipzig-Leutzsch, kostenlos ausgearbeitet.

Die Theorie des Telephonrelais*.

Von Dr.-Ing. **W. Th. Bähler**, s'-Gravenhage, Holland.

(Schluß von S. 1784.)

Mit Hilfe von Gl. (19), welche die Verteilung des Induktionsflusses als Funktion von x gibt, ist es jetzt möglich, den totalen verketteten Kraftstrom zu bestimmen. Dazu wird Gl. (19) mit Einführung von Φ_l folgendermaßen geschrieben:

$$\Phi_x = \Phi_l \left\{ 1 + \frac{\varrho\, q}{R} \, \frac{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R} - \mathfrak{Cof}\, x \sqrt{\Lambda R}}{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R}} \right\}. \quad (26)$$

Der Kraftfluß ist über einen Abstand $\mathrm{d}x$ verkettet mit $\frac{n}{l}\,\mathrm{d}x$ Windungen, unter Annahme gleichmäßiger Verteilung der Windungen. Hieraus folgt für den totalen verketteten Kraftfluß

$$\psi = \int_0^l \Phi_x \frac{n}{l}\,\mathrm{d}x = \Phi_l\, n \left\{ 1 + \frac{\varrho}{l R}(q-1) \right\}. \quad . \quad (27)$$

Diese Formel bringt auf einfache Weise zum Ausdruck, daß für $q = 1$, also ein Relais ohne Streuung ($\Lambda = 0$), der verkettete Kraftfluß ohne weiteres das n-fache Ankerfeld ist. Die Formel sagt uns, daß der Wert von ψ gleich oder größer ist als $\Phi_l n$. Dies erscheint paradox, aber die Sache wird durch die Überlegung klarer, daß Φ_l das Ankerfeld und immer kleiner ist als das maximale Feld bei $x = 0$, so daß die folgende Beziehung bestehen muß:

$$\Phi_0\, n > \psi > \Phi_l\, n \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (28)$$

Wenn man Φ_l durch Φ_0 ausdrückt, erhält man statt Gl. (27)

$$\psi = n\,\Phi_0 \, \frac{1 + \frac{\varrho}{l R}(q-1)}{1 + \frac{\varrho\, q}{l R} \, \frac{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R} - 1}{\mathfrak{Cof}\, l \sqrt{\Lambda R}}} \; . \; . \; . \; . \quad (29)$$

Es ist leicht zu beweisen, daß der Faktor im zweiten Glied stets kleiner als die Einheit ist, womit die Behauptung bewiesen ist.

Wenn der Eisenwiderstand vernachlässigt werden kann, wird

$$\psi = \Phi_l\, n \left(1 + \varrho \frac{l \Lambda}{3} \right) \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (30)$$

$$\psi = 4\pi n^2 I \left(\frac{O}{b - x} + \frac{l \Lambda}{3} \right) . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (31)$$

Es ist jetzt auch leicht, das Kippkriterium für ein Relais mit magnetischer Streuung anzugeben. Laut Gl. (20) ist der Kraftfluß im Luftspalt bei einem Ankerweg x

$$\Phi_l = \frac{4\pi n I}{\frac{b - x}{O}\, q + l R} = \frac{4\pi n I}{\left(b - x + \frac{r_v}{q} \right)} \, \frac{O}{q}, \quad (32)$$

wobei

$$r_v = l R O.$$

Es sei

$$b_\mu = b + \frac{r_v}{q}, \quad O' = \frac{O}{q},$$

dann ist

$$\Phi_l = \frac{4\pi n I O'}{b_\mu - x} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (33)$$

Dieser Ausdruck ist analog Gl. (1) für den Kraftfluß ohne Streuung. Das allgemeine Kippkriterium ist in diesem Fall:

$$\alpha_\mu \gtrless 4 \left(\frac{m}{2m + 1} \right)^3 \left(\beta_\mu - \frac{1}{2 p_2} \right)^3 . \; . \; . \; . \; . \quad (34)$$

Hierin ist

$$\alpha_\mu = \frac{a_\mu}{b_\mu} = \frac{a_\mu\, q}{b\, q + r_v}$$

* Auszug aus der Doktordissertation des Verfassers: De Theorie van het Electro Magnetische Telefoonrelais. T. H. Delft, 1927.

und

$$\beta_\mu = \frac{b_\mu + d}{b_\mu} = \frac{(b+d)\,q + r_y}{b\,q + r_y}.$$

Die Bedeutung von α_μ geht hervor aus $\alpha_\mu = \frac{a_\mu\,q}{b\,q + r_y}$ mit $K_1\,a_\mu = \frac{\Phi_{l\infty}}{8\pi O}$. Damit mehr sprechende Faktoren, wie Spannung, Widerstand und Wicklungszahl, auftreten, benutzen wir

$$\Phi_{l\infty} = \frac{4\pi n I O}{b\,q + r_y} = \frac{4\pi n O E}{(b\,q + r_y)\,r}.$$

Hierin ist E die Klemmenspannung (Volt) und r der Ohmsche Widerstand (Ohm) des Relais. Mit Benutzung praktischer Einheiten wird jetzt

$$\alpha_\mu = \frac{O\,q}{(b\,q + r_y)^3}\;\frac{E^2}{\left(\frac{r}{n}\right)^2}\;\frac{2\pi\,.\,10^{-2}}{K_1\,.\,981}, \quad . \; . \; . \quad (35)$$

wobei K_1 die Anzahl Gramm für 1 cm Biegung des Federpakets bedeutet; Längenmaß in cm.

Gl. (34) gibt die Bedingung für m-fache Kraftsicherheit, während mit Hilfe der Gl. (35) nachzurechnen ist, ob diese Bedingung gegebenenfalls erfüllt werden kann. Die Größen q, O, K_1 und r_y sind gegeben mit dem Typus des Relais, während E, r und b zu ändern sind. Das einfachste ist, den Luftspalt b zu ändern, bis die gewünschte Kraftsicherheit erreicht ist. Der Luftspalt ist aber an einen Mindestwert gebunden in bezug auf Kontaktöffnung und Biegung des Federpakets nach der Kontaktschließung, damit ein guter Druck auf die Kontakte gesichert sei. Ist also dieses Mittel erschöpft, so soll entweder E oder r geändert werden. Änderungen von E kommen praktisch nur in Frage bei einem Serienrelais, wenn E als Klemmenspannung des Relais betrachtet wird. Ist E die Batteriespannung, dann ist für r der totale Widerstand des Stromkreises einzuführen, welcher meist so groß ist, daß eine kleine Widerstandsänderung des Serienrelais ohne Einfluß auf die Stromstärke ist. In solchen Fällen kann die Kraftsicherheit dadurch erhöht werden, daß die Anzahl Windungen vermehrt wird. Weil n quadratisch in Gl. (35) vorkommt, so ist mit einer geringen Änderung schon etwas zu erreichen.

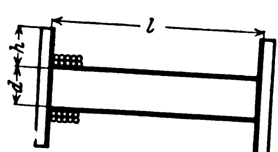


Abb. 8. Zur Berechnung der Wickelformeln.

Die Abhängigkeit des Widerstandes bei gegebenem Wickelraum von der Anzahl der Windungen muß näher untersucht werden. Der Wickelraum sei gegeben durch $h\,l = \Delta$ (in cm²), und d sei der Kerndurchmesser (Abb. 8). Bei einem Drahtdurchmesser von x (in cm) und einem Füllfaktor k_w ist die Anzahl Windungen

$$n = \frac{h\,l}{x^2}\,k_w = \frac{\Delta}{x^2}\,k_w.$$

Der Mittelwert des Radius der Windungen ist $\frac{d}{2} + \frac{h}{2}$, und die totale Länge $n\pi\,(d+h) = n\pi\,(d+h)\cdot 10^{-2}$ Meter. Der Querschnitt des Drahtes ist $\frac{\pi}{4}\,x^2$ oder mit Benutzung von $x^2 = \frac{\Delta}{n}\,k_w$ gleich $\frac{\pi}{4}\,\frac{\Delta}{n}\,k_w$ (in cm²) oder $\frac{\pi}{4}\,\frac{\Delta}{n}\,k_w\,.\,10^2$ (in mm²). Der Widerstand des Relais ist also

$$r = \frac{n^2\,(d+h)}{\Delta\,k_w\,C_u\,.\,2500} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (36)$$

$C_u = 57{,}1$ m/mm², oder

$$r = \frac{\Delta\,(d+h)\,k_w}{x^4\,C_u\,.\,2500} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (37)$$

(d, h und x in cm).

Bei einem Flachankerrelais (flat-Type) ist als Mittelwert des Windungsumfanges mit einer Ellipse zu rechnen. Der Füllfaktor ist empirisch zu bestimmen und außer von Durchmesser und Isolation davon abhängig, ob maschinell oder von Hand gewickelt wird. Aus Gl. (36) folgt

$$n^2 = r\,k_w\,.\,\text{konst.}$$

oder ungefähr

$$n = \sqrt{r}\,C\,.$$

Die Amperewindungszahl eines sog. Speiserelais ist

$$n\,I = n\,\frac{E}{r + r_a} = \frac{\sqrt{r}}{r + r_a}\,C\,E;$$

r_a ist der Außenwiderstand, also Leitungs- und Apparatwiderstand. Der Maximalwert des Ausdrucks bei Variation von r wird erreicht für $r = r_a$, also bei gleichem Relais- und Außenwiderstand. Der Kippkoeffizient ist bestimmt durch

$$\alpha_\mu = \frac{E^2}{(r_a + r)^2}\,r\,k_w\,.\,\text{konst.}$$

Wenn $r_a \gg r$, z. B. bei einem Serienrelais, ist der Kippkoeffizient proportional dem Relaiswiderstand.

Der Ausdruck für α_μ läßt sich auch in folgender Form schreiben:

$$\alpha_\mu = \left(\frac{E}{n}\right)^2 \frac{q}{(b\,q + r_y)^3\,K_1}\;\frac{\Delta^2\,k_w^2\,O}{(d+h)^2}\,.\,1{,}3\,.\,10^6.$$

Hieraus folgt, daß α_μ quadratisch mit der Spannung einer Windung zunimmt. Der Selbstinduktionskoeffizient des Relais ist bestimmt durch die Formel $L\,I = \psi$, der verkettete Kraftfluß ist schon bekannt aus Gl. (31), also

$$L = \frac{4\pi n^2}{\varrho\,q + l\,R}\left\{1 + \frac{\varrho}{l\,R}\,(q-1)\right\}$$

oder mit Einführung des Wertes von $n = \frac{\Delta\,k_w}{x^2}$ und in Henry:

$$L = \frac{4\pi\,\Delta^2\,k_w^2}{x^4\,(\varrho\,q + l\,R)}\left\{1 + \frac{\varrho}{l\,R}\,(q-1)\right\}.$$

Da der Widerstand auch umgekehrt proportional der vierten Potenz des Drahtdurchmessers ist, ist also die Zeitkonstante T bei gleichem Wickelraum unabhängig von dem Drahtdurchmesser, abgesehen von der Änderung k_w:

$$\frac{1}{T} = \frac{(d+h)\left(b\,q + \frac{l\,O}{\mu\,O_1}\right)}{1{,}8\,\Delta\,k_w\,O\left\{1 + \frac{b\,O_1\,\mu}{l\,O}\,(q-1)\right\}}\,.\,10^3. \quad . \quad (38)$$

Hierin ist O der Durchmesser des Luftspaltes und O_1 der Durchmesser des Kernes. Das Ergebnis, daß die Zeitkonstante praktisch unabhängig ist von der Art der Bewicklung, ist überaus wichtig. Die Zeitkonstante beim Anfangsluftspalt spielt vornehmlich eine Rolle bei den Einschalterscheinungen, sowohl bei einem Relais mit als auch bei einem solchen ohne Vorspannung. Die Einschalterscheinung und die Ankerbewegung werden charakterisiert durch die Zeitkonstante am Anfang. Die Zeitkonstante erscheint jetzt als eine Größe, welche durch den Relaistyp bestimmt ist, und man ist daher berechtigt, von einem schnellen oder langsamen Relaistyp zu sprechen, ohne angeben zu müssen, bei welchem Widerstand und Selbstinduktionskoeffizienten dies der Fall ist. Es ist klar, daß die Wirbelströme hier eine störende Rolle spielen können. Es ist daher wünschenswert, dies qualitativ näher zu untersuchen.

Wirbelströme beim Einschalten eines Relais mit Federvorspannung.

Als Beispiel werde dazu das Einschalten eines Flachankerrelais (flat-type) untersucht, wobei die folgenden vereinfachenden Annahmen gemacht werden. Die Permeabilität bleibt konstant. Die Streuung wird vernachlässigt und ebenso die Randerscheinungen am Anfang und Ende des Kerns. Schließlich wird angenommen, daß die Länge des Kerns groß ist im Verhältnis zu seiner Dicke, so daß die Wirbelströme praktisch parallel verlaufen. Aus Abb. 9 erhellt, daß z die Längsrichtung des Kernes ist. Die Feldgleichungen beschränken sich dann auf:

$$\left.\begin{aligned} -\frac{\partial \mathfrak{H}_z}{\partial x} &= 4\pi\lambda\,\mathfrak{E}_y \\ \frac{\partial \mathfrak{E}_y}{\partial x} &= -\mu\,\frac{\partial \mathfrak{H}_z}{\partial t} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (39)$$

oder

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{H}}{\partial x^2} = 4\pi\lambda\mu\,\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial t}\,. \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (40)$$

Eine erzwungene Schwingung vom Typus e^{pt} ergibt

$$\frac{d^2 \mathfrak{H}}{d\,x^2} = 4\pi\lambda\mu\,p\,\mathfrak{H}\,. \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (41)$$

oder mit

$$4\pi\lambda\mu\,p = -k^2$$

$$\frac{d^2 \mathfrak{H}}{d\,x^2} + k^2\,\mathfrak{H} = 0. \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (42)$$

Für den Strom in der Wicklung I und das Ankerfeld Φ erhält man mit Anwendung des Theorems von Heaviside eine Reihenentwicklung für J bzw. Φ. Aus einer einfachen Überlegung folgt, daß nach wenigen Millisekunden nur das erste Glied der Reihe für J bzw. Φ noch eine Rolle spielt. Betrachtet man also nicht die Einschalterscheinung im Anfang, sondern im Zeitpunkt, wo der Kraftfluß genügend angewachsen ist, um den Ruhefederdruck zu überwinden, dann vereinfachen sich die gewonnenen Entwicklungen für J und Φ auf

$$J = J_0 \left[1 - \frac{2 \cos y_1 \, e^{p_1 t}}{y_1 \left\{(1+C) \sin y_1 + C\, y \cos y_1\right\}}\right] \quad . \quad (43)$$

$$\Phi = \Phi_0 \left[1 - \frac{2 \sin y_1 \, e^{p_1 t}}{y_1^2 \left\{(1+C) \sin y_1 + C\, y_1 \cos y_1\right\}}\right]. \quad (44)$$

y_1 ist die erste Wurzel der transzendenten Gleichung

$$\operatorname{ctg} y = C\, y.$$

$$C = \frac{n^2 . 4\, d_3}{\lambda\, r\, l_1\, d_4} \qquad l_1 = l + \mu\, b. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (45)$$

$$\left.\begin{aligned} p &= -\frac{y^2}{4\pi\lambda\mu\, d_4^2} = -\frac{r}{\dfrac{4\pi n^2 . 4\, d_3\, d_4\, \mu}{l_1}} \cdot \frac{4\, d_3\, d_4\, n^2\, y^2}{\lambda\, r\, l_1\, d_4^2} \\ &= -\frac{r}{\dfrac{4\pi n^2 O}{\dfrac{l}{\mu} + b}}\, C\, y^2 = -\frac{r}{L}\, C\, y^2 = -\frac{1}{T}\, \frac{y}{\operatorname{tg} y} \end{aligned}\right\} . \quad (46)$$

T ist die Zeitkonstante des Relais, ohne die Wirbelströme in Betracht zu ziehen.

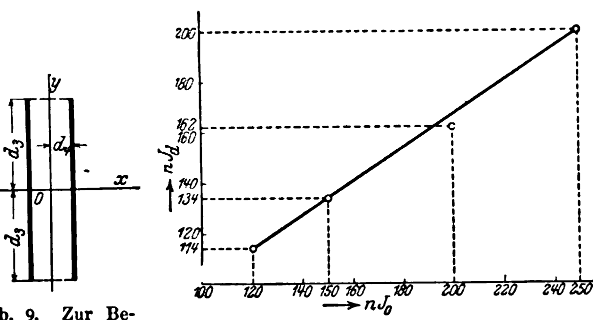


Abb. 9. Zur Berechnung der Wirbelströme.

Abb. 10. Statische und dynamische Amperewindungen.

Statische und dynamische Amperewindungen.

Der Anker eines Relais mit Federvorspannung wird seine Ruhestellung verlassen können, sobald die magnetische Zugkraft größer wird als die mechanische Kraft. Statisch sind diese Amperewindungen mit Hilfe eines Widerstandes zu bestimmen, den man so lange ändert, bis das Gleichgewicht erreicht ist. Wird das Relais eingeschaltet, so ist die Anzahl der aus dem Oszillogramm zu bestimmenden dynamischen Amperewindungen viel größer als die Zahl der statischen Amperewindungen. Diese Erscheinung läßt sich mit Hilfe der Wirbelströme erklären. Chechelovsky[4] hat den Wert der dynamischen Amperewindungen aus einer großen Menge von Oszillogrammen bestimmt, ohne auf den Zusammenhang zwischen dynamischen Amperewindungen und Endstrom näher einzugehen.

Es ist klar, daß die Wirbelstromerscheinung um so stärker auftritt und eine um so mehr verzögernde Wirkung auf das Anwachsen des Ankerfeldes ausübt, je stärker der Endstrom ist. Sei Φ_1 das Ankerfeld, wobei die Vorspannung überwunden ist, und J_s die dazu gehörige Stromstärke, dann ist

$$\Phi_1 = \frac{4\pi n J_s}{\left(\dfrac{b}{O} + \dfrac{l}{O_1 \mu}\right)} = C_r\, n\, J_s .$$

Die Streuung wird, wie beim Wirbelstromproblem, außer Betracht gelassen. Die Endwerte seien J_0 und Φ_0, so daß

$$\Phi_0 = C_r\, n\, J_0,$$

wobei angenommen wird, daß der Anker sich nicht bewegen kann, damit C_r unveränderlich bleibt. Die Einschalterscheinung wird in den Gl. (43) und (44) beschrieben. Nach einer Zeit t wird das Ankerfeld den Wert Φ_1 erreicht haben bei einer Stromstärke J_d (dynamisch). Es ist jetzt möglich, die Zeit zu eliminieren,

$$\frac{J_0 - J_d}{J_0} = \frac{\Phi_0 - \Phi_1}{\Phi_0}\, \frac{y_1}{\operatorname{tg} y_1} = \frac{\Phi_0 - \Phi_1}{\Phi_0}\, C\, y_1^2,$$

und mit Hilfe von

$$\Phi_0 = C_r\, n\, J_0, \qquad \Phi_1 = C_r\, n\, J_s$$

erhält man

$$n\, J_0 - n\, J_d = (n\, J_0 - n\, J_s)\, \frac{y_1}{\operatorname{tg} y_1} . \quad . \quad . \quad . \quad (47)$$

Da $\operatorname{tg} y_1$ größer ist als y_1, sind die dynamischen Amperewindungen immer größer als die statischen Amperewindungen.

Die Funktion

$$n\, J_d = n\, J_0 (1 - C\, y_1^2) + n\, J_s,$$

welche die Abhängigkeit der dynamischen Amperewindungen von den End-Amperewindungen ergibt, ist eine lineare. Abb. 10 gibt einige von Chechelovsky gemessene Werte. Die Übereinstimmung mit der Theorie ist befriedigend.

Beispiel. Ein Zahlenbeispiel gibt für ein Flachankerrelais

r Ohm	n	C $\mu = 500$	$C\, y_1^2$ $\mu = 500$	C $\mu = 1000$	$C\, y_1^2$ $\mu = 1000$
700	9400	0,81	0,694	0,506	0,58
800	6100	0,795	0,70	0,497	0,572
520	6100	0,457	0,55	0,286	0,434
500	4200	0,225	0,36	0,141	0,27

Abb. 10 gibt

$$C\, y^2 = 0{,}5.$$

Einschalterscheinungen mit Ankerbewegung.

Der grundsätzliche Unterschied zwischen dem Einschalten eines Stromkreises mit konstanter Selbstinduktion und einem Relais ist die Ankerbewegung. Das Ganze wird eine Verknüpfung von elektromagnetischen und mechanischen Erscheinungen. Zur Vereinfachung wird vorläufig angenommen, daß die Permeabilität konstant ist, keine Streuung auftritt und Wirbelströme in Kern und Joch vernachlässigt werden können. Die Differentialgleichungen sind:

$$E = r\, J + n\, \frac{d\Phi}{dt} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (48)$$

$$\Phi = \frac{4\pi n J O}{b + r_v - x} = \frac{4\pi n J O}{b_1 - x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (49)$$

$$M \frac{d^2 x}{d t^2} + F \frac{dx}{dt} + K_1 x = \frac{\Phi^2}{8\pi O}.$$

Die letzte Gleichung läßt sich auch schreiben:

$$\frac{d^2 x}{d t^2} + f \frac{dx}{dt} + k\, x = \frac{\Phi^2}{C} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (50)$$

mit

$$f = \frac{F}{M}, \qquad k = \frac{K_1}{M}, \qquad C = 8\pi O M.$$

Die Lösung dieser nicht linearen simultanen Differentialgleichungen ist, soweit ich sehen kann, nicht in geschlossener Form möglich. Eine näherungsweise Lösung bekommt man durch folgende Überlegung. Die Lösung von Gl. (50) ist für eine willkürliche, aber bestimmte Funktion $\Phi(t)$ mit Hilfe des Heavisideschen Theorems gegeben durch

$$x = \int_0^t e^{-\frac{f}{2}(t-z)}\, \frac{\sin r\,(t-z)\, \Phi^2(z)\, dz}{r\, C} \quad . \quad . \quad . \quad (51)$$

Hierin ist $r = \sqrt{k - \frac{f^2}{4}}$ und reell. Durch teilweise Integration findet man eine Reihe für x. Die Eigenschwingungen des Systems verlaufen aber so langsam und sind so stark gedämpft, daß sie, ohne einen großen Fehler zu begehen, außer Betracht gelassen werden können. Weiter ist die Annahme berechtigt, daß die beiden ersten Glieder der Reihe für x eine genügende Annäherung geben. Das Gleichungsystem (48) und (49) sowie

$$x = \frac{\Phi^2}{C\, k} - \frac{f}{C\, k^2}\, \frac{d\Phi^2}{dt} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (52)$$

ist lösbar.

[4] C. Chechelovsky, Etude sur le temps de fonctionnement et de relâchement des relais téléphoniques. Bull. de l'Assoc. des Ing. El. sortis de l'Inst. El. de Montefiore Bd. 3, 1926.

Die Elimination von J gibt

$$E = \frac{r\,\Phi\,(b_1 - x)}{4\pi n O} + n\,\frac{\mathrm{d}\,\Phi}{\mathrm{d}\,t}. \quad \ldots\ldots (53)$$

Die Zeitkonstante des Relais in Ruhestellung ist

$$\frac{r}{\frac{4\pi n^2 O}{b_1}} = \frac{r}{L} = \frac{1}{T}.$$

Weiter ist

$$J L = n\,\Phi_\infty$$

und

$$\frac{E}{n} = \frac{r\,J}{n} = \Phi_\infty\,\frac{r}{L} = \frac{\Phi_\infty}{T}.$$

Schließlich wird durch Einführung der neuen Variablen

$$\tau = \frac{t}{T} \text{ und } \varphi_f = \frac{\Phi}{\Phi_\infty}$$

die Gl. (53) transformiert in

$$\frac{\mathrm{d}\,\varphi_f}{\mathrm{d}\,\tau} = 1 - \varphi_f\left(1 - \frac{x}{b_1}\right). \quad \ldots\ldots (54)$$

Aus Gl. (52) folgt

$$\frac{x}{b_1} = \frac{\Phi^2}{C\,k\,b_1} - \frac{f}{C\,k^2\,b_1}\,\frac{\mathrm{d}\,\Phi^2}{\mathrm{d}\,t}.$$

Es sei

$$k\,a = \frac{\Phi^2_\infty}{C}$$

und wie früher der Kippkoeffizient $\alpha = \frac{a}{b_1}$; dann wird

$$\frac{x}{b_1} = \alpha\,\varphi_f^2 - \frac{2\,\alpha\,f}{k\,T}\,\varphi_f\,\frac{\mathrm{d}\,\varphi_f}{\mathrm{d}\,\tau}. \quad \ldots\ldots (55)$$

Durch Substitution in Gl. (54) und Trennung der Variabeln erhält man

$$\frac{\mathrm{d}\,\varphi_f\left(\frac{1}{\alpha} + \frac{2f}{k\,T}\,\varphi_f^2\right)}{\varphi_f^3 - \frac{\varphi_f}{\alpha} + \frac{1}{\alpha}} = \mathrm{d}\,\tau. \quad \ldots\ldots (56)$$

Zur Partialbruchzerlegung müssen die Wurzeln bestimmt werden von

$$\varphi_f^3 - \frac{\varphi_f}{\alpha} + \frac{1}{\alpha} = 0.$$

Für die Art der Lösung ist die Bestimmung maßgebend

$$\left(\frac{1}{3\,\alpha}\right)^3 \lesseqgtr \left(\frac{1}{2\,\alpha}\right)^2 \text{ oder } \alpha \lesseqgtr \frac{4}{27}.$$

Dies ist gerade das bereits früher abgeleitete Kippkriterium für das Relais ohne Streuung. Der labile Fall ist für das Relais am wichtigsten und gibt eine reelle und zwei komplexe Wurzeln. Mit $\mathfrak{Cof}\,3\,\Theta = \frac{3}{2}\sqrt{3\,\alpha}$ ist

$$\varphi_1 = -\frac{2}{\sqrt{3\,\alpha}}\,\mathfrak{Cof}\,\Theta$$

$$\varphi_2 = \frac{\mathfrak{Cof}\,\Theta}{\sqrt{3\,\alpha}} + i\,\frac{\mathfrak{Sin}\,\Theta}{\sqrt{\alpha}}$$

$$\varphi_3 = \frac{\mathfrak{Cof}\,\Theta}{\sqrt{3\,\alpha}} - i\,\frac{\mathfrak{Sin}\,\Theta}{\sqrt{\alpha}}.$$

Die Lösung der Differentialgleichung ist, mit dem Anfangswert $\tau = 0$, $\varphi_f = 0$,

$$A_1 \ln\left(1 + \varphi_f\,\frac{\sqrt{3\,\alpha}}{2\,\mathfrak{Cof}\,\Theta}\right) + \frac{B_1}{2}\ln\left\{\frac{\varphi_f^2 - 2\,\varphi_f\,\frac{\mathfrak{Cof}\,\Theta}{\sqrt{3\,\alpha}} + \frac{1 + 4\,\mathfrak{Sin}^2\,\Theta}{3\,\alpha}}{\frac{1 + 4\,\mathfrak{Sin}^2\,\Theta}{3\,\alpha}}\right\}$$

$$+ \left\{C_1 + B_1\,\frac{\mathfrak{Cof}\,\Theta}{\sqrt{\alpha}}\right\}\frac{\sqrt{\alpha}}{\mathfrak{Sin}\,\Theta}\left\{\operatorname{arc\,tg}\frac{-\frac{\mathfrak{Cof}\,\Theta}{\sqrt{3\,\alpha}} + \varphi_f}{\frac{\mathfrak{Sin}\,\Theta}{\sqrt{\alpha}}} + \operatorname{arc\,tg}\frac{\mathfrak{Cof}\,\Theta}{\mathfrak{Sin}\,\Theta\,\sqrt{3}}\right\} = \tau_f. \quad (57)$$

$$A_1 = \frac{1}{4\,\mathfrak{Cof}^2\,\Theta - 1}\left\{1 + \frac{2f}{3\,k\,T}\,4\,\mathfrak{Cof}^2\,\Theta\right\}$$

$$B_1 = -\frac{1}{4\,\mathfrak{Cof}^2\,\Theta - 1}\left\{1 - \frac{2f}{3\,k\,T}\,(8\,\mathfrak{Cof}^2\,\Theta - 3)\right\}$$

$$C_1 = \frac{4\,\mathfrak{Cof}\,\Theta}{(4\,\mathfrak{Cof}^2\,\Theta - 1)\sqrt{3\,\alpha}}\left\{1 - \frac{f}{3\,k\,T}\,(4\,\mathfrak{Cof}^2\,\Theta - 3)\right\}.$$

In Abb. 11 sind die Kurven $\varphi = f(\tau)$ für den Fall gezeichnet, daß sich der Anker mit (IV, φ_f) und ohne Reibung (I, φ) bewegen kann.

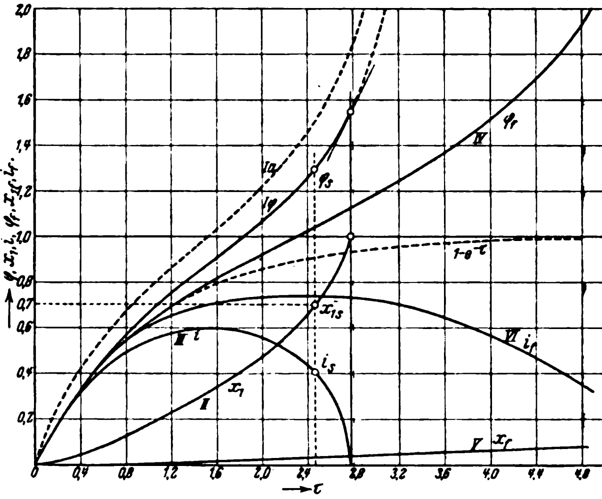


Abb. 11. Ankerbewegung mit und ohne Reibung.

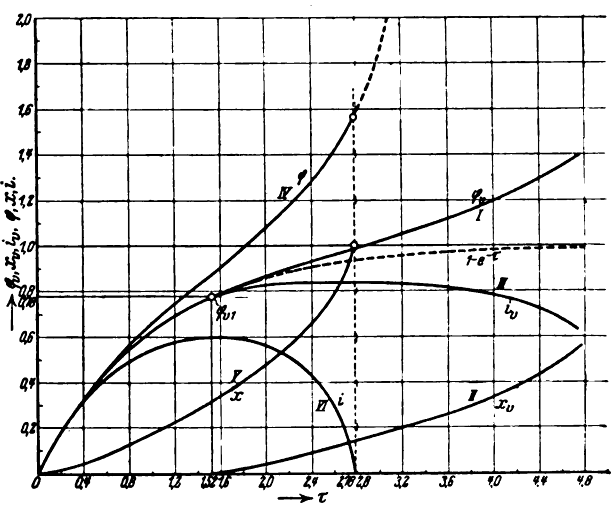


Abb. 12. Ankerbewegung mit und ohne Vorspannung.

Der zurückgelegte Ankerweg läßt sich bestimmen durch Elimination von $\frac{\mathrm{d}\,\varphi_f}{\mathrm{d}\,\tau}$ aus den Gl. (55) und (56):

$$x_1 = \frac{\alpha\,\varphi_f^2 - \frac{2\,f\,\alpha}{k\,T}\,\varphi_f\,(1 - \varphi_f)}{1 + \frac{2\,f\,\alpha}{k\,T}\,\varphi_f^2}.$$

Das Ankerfeld ist bestimmt durch

$$\Phi = \frac{4\pi n J O}{b_1 - x} = \frac{4\pi n J O}{b_1(1 - x_1)} = \frac{\Phi_\infty}{1 - x_1}\,\frac{J}{J_0},$$

so daß

$$\frac{\Phi}{\Phi_\infty} = \varphi_f = \frac{i}{1 - x_1}.$$

Φ_∞ ist das Ankerfeld, das nach unendlich langer Zeit entsteht mit konstantem magnetischen Widerstand $\frac{b_1}{O}$. J_0 ist der Endstrom und J der momentane Strom. Nach Substitution des Wertes von x_1 folgt

$$i_f = \frac{\varphi_f\,(1 - \alpha\,\varphi_f^2) + \frac{2\,f\,\alpha}{k\,T}\,\varphi_f^2}{1 + \frac{2\,f\,\alpha}{k\,T}\,\varphi_f^2}. \quad \ldots\ldots (58)$$

Diese Formel lehrt, daß i mit φ_f zunimmt, solange φ_f klein ist. Wenn φ_f größer wird, nimmt der Wert von i ab und wird Null für

$$\varphi_{f_{\max}} = \frac{f}{k\,T} + \sqrt{\frac{f^2}{k^2\,T^2} + \frac{1}{\alpha}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (59)$$

Dieser Wert von φ_f fällt zusammen mit dem Wert $x_1 = 1$. Der Maximalwert von i wird erreicht für

$$\frac{d\,i}{d\,\varphi} = 0$$

dabei ist

$$\varphi_f = \frac{2f}{3\,k\,T} + \sqrt{\frac{4\,f^2}{9\,k^2\,T^2} + \frac{1}{3\,\alpha}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (60)$$

Die Tatsache, daß i wächst und nachher wieder abnimmt, erklärt sich daraus, daß die Ankerbewegung stets schneller wird und eine Gegen-EMK hervorruft, welche den Stromwert herabdrückt, bis $i = 0$ wird. In diesem Zeitpunkt ist $x_1 = 1$, also der magnetische Widerstand gleich Null. Trotzdem ist das Ankerfeld nicht unendlich groß, was der Fall wäre, wenn es keine Ankerbewegung gäbe.

Der Einfluß der Reibung geht aus Gl. (59) hervor. Je größer f ist, um so größer wird auch der Maximalwert von φ_f. Für größere Werte von φ_f und $x_1 > 1$ würde der magnetische Widerstand negativ werden, so daß die Formeln keine physikalische Deutung mehr haben würden. Der Verlauf von i als Zeitfunktion, wie er aus den Formeln und der Kurve hervorgeht, wird durch Oszillogramme qualitativ bestätigt. Praktisch kann der Stromwert nicht Null werden, weil vorher schon der Ankeranschlag stattgefunden hat. Der Einfluß der Reibung geht deutlich aus den Kurven hervor, u. zw. als eine Milderung der Einschalterscheinungen.

Einschalten eines Relais mit Vorspannung.

Wenn ein Relais mit Vorspannung eingeschaltet wird, werden bei Vernachlässigung von Streuung und Wirbelströmen Strom und Ankerfeld im Sinne der Formel von v. Helmholtz wachsen, bis ein Wert für das Ankerfeld erreicht ist, bei dem die magnetische Kraft im Gleichgewicht mit der Vorspannung ist. Die dann eingetretene neue Phase ist am leichtesten rechnerisch zu verfolgen, wenn der Einfluß von Reibung und Masse außer Betracht gelassen wird; gleichzeitig wird auch der Vergleich mit den Kurven in Abb. 12 für $f = 0$ (*IV, V, VI*) leichter.

Einschalten eines Relais mit magnetischer Streuung.

Der Einfluß der Streuung läßt sich auch rechnerisch leicht verfolgen. Die Ankerbewegung erfährt nach dem Einschalten eine Verzögerung, weil ein Teil der magnetischen Energie im Streufeld aufgespeichert wird. Der Einfluß ist verhältnismäßig am größten, wenn der Strom maximal ist. Da aber durch Verminderung des Luftspaltes der magnetische Widerstand des Ankerfeldes abnimmt, entladet das Streufeld seine Energie, und die Bewegung geht jetzt schneller vor sich, als dies ohne Streuung der Fall sein würde. Der Endwert des Ankerfeldes wird in beiden Fällen in der gleichen Zeit erreicht.

Für den theoretischen Fall $x_1 = 1$ ist die Streuung ganz aufgehoben, weil dann der magnetische Widerstand des Ankerfeldes gleich Null ist.

Die Physikertagung im Rahmen der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg 1928*.

Die Eingliederung der Physikertagung in den Rahmen der Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte bedingt, daß am Anfang der Woche die Tage für zusammenfassende Vorträge allgemein interessierenden Inhalts freigehalten werden müssen, während sich die Fachvorträge, 74 an der Zahl, auf 6 Halbtage verteilen müssen. Dabei ergab es sich dann, daß 3 Halbtage doppelt besetzt waren. Dies ist natürlich ein Übelstand. Man sollte diese Naturforscherversammlungen dazu benutzen, durch zusammenfassende Berichte Überblicke über die Gegenstände der einzelnen Teildisziplinen und so allgemein auch Fernstehenden Einblick in die neuzeitlichen Probleme, Fragen und Resultate zu geben. Wenn sich hieran dann noch einzelne, weitergehende Fachvorträge von 15 min Dauer anschließen lassen, werden diese auf längere Einleitungen verzichten können und das Bild vom Stande der Forschung runden helfen. Die Fachvorträge in unbeschränkter Zahl müßten allein den Physikertagungen vorbehalten bleiben, obwohl auch hier eine Einordnung in bestimmte große Gesichtspunkte wünschenswert, wenn nicht notwendig ist.

Hamburg mit seinen weitreichenden Beziehungen über See, mit der dadurch bedingten Ausgestaltung des Stadtbildes und der inneren Einstellung seiner Bewohner ist immer anregend und interessant und hat sicher alle für die Schwierigkeiten entschädigt, welche sich einem persönlichen Konnex zwischen den Fachgenossen in einer Großstadt immer entgegenstellen.

Bei der Fülle der Vorträge kann hier nur auf solche eingegangen werden, die zu der Elektrotechnik in Beziehung stehen.

In der Sitzung am 17. IX. nachm.: Schwachstrom- und Starkstromtechnik, berichtete als erster:

A. Meißner, Berlin, über Erzeugung und Untersuchung nichtkristalliner piezoelektrischer Stoffe. Die piezoelektrischen Stoffe spielen in der drahtlosen Telegraphie eine große Rolle. Die nichtkristallinen werden dadurch gewonnen, daß man den betr. Stoff, z. B. gewöhnliche Quarzkristalle, pulverisiert und während der Einwirkung eines starken elektrischen Feldes in ein Bindemittel, z. B. Kolophonium, Pech usw., einbettet. Diese künstlichen Platten zeigen einen starken pyroelektrischen Effekt. Es soll auch ein entsprechender piezoelektrischer bestehen, der z. B. für Quarz etwa 50 ... 70 mal so groß sei als bei guten Naturplatten. Leider besitzen sie noch nicht dieselbe geringe Dämpfung wie die Naturplatten.

R. Holm, Berlin-Siemensstadt, Über Kontaktwiderstände. In Übereinstimmung der Hypothese mit dem Experiment ist die Leitung zwischen technisch reinen Metallstücken im wesentlichen metallisch. Es ergibt sich eine eindeutige Zuordnung der Temperatur im Kontakt zur Kontaktspannung. Die Rekristallisations- und Schmelztemperaturen machen sich in der Spannung-Widerstands-Charakteristik bemerkbar. Die Druckabhängigkeit ist ferner bei Platten nicht von der scheinbaren Berührungsfläche sondern nur vom absoluten Druck abhängig.

H. Doßmann, Berlin-Siemensstadt, Über einen neuen Kohlewiderstand. Dieser wird durch Niederschlag von Glanzkohle auf einen Isolierkörper bei 900 ... 1000° im Kohlenwasserstoffstrom gewonnen. Je nach der Dicke und Länge der Schicht lassen sich Widerstandswerte von 10 ... $10^7\,\Omega$ erreichen. Die Widerstände zeichnen sich durch große Konstanz und hohe Belastbarkeit aus. Letztere kann ohne Schaden bis auf den 400fachen Wert der normalen Last vom 0,5 W/cm² erhöht werden. Die Widerstände sind für Gleich- und Wechselstrom-Meßanordnungen, Verstärkerschaltungen usw. anwendbar.

D. Thierbach, Berlin-Siemensstadt, Ein Gerät zur Messung von Maximalspannungen in Fernsprechübertragungssystemen. Es ist im wesentlichen eine Audionschaltung, welche die Spannungsspitzen der Gitterspannung anzeigt. Die Apparatur hat eine geringe Einschwingzeit von 10 ... 30 ms. Der Meßbereich liegt zwischen 1 ... 6 mW. Das Gerät dient zur Überwachung der Leistungen in Ortsnetzen, langen Fernkabeln und Radiosendern.

H. Starke, Aachen, Demonstration statischer Hochspannungsvoltmeter. Das elektrische Feld zwischen zwei Hochspannungselektroden dreht einen kleinen Flügel, der normal in einer Elektrodenebene liegt und das Feld so wenig verzerrt, daß man das Gerät nur im untersten Meßbereich mit wenigen Kilovolt zu eichen braucht und dann ohne weiteres bis 200 kV extrapolieren kann. Der Winkel der Flügeldrehung ist dem Quadrat der Feldstärke proportional und wird mit Lichtzeiger beobachtet. Ein Voltmeter bis 500 kV ist im Bau und wiegt etwa 150 kg.

R. Vieweg, Berlin-Charlottenburg, Ein Meßkondensator für Höchstspannungen (nach Versuchen gemeinsam mit H. Schering, Hannover). Bei den bekannten Hochspannungskondensatoren treten Verluste hauptsächlich in dem Durchführungsisolator auf. Diese werden dadurch vermieden, daß die Kondensator-

* Der Bericht über die vorjährige Tagung in Kissingen erschien in der ETZ 1927, S. 1659.



rohre in ein Preßspanrohr eingebaut werden, welches Preßgas bis 10 at mit Sicherheit verträgt. Die innere Niederspannungselektrode ist zur Erzielung definierter Kapazität besonders gestaltet und abgeschirmt. Ein Kondensator von einer Kapazität von 40 cm, verlustfrei benutzbar bis zu Spannungen von 400 kV, ist etwa 2,5 m hoch und wiegt 250 kg.

J. Brentano, München, Der Gebrauch von Verstärkerröhren zur Messung kleiner Energiebeträge. Eine Brückenschaltung mit zwei Doppelgitterröhren soll möglichst unempfindlich gegen äußere elektromagnetische Störungen sein und möglichst geringe Energiebeträge anzeigen. Die Bedingungen wurden diskutiert. Mit der Anordnung ließen sich Spannungen von $2 \cdot 10^{-5}$ V und Energien von $8 \cdot 10^{-12}$ erg anzeigen.

C. Müller, Charlottenburg, Registrierendes Präzisionsgerät für sehr schwache Ströme (Lichtintensitäten, Ionisationsvorgänge usw.). Der ziemlich komplizierte Apparat erlaubt Messungen von Strömen von 10^{-11} A alle 10 ... 15 s mit einer Genauigkeit von 1 %.

F. W. Meyer, Braunschweig, Einfluß von Selbstinduktion, Kapazität, Massenträgheit und Elastizität bei durch die Mittel der technischen Elektronik gesteuerten elektrischen Maschinen und Kraftübertragungssystemen. Die theoretische Untersuchung der Schwingungsgleichung eines Regelvorganges zeigt den Einfluß und die gegenseitige Abhängigkeit der oben genannten Größen. Durch Einschalten von Elektronenröhren treten Zusatzglieder hinzu, welche die Dämpfungen verringern und zu Pendelungen führen können.

P. Selényi, Budapest, Über die durch Kathodenstrahlen bewirkte Aufladung des Glases und deren praktische Verwendung[1]. Läßt man den Kathodenstrahl auf eine Glaswand auffallen, so erhält man dort eine negative Aufladung, welche durch Bestäuben des Glases von außen z. B. mit Schwefelblüte sichtbar gemacht werden kann. Bei 10 .. 12 kV Röhrenspannung und einem Elektronenstrom von 1 μA war eine Schreibgeschwindigkeit von etwa 40 m/s für einmalige Vorgänge zu erzielen. Für praktische Anwendung muß das Verfahren noch vervollkommnet werden, es scheint recht aussichtsreich für die Aufzeichnung von Hochspannungsvorgängen zu sein.

Im Rahmen der allgemeinen Vorträge berichtete am 19. IX. vorm.

H. Rukop, Köln, über Telegraphie mit kurzen Wellen. Für den Fernverkehr wurden lange Zeit die Wellenlängen von 10 ... 30 km als die günstigsten angesehen, bis durch amerikanische Radioamateure auf die Wichtigkeit der Kurzwellen im Gebiet von 50 ... 10 m Wellenlänge hingewiesen wurde. Im Gegensatz zu den Langwellen hat man hier eine Raumstrahlung und eine Rückkehr der abgestrahlten Energie aus den oberen Schichten der Atmosphäre. Die Ausbreitung erfolgt längs der leitenden Heaviside-Schicht. Ihre Leitfähigkeit kann durch Absorption des ultravioletten Sonnenlichtes oder durch Einwanderung von Elektronen (z. B. aus Sonnenflecken) hervorgerufen sein. Es ist eine verlustlose Leitfähigkeit erforderlich, da nur der Brechungsindex geändert, die Absorption nicht erhöht wird. Es gibt eine untere und obere Grenzwelle, außerhalb deren Bereich keine Rückkehr zur Erde stattfindet. Die Grenzwellen liegen bei Tage bei 9 ... 10 m und 50 ... 100 m, bei Nacht verschiebt sich die untere Grenze nach etwa 18 m. Vom Sender bis zur Rückkehr der am steilsten ausgestrahlten Wellen herrscht zwischen Sender und Empfangsort eine sog. indifferente Zone. Die Höhe der Heaviside-Schicht kann einmal aus der Größe der indifferenten Zone zu etwa 100 km berechnet werden; aus mehrfach aufgenommenen Zeichen, die ihren Weg mehrmals um die Erde gemacht haben, ergeben sich Werte zwischen 60 und 120 km. Man kann als ziemlich gesichert eine Höhe zwischen 60 und 200 km annehmen. Gegenüber längeren Wellen zeichnen sich die kurzen durch Fehlen der sog. Schwunderscheinung aus. Man muß bei Kurzwellen die für jede Entfernung und Tageszeit günstigste Welle kennen, dann läßt sich einwandfreier kommerzieller Verkehr mittel piezoelektrisch gesteuerter Röhrensender bis zu 120 Worten/min, d. h. etwa 30 Morsezeichen/s durchführen. Als Strahler werden scharfgerichtete Gebilde, Flächenantennen oder Hohlspiegel verwandt.

Die Fachsitzung am 19. IX. nachm. trug den Titel: Elektronen und Ionen.

Einen ausführlichen Vortrag von **C. Ramsauer,** Berlin-Frohnau, Über den Wirkungsquerschnitt neutraler Gasmoleküle gegenüber langsamen Elektronen ergänzten **Brüche** und **R. Kollath,** Berlin-Reinickendorf, durch die Berichte: Wirkungsquerschnitt und Molekelbau in der Pseudoedelgasreihe Ne, HF, H_2O, NH_3, CH_4 und Über den Anteil der Reflexion an der Gesamtwirkung neutraler Gasmoleküle gegenüber langsamen Elektronen. Sehr großem Interesse begegneten die Ausführungen von

E. Rupp, Berlin, Versuche zur Elektronenbeugung. Nach Art der Scherrer-Debye-Aufnahmen war die Beugung von Elektronen von 150 ... 200 V Geschwindigkeit beim Durchgang durch dünnste Metallschichten gefunden. Die Beugung wurde jetzt auch mit elektrischen Nachweismethoden bestätigt. Beim streifenden Einfall des Elektronenstrahles auf Metall erhält man außer dem reflektierten nach A. H. Compton auch noch einen gebeugten Strahl. Dieser gebeugte Strahl ließ sich nachweisen. Dabei wurde ein auf Spiegelmetall geritztes optisches Gitter benutzt. Die am Gitter gebeugten Strahlen wurden durch ein Magnetfeld auf einen 38 cm entfernten Film abgebildet, dort konnte man bei 150 V-Strahlen Bilder bis zur 3. Ordnung sehen. Die Wellenlänge berechnet sich daraus zu $\lambda = 1{,}0 \pm 0{,}02 \cdot 10^{-9}$ cm. Diese Versuche decken die Zwitternatur des Elektrons auf; es existiert neben der Korpuskelnatur sicher auch noch eine Wellennatur. Diese Entdeckung ist für die Grundanschauungen des Wesens der Elektrizität von einschneidender Bedeutung.

H. Geiger, Kiel, Neue Messungen mit dem Elektronenzählrohr. In dem Zählrohr, z. B. 9 cm lang und 5 cm Dmr., ist ein Stahldraht von 0,2 mm Dmr. ausgespannt. Auf dem Draht befindet sich eine dünne halbleitende Schicht. Bei geeigneten Spannungen, z. B. 1200 V zwischen Draht und Rohr, ruft jedes in das Rohr eintretende Elektron einen Stromstoß hervor. Auf diese Weise lassen sich noch die geringsten Mengen radioaktiver Strahlung nachweisen, so daß man normal unter dicken äußeren Blei- oder Eisenpanzern arbeiten muß, andernfalls stören die durchdringende Höhenstrahlung und das Mauerwerk. Der Nachweis der Radioaktivität von Kalium ließ sich durch Einbetten des Rohres in Kaliumchlorid nachweisen; man erhielt jetzt 32 Stromstöße in der Minute und ohne die Packung 5.

E. Thaller, Hamburg, Über das Dosieren von Kathodenstrahlen an Lenard-Hochleistungsröhren. Läßt man Kathodenstrahlen von 2 mA Stromstärke bei 200 kV aus einem Lenardfenster in die freie Atmosphäre eintreten, dann kann man ihre ionisierende Wirkung durch Auffallen auf einen Paraffinkondensator von 9 cm Dmr. nachweisen. Schaltet man diesen mit der Lichtleitung und einem Mikroamperemeter in Serie, so erhält man bis zu 100 μA. Diese Stromstärke ist natürlich vom Abstand des Kondensators vom Lenardfenster abhängig.

W. Schmitz, Bonn, Eine neue Meßanordnung zur Bestimmung der durch Elektronenstrahlen verursachten Ionisation. Es wurde eine mittlere Voltgeschwindigkeit von 42 V zur Erzeugung eines Ionenpaares gefunden.

Am 20. IX. fanden die Sitzungen gemeinsam mit der Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens statt. Das Thema war: Elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie.

O. Böhm, Berlin, Die Bündelung der Energie kurzer Wellen. Außer durch Reflexion an Hohlspiegeln kann man die Energie durch Verwendung mehrerer Antennenelemente zusammenhalten. Diese Elemente schwingen in halber Wellenlänge und werden in geeigneter Phase erregt. Hat man 8 Elemente in einer Geraden, und ordnet man acht solcher Geraden untereinander in einer Ebene an, dann wird die ganze Energie in einem Winkel von 29° konzentriert, bei 16 × 16 Elementen in 14°. Für die Konzentration der Energie ist nur die Zahl der Elemente ausschlaggebend. Hinter dieser Strahlerebene wird noch eine Reflektorebene zwischen den Antennentürmen aufgehängt. Man erhält auf diese Weise ein Zurücktreten des Fadingeffektes, außerdem wird die Energie der sog. Rückwärtszeichen, die auf dem anderen Teil des größten Kreises um die Erde laufen, stark herabgesetzt. Dies wirkt sich insgesamt in einer Zunahme der Lautstärke und Steigerung der Telegraphiergeschwindigkeit aus, letztere konnte so im Verkehr zwischen Rio de Janeiro und Geltow auf etwa das Sechsfache erhöht werden.

W. Moser, Berlin, Die Übertragung der Energie vom Sender zur Antenne auf kurzen Wellen. Die Zuleitung der Energie vom Sender zu dem

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 868.

im vorigen Vortrag genannten Antennensystem erfolgt durch konzentrische Rohrleitungen. Diese Leitungen strahlen selbst nicht, beeinflussen also auch das Richtungsdiagramm der Anordnung nicht. Bei fortschreitender Welle hat man für 1 km Rohrleitung etwa 23 % Verlust an Energie. Die Ankoppelung der Antennen erfolgt durch Transformatoren oder Widerstände. Letzteres ist sehr bequem, da diese nur dem Wellenwiderstand der Rohrleitungen angepaßt werden brauchen, der vom Radius der Rohre abhängig ist und bis auf 300 Ω steigt. Zu dem Leitungsverlust kommen noch etwa 5 % im Verzweigungssystem und 3 % in den Steigleitungen.

A. Gothe, Berlin, Über Drahtreflektoren. Zur Verbesserung der Richtwirkung von Antennen und zur Vermeidung von Rückstrahlung müßte sich das Feld von Antenne und Reflektor in einer Richtung aufheben. Man erhält bei geeignet gegeneinander gestimmten Antennen und Reflektoren nach rückwärts $^1/_8 \ldots ^1/_{10}$ der Energie. Diesen Betrag kann man durch Koppelung zwischen Antennen und Reflektoren beim Empfang für nahe Strahler fast zum Verschwinden bringen, für ferne ist das Verhältnis nicht so günstig, aber praktisch nicht störend. Bei Sendern liegen die Verhältnisse nicht so günstig. In der sehr lebhaften Diskussion trat A. Esau für den Parabolspiegel ein, für dessen Wirksamkeit — Energie der Ausstrahlung, Richtungsschärfe sowie Rückstrahlung — der Abstand der Drähte außerordentlich wichtig sei. Die Rückstrahlung ließe sich so auf 5 % bei Sendern vermindern. A. Meißner hielt eine wesentlich niedrigere Rückstrahlung im praktischen Betrieb für nötig, diese Forderung wird sich nur mit abstimmbarem Reflektor erreichen lassen.

G. Leithäuser, Berlin, Ein Kurzwellenempfangsgerät zur Messung der Feldstärke. Es wird wie beim Andersschen Gerät ein durch die Feldmessung erzielter Elektrometerausschlag durch einen geeichten Hilfsender auf gleicher Welle wieder erzeugt. Die Aufnahme erfolgt mit Rahmen und absolut symmetrischer Schaltung von 2 Röhren als Röhrenvoltmeter und Zwischenfrequenzverstärkung. Die direkt an den Rahmen angeschlossenen Röhren besitzen ein Schutznetzgitter und einen außerordentlich kleinen Durchgriff von etwa $^1/_{10}$ %. So werden kapazitive Rückwirkungen auf den Rahmen vermieden. Die Einstellung auf gleichen Ausschlag des Saitenelektrometers erfolgt durch Schwächung des Hilfssenders mittels Molybdänrohr-Gleichrichters. Letzterer wird als Widerstand regelbar zwischen 5 und 10 000 Ω benutzt. Auf dem Dach des Postzentralamtes in Berlin betrugen die Feldstärken von Kurzwellensendern in Australien und England etwa 150 μV/m. Geringst meßbare Feldstärken sind 6 ... 7 μV/m. Für Relativmessungen und Beobachtungen von Veränderungen kann man das Feld auf dem Dach mittels geerdeter Zubringerantenne in das Laboratorium einführen und induktiv auf das Gerät übertragen.

A. Esau, Jena. Reichweitenversuche und Dämpfungsmessungen im Gebiet sehr kurzer Wellen. Es handelt sich nur um Wellen unter 10 m Länge. Die Dämpfung wird mit einer Drahtschleife gemessen, deren Enden mit 2 Kondensatorplatten veränderlichen Abstandes verbunden sind. Ein Detektor mit Galvanometer wird im Symmetriepunkt angekoppelt. Bei $\lambda = 3$ m und einer Drahtschleife von 240 cm² Fläche und 2,5 cm Kondensatorabstand ergab sich z. B. ein Dekrement von 0,032 und ein Strahlungswiderstand von 2,4 Ω. Vergrößert man den Kondensatorplattenabstand, dann wächst der Strahlungswiderstand. Bei so kurzen Wellen strahlt also auch der Kondensator. Gearbeitet wurde bis zu Wellenlängen von ¾ m. Der große Plattenabstand wird für medizinische Zwecke benutzt, dort erhält man gewisse Temperatursteigerungen innerhalb des Gewebes. — Die Reichweiten sind unabhängig von atmosphärischen Störungen. Schwunderscheinungen treten nicht mehr auf. Zwischen 6, 3 und 1,5 m Wellenlänge waren keine Unterschiede in der Ausbreitung festzustellen. Die Intensität nimmt nach allen Seiten langsam aber gleichmäßig ab. Ein Wiederauftauchen der Wellen (wie bei längeren Wellen, vgl. Vortrag H. Rukop) wurde nicht beobachtet. — Anwendungsgebiete sind Verbindungen im Eisenbahnzug zwischen Lokomotive und Zugende. Hierbei ist das Problem der Tunnel noch ungelöst. Im Verkehr mit einem Flugzeug war dessen Sender von 0,1 W bei 1000 m Höhe in 35 km Entfernung mit Lautsprecherenergie zu hören. Das Gerät ist auch für Bildtelegraphieübertragungen geeignet.

W. Hahnemann, Berlin, Über die neue Entwicklung des Maschinensenders für kleine Wellenlängen. Die Entwicklung galt zunächst der Unterdrückung von Nebenwellen. Dies ist praktisch gelungen, wobei in den Weiterleitungen die Oberwellen durch Resonanzkreise mit kleiner Selbstinduktion und großer Kapazität (10⁶ cm) unterdrückt werden. Die Vergrößerung der Lebensdauer der Frequenzwandler gelang durch Verwendung von 0,01 mm starken Eisenblechen, einer Unterteilung der Spulen durch etwa 2 mm breite Spalte und einer kräftigen Ölkühlung. Bei der Umlaufzahl-Regelung mit dem Schmidt-Regler werden die Kontaktfedern durch Zentrifugalkraft geschlossen und unter dem Einfluß der Gravitation geöffnet; über ein Relais wird dann das Feld einer Zusatzmaschine beeinflußt. Der sog. Trillereffekt besteht in einer taktmäßigen Frequenzänderung, etwa 30mal in der Sekunde. Dieser wird durch einen Ungleichförmigkeitsgrad der Maschine von etwa 6 ‰ hervorgerufen. Als Ursache hierfür hat man Gehäuseschwingungen der Maschine mit etwa $^1/_{40}$ mm Amplitude erkannt. Zur Zeit werden die Gehäuse systematisch verstärkt, man hat bisher bis 200 m Wellenlänge keine größeren Schwingungen und dadurch hervorgerufene Frequenzänderungen als 10 Hz.

P. Duckert, Berlin, Über elektromagnetische Luftstörungen. Ein Registrierapparat nach Watson Watt, Rahmen in 10 min um 360° drehbar, auf 2000 m Wellenlänge abgestimmt, zeigt mit einem Abraham-Blondel-Oszillographen im Anodenkreis der letzten Röhre des Verstärkers jede atmosphärische Störung in Potsdam an. Die Störungen lagen bei Tage hauptsächlich in der N-S-Richtung, nachts in Richtung 80°. Auch Peilergebnisse aus London, Shetlands-Inseln, Abukir und Potsdam zeigten Häufungsstellen in Richtung des magnetischen Meridians und senkrecht dazu. Die Luftstörungen können Stromstöße sein, welche durch Elektronenschwärme im magnetischen Erdfeld hervorgerufen sind. In Übereinstimmung mit der täglichen Schwankung des magnetischen Feldes durch Stromwirbel in der Heaviside-Schicht würden sich maximale Störungen um Mitternacht bei etwa 80°, um Mittag im Meridian ergeben, bei Sonnenaufgang müßten sie rechtsdrehen, bei Sonnenuntergang linksdrehen. Hiermit stimmt in großen Zügen das Material obiger Stationen überein.

K. Küpfmüller, Berlin-Siemensstadt, Über die Stabilität von unmittelbaren Reglern. Zu den stetigen indirekten Reglern gehören der bekannte Dampfmaschinenregler und solche der Verstärkertechnik (vgl. Vortrag von H. F. Mayer) Für die Untersuchung der Stabilität des Reglervorganges wird ein sog. Übertragungsfaktor eingeführt, der die Beziehung zwischen den beiden Systemgrößen angibt. Die Dynamik des Regelvorganges bei kleinen Abweichungen aus der Gleichgewichtslage wird durch eine Integralgleichung wiedergegeben. Die Zusammenhänge zwischen Stabilität und Regelschnelligkeit werden allgemein aufgestellt. Die Stabilität ist um so größer, je langsamer die Übergangsfunktion ihren Endwert erreicht. Die entwickelten allgemeinen Regeln erlauben eine Abschätzung der Stabilität auch in komplizierten elektrischen Netzwerken.

H. F. Mayer, Berlin-Siemensstadt, Amplitudenbegrenzer für Programmübertragung. Die untere Grenze ist durch den allgemeinen Störpegel gegeben. Die obere Grenze läßt sich nicht einfach dadurch schaffen, daß man die Steuerspannung des Endrohres abschneidet. Man benutzt vielmehr eine der letzten Stufen des Hauptverstärkers zur Begrenzung. Hier verschiebt die Aufladung eines Kondensators das Gitterpotential des vorhergehenden Rohres, dabei kann die Spannung des Kondensators nicht über die Spannung des unteren Knickes der Röhrencharakteristik anwachsen. Der Endwert der Spannung wird in etwa 0,01 ... 0,02 s erreicht, nur in dieser Zeit ist ein Überschreien des Endrohres möglich. Die Entladezeit des regelnden Kondensators beträgt etwa 2 min.

H. Kohl, Erlangen, Über kurze ungedämpfte elektrische Wellen. Mit besonders gebauten Röhren ließen sich ungedämpfte Schwingungen von 30 cm Wellenlänge erreichen. Die Kurven der Abhängigkeit von der Gitterspannung verlaufen nicht wie bei Barkhausen. Der Unterschied rührt von den Verhältnissen in der Röhre her. Sie sind in erster Linie davon abhängig, ob man im Raumladungsgebiet oder im Sättigungsgebiet der Entladung arbeitet.

Pfaffenberger, Berlin, Neues zum Barkhauseneffekt. Das Umklappen der Elementarmagnete bei Feldänderungen wurde nach geeigneter Verstärkung mit einem Saitengalvanometer aufgezeichnet. Die Verteilung der Effekte auf der Hysteresekurve wurde gezeigt. Die Länge gleichzeitiger Induktionsänderung wurde zu etwa 3 m bestimmt, ist also sicher nicht abhängig von der Kristallänge. Man wird also im Barkhauseneffekt nicht den

Ausgleich der durch Magnetostriktion bewirkten Spannungen zu sehen haben.

F. Schröter, Berlin, Fortschritte in der Bildtelegraphie. Diese Fortschritte sind nicht grundsätzlicher Natur, sondern beziehen sich auf Verbesserungen an den Einzelgeräten. Zunächst hat man eine Reflexions-Bildabtastung mit Parabolspiegel eingeführt. Die Übertragung der Halbtöne wurde dadurch verbessert, daß man zur Belichtung des photographischen Papiers eine Glimmlampe benutzt, welche die Empfindlichkeitskurve der photographischen Schicht kompensiert und zu hohe Lichter abschwächt. Zur Vermeidung von Verstümmelungen einzelner Bildpartien durch Schwunderscheinungen bei der Kurzwellenübertragung wird das Original nicht in senkrechten, nebeneinanderliegenden Streifen abgetastet, sondern z. B. schräg zum Druck, und außerdem werden beim ersten Abtasten immer drei Streifen übersprungen. Die fehlenden Streifen werden gestaffelt ergänzt, so daß jedes Original in vier Abschnitten überfahren wird. Die Wahrscheinlichkeit, daß größere Stücke unleserlich werden, ist damit äußerst gering geworden, und die Kontinuität der Wiedergabe ist weitestgehend erreicht.

Am Nachmittag des 20. IX. fand eine Parallelsitzung statt über das Thema: Elektrizitätsleitung in Flüssigkeiten, Hier berichtete unter anderem

M. Wien, Jena, Über die Abweichungen der Elektrolyte vom Ohmschen Gesetz. Es handelt sich hier um Messungen bei Stromstößen in Feldern bis zu 300 000 V/cm. Die Leitfähigkeit steigt zuerst mit dem Quadrat der Feldstärke an und erreicht schließlich einen Grenzwert, welcher mit der Äquivalentleitfähigkeit für unendliche Verdünnung übereinstimmt.

G. Joos, Jena, Die theoretische Deutung der Spannungs- und Frequenzabhängigkeit der elektrolytischen Leitfähigkeit. Nach der neueren Theorie der Elektrolyte nach Debye u. a. ist die gegenseitige Behinderung der Ionen infolge ihrer elektrostatischen Kräfte zu berücksichtigen. Diese Ionenkräfte nehmen für hohe Feldstärken und Frequenzen ab, so daß die Theorie in guter Übereinstimmung mit den Wienschen Messungen ist.

Am 21. IX. fanden vormittags Parallelsitzungen über die Gebiete: Optik, Wärme und Verschiedenes statt. Nachmittags gab es wieder gleichzeitig 2 Sitzungen. Eine über Elektronen und Ionen und die zweite, gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik, über Angewandte Mathematik und Mechanik. Hier sind u. a. zu erwähnen:

G. Reutlinger, Darmstadt, Mechanische Schwingungsmesser hoher Empfindlichkeit. Das schwingungsfähige System besteht aus getrennter Masse und Elastizität. Die Bewegungsaufzeichnung erfolgt elektrodynamisch mit einem Oszillographen. Ein kleines Modell von etwa 3 kg Gewicht zeigt beliebige Schwingungsrichtungen an. Die Empfindlichkeit erreicht bei 0,001 mm Amplitude etwa 3 mV. Natürlich kann sie leicht vermindert werden. Das Gerät zeigt Beschleunigungen an und muß zur Bewegungsmessung geeicht werden. Da es bequem tragbar ist, ist es auch für praktische Messungen außerhalb des Laboratoriums geeignet.

H. Backhaus, Berlin-Siemensstadt, Über Strahlungs- und Richtwirkungseigenschaften von Schallstrahlern. Die von einem Schallstrahler abgegebene Leistung hängt von der Schwingungsform der Oberfläche ab. Diese kann einmal durch die Amplitudenmessung mittels eines kleinen Hochfrequenzkondensators bestimmt werden. Anderseits kann man Richtwirkungsdiagramme des Strahlers, z. B. einer Geige, aufnehmen. Es ergibt sich dann, daß bei der Geige nur für den Grundton die Decke als Nullstrahler schwingt, für andere Frequenzen jedoch als Strahler höherer Ordnung wirkt.

F. Trendelenburg, Berlin-Siemensstadt, Über Herztöne und Herzgeräusche (nach gemeinsamen Versuchen mit K. Posener, Berlin). Mittels Kondensatormikrophon und verzerrungsfrei arbeitender Apparatur wurden die Klangkurven von Herzgeräuschen aufgenommen. Aus den Aufnahmen und den dazugehörigen Krankheitsbildern werden Erklärungen für die physikalischen und physiologischen Vorgänge bei der Schallentstehung aufgestellt. Unter Berücksichtigung der Frequenzabhängigkeit des Gehörs lassen sich die subjektiven Auskultationsbefunde mit den aufgenommenen Klangbildern vergleichen.

Aus der Parallelsitzung über Elektronen und Ionen seien genannt: **F. Rother,** Leipzig, Über ein Verfahren zur Auslösung von Elektronen und dessen Anwendung. Dieses besteht in der Elektronenablösung von kalten Elektroden bei hohen Feldstärken. Es handelt sich weiter um eine Nachprüfung der Messungen von Millikan und Iring. Diese erhielten keine Übereinstimmung mit den nach der Theorie von Schottky berechneten Kurven. Als Ursache für die Abweichung werden einmal Spuren von Gas am Anodenzylinder und anderseits die Zerstörung der atomaren Thoriumschicht auf dem Emissionsdraht unter dem Einfluß des hohen Feldgradienten angegeben.

F. Rother, Leipzig, Experimentelles über den Elektronenaustritt aus Metallen. Die Elektronenemission an kalten Drähten wurde in zwei Röhren unter allen Vorsichtsmaßnahmen gemessen. Als Kathode diente ein 70 mm langer Mogdraht (Legierung von Thorium und Molybdän) von 0,15 mm Dmr. mit einer 40 mm langen Tantalanode von 20 mm Dmr. und ein gleichlanger Wolframdraht von 0,05 mm Dmr. mit einer Nickelanode von 15 mm Dmr. Das Nickel war im Vakuum geschmolzen. Bis 6000 V an den Röhren erhielt man keinen Strom, der größer als 10^{-11} A war. Bei höheren Spannungen nimmt der Strom schnell zu, seine obere Grenze ist durch das Schmelzen der Anode gegeben. Bei pulsierender Gleichspannung ist bei gleichem Mittelwert der Stromeffekt ganz erheblich größer. Hier gerät bei 6000 V die Anode sofort nach dem Einschalten in hellste Rotglut, und der Strom beträgt 3 mA.

L. Nordheim, z. Zt. Cambridge, Zur Theorie der Elektronenemission der Metalle. Nach der Pauli-Sommerfeldschen Elektronentheorie der Metalle werden die Emissionsvorgänge berechnet. Diese können durch Wärmebewegung (Glühelektronen), starke elektrische Felder (kalte Emission) oder Lichtwellen (Photoeffekt) hervorgerufen sein. Man erhält so für alle Fälle Zahl und Geschwindigkeit der von innen an die Oberfläche tretenden Elektronen und ihren Emissionskoeffizienten.

Die Naturforschertagung fand ihren Schluß in Kiel, wo am 22. IX. vormittags u. a. **A. Behm** über seine verschiedenen Echolot-Formen berichtete. Das Schallot dient nicht nur zur Messung von Wassertiefen sondern auch von Höhen bei Luftfahrzeugen. Nachmittags fanden mit Unterstützung der Reichsmarine interessante Vorführungen auf See statt, nämlich eine Minensprengung und die Einnebelung eines Torpedobootes. So waren der technischen Physik und Chemie das letzte Wort an die Versammlung vorbehalten.

E. Lübcke.

Zur Statistik der bayerischen Kraftwirtschaft.

Fast durchweg wird der Arbeitsanteil der Eigenerzeuger elektrischer Arbeit als ungefähr gleich groß wie die zur Allgemeinversorgung erzeugte Arbeit der öffentlichen Elektrizitätswerke Deutschlands angegeben. Die Zahlen des Statistischen Reichsamtes, wonach die Arbeit der Selbsterzeuger um etwa 5 % größer sei als die von den öffentlichen Elektrizitätswerken produzierte, werden von den meisten anderen Statistiken und Bearbeitern einschlägiger Fragen übernommen. Die Produktionserhebung für 1926 des Statistischen Reichsamtes ergibt diesmal für die elektrische Arbeit der Selbsterzeuger den Betrag von 108 % der Erzeugung der öffentlichen Werke; auch diese Ziffer ist entschieden zu niedrig und kann ihren Grund nur in der unvollkommenen Erfassung der Produktion der Eigenanlagen haben. Ich habe schon mehrfach darauf hingewiesen, daß die amtlichen Erhebungen zwar sehr vollständige Zahlenreihen bieten, daß es ihnen aber an kritisch-fachlicher Verarbeitung gebricht[1]. Der Aufbau der Statistiken läßt einerseits Doppelzählungen (z. B. von Primärkraftmaschinen und von den mittelbar durch sie betriebenen Elektromotoren) und anderseits Weglassungen erwarten, wogegen er sich aber wieder auf ganz unerhebliche und kraftwirtschaftlich nicht auswertbare Einzelheiten erstreckt (z. B. die Ausrechnung der Kilowattstunden je Kilowatt Generatorenleistung u. dgl.).

An dieser Stelle[2] hatte ich bereits hervorgehoben, daß die eingangs erwähnte „statistisch nachgewiesene" Austeilung auf die Arbeitsanteile der Eigenerzeuger und der öffentlichen Versorger nicht stimmen kann und die selbsterzeugte Arbeit einen wesentlich höheren Verhältnissatz gegenüber der öffentlichen Versorgung betragen muß. Auf

[1] Vgl. Energiewirtschaft und Statistik, ETZ 1928, S. 30, und El. u Maschinenb. Bd. 45, 1927. H. 43, Das Elektrizitätswerk, S. 85.
[2] ETZ 1927, S. 1544.



Grund vorliegenden genauen Materials über die Erzeugung bayerischer Wasserkraftwerke der Industrie und der Allgemeinversorgung, ergänzt durch Angaben aus der „Kraftmaschinen-Statistik" der gewerblichen Betriebszählung 1925, habe ich versucht, einen Überblick über die Elektrizitätswirtschaft und die gesamte Kraftwirtschaft Bayerns aufzustellen.

Zur Herkunft der Zahlen ist im einzelnen zu sagen:

Die unmittelbar mechanisch verwendete Arbeit aus den Wasserkräften ist aus der Statistik der bayerischen Wasserkraftanlagen für 1927 berechnet; nach Abzug der Elektrizitätswerke und der sonstigen zum Antrieb von Stromerzeugern dienenden, in der genannten Statistik ausgewiesenen Leistung bleibt als Rest die zum unmittelbaren Antrieb dienende Wasserkraftleistung von 114 932 PS; im Mittel mit 8 h Betrieb bei 300 Tagen ergibt sich daraus die mechanische Arbeit von 276 Mill. PSh = 184 Mill. kWh.

Nach der Kraftmaschinen-Statistik ergibt sich ebenso nach Abzug der Wasserkraftleistung, welche zum Antrieb von Generatoren dient, von der Gesamtleistung der gewerblichen Primärmaschinenleistung als Rest die Gesamtleistung der gewerblichen Wärmekraft-Primärmaschinen, wenn man von der verschwindend geringen Leistung der Windkraftmaschinen absieht, zu 248 071 PS. Diese wieder im Durchschnitt mit 2400 Betriebstunden gerechnet, ergibt sich eine Wärmekraftarbeit der Eigenerzeuger von 595 Mill. PSh = 396 Mill. kWh. Von dieser Arbeit kann schätzungsweise (und hier tritt ein Schätzungsfehler infolge der Kleinheit des Gesamtbetrages zur fast achtmal so großen Gesamtarbeit nur mit ⅛ seiner Größe in das Endergebnis ein) der Betrag von 300 Mill. kWh als elektrisch weiterverwertet und der Rest mit 96 Mill. kWh als mechanisch weitergebraucht angesetzt werden.

Die Wärmekraftarbeit in der öffentlichen Elektrizitätsversorgung läßt sich mit genügender Genauigkeit (unter Berücksichtigung des über die Fehlergröße vorhin Gesagten) aus den Angaben der Statistik der VDEW mit 25 % Zuschlag für die (kleinen) Werke der Nichtmitglieder ermitteln. Die Hauptposten: öffentliche Elektrizitätswerke und industrielle Eigenerzeugung für die elektrochemischen und anderen industriellen Wasserkraftbetriebe, ebenso der Bahnbedarf und die Stromausfuhr lagen zahlenmäßig fest. Hieraus konnte die Statistik nach den beiden Zahlentafeln mit großer Sicherheit aufgebaut werden:

Verwendungszweck	Wasserkraft		Wärmekraft	
	Mill. kWh	%	Mill. kWh	%
Öffentliche Elektrizitätsversorgung	1 050	43,00	204	
Elektrochemie (fast ausschl. Selbsterzeuger)	932	38,10		
Industrielle Eigenerzeugung:				
über Elektrizität	206	8,43	} 396	
unmittelbar mechanisch .	184	7,53		
Bahnstromversorgung . . .	71	2,94		
		100,00		
Insgesamt:	2 443	80,40	600	19,60
Gesamtarbeit	3 043 Mill. kWh			

Die Arbeitseinfuhr (vorwiegend vom Achenseewerk, dann kleine Beträge aus Oberösterreich und Tirol sowie Vorarlberg) beträgt derzeit etwa 2,5 % und später nach Vollausbau des Achenseewerks etwa 4,3 % der Gesamtarbeit oder 5,75 bzw. später etwa 10 % der für öffentliche Versorgung erzeugten Wasserkraftarbeit.

Nach dem Verwendungszweck der Arbeit ergibt sich die folgende Verteilung:

Verwendungszweck	Mill. kWh	%
Öffentliche Elektrizitätsversorgung	1 137	37,32
Industrie und Gewerbe:		
elektrochemische Industrie 30,6 %	932	} 56,50
sonstige Industrien 25,9 „	786	
Ausfuhr (= 4,79 % der Wasserkraftarbeit) . .	117	3,85
Elektrischer Bahnbetrieb	71	2,33
Insgesamt wie vorstehend	3 043	100,00

Als Gesamtergebnis erscheint es bemerkenswert, daß in Bayern, das gewiß keinen Anspruch auf den Rang als Industriegebiet machen darf, der Anteil der Selbsterzeuger um 20 % größer ist als der Anteil der öffentlichen Elektrizitätswerke an der Erzeugung elektrischer Arbeit; mit anderen Worten produzieren die öffentlichen Elektrizitätswerke 45,4 %, die Eigenerzeuger 54,6 % der gesamten elektrischen Arbeit.

Betrachtet man die gesamte Kraftwirtschaft einschl. der mechanisch verwendeten Arbeit, so ist der Anteil der Eigenerzeuger um 43 % größer als der Anteil der öffentlichen Versorger; es produzieren die öffentlichen Elektrizitätswerke 41,3 %, die Eigenerzeuger 58,7 % der gesamten in Bayern gewonnenen Arbeit.

Berücksichtigt man, daß in anderen Teilen des Reiches die Eigenerzeugung noch weit ausgedehnter ist, z. B. in den großen Kraftwerken der Hütten- und Zechengebiete und in den Großkraftwerken der Industrien auf der Braunkohle, so zeigt die genaue Erhebung für Bayern, daß im Reichsdurchschnitt der Anteil der Eigenerzeuger um weit mehr als 20 %, bezogen auf elektrische Arbeit, oder um 43 %, bezogen auf die gesamte Arbeit, größer sein muß als die Lieferung der öffentlichen Versorger. Der früher von mir geschätzte Satz von 50 % Mehrleistung der Eigenerzeuger muß also mindestens erreicht, eher noch überschritten werden. Ing. C. Reindl.

Die deutsche Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1926.

Das Statistische Reichsamt hat in Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928, S. 530, die Ergebnisse der Produktionserhebung in der Elektrizitätswirtschaft für das Jahr 1926 veröffentlicht. Danach ist die Stromerzeugung von 7465 erfaßten Betrieben infolge der ungünstigen Wirtschaftsverhältnisse gegenüber dem Vorjahr[1] nur um 4,4 % auf 21,2 Milliarden kWh gewachsen, während die installierte Maschinenleistung der Stromerzeuger sich um rd. 10 % auf 9,6 Mill. kW erhöhte. Infolgedessen hat sich die durchschnittliche Benutzungsdauer letzterer von 2333 h im Jahre 1925 auf 2220 h (1974 h in öffentlichen Werken und 2511 in industriellen Eigenanlagen) verringert. Sie war somit bei den Eigenanlagen um 22 % höher und betrug bei diesen in Bayern (großenteils Anlagen der chemischen und metallurgischen Industrie) über 3200 h. Je Kopf der Bevölkerung wurden im Berichtsjahr 340 kWh gegenüber 325 kWh in 1925 erzeugt.

Von der Gesamtproduktion entfielen auf 1408 Erzeugerwerke im Hauptbetrieb (gewerbliche Elektrizitätswerke mit 5,171 Mill. kW Leistungsfähigkeit) 10,208 Milliarden kWh und auf 6057 solche im Nebenbetrieb (Eigenanlagen) mit einer Generatorenleistung von 4,384 Mill. kW 11,01 Milliarden kWh. Insgesamt erfolgte die Stromerzeugung, unterteilt nach der Betriebskraft, zu 72 % (74 % i. V.) aus festen Brennstoffen, u. zw. zu 35 % aus Steinkohle, 31 % aus Braunkohle und zu 6 % aus einer Mischung von hauptsächlich Stein- und Braunkohle. Der Anteil der Gewinnung aus Wasserkraft hat sich von 14 % auf 15,6 %, aus Gas von 10,8 auf 11,2 % erhöht. Die Verteilung auf die wichtigsten Länder und preußischen Provinzen ist aus Zahlentafel 1 ersichtlich.

In Rheinland-Westfalen wurde über ein Drittel der gesamten elektrischen Arbeit Deutschlands erzeugt (7179 Mill. kWh), u. zw. zu 43 % mit Steinkohle, 26 % mit Braunkohle und ebenfalls zu 26 % mit Gas als Kraftquelle. Das zweitwichtigste Produktionsgebiet (Freistaat Sachsen, Provinzen Brandenburg und Sachsen mit 6102 Mill. kWh) verwendete zu 63 % Braunkohle, 15 % Steinkohle und zu 18 % eine Mischung beider. Für die süddeutschen Länder Bayern, Baden und Württemberg (3489 Mill. kWh) ist die Wasserkraft als Antriebsmittel von ausschlaggebender Bedeutung: 72 % der Gesamterzeugung dieses Gebiets entfielen auf sie, 15 % auf Steinkohle und 8 % auf Braunkohle. Im übrigen Reichsgebiet diente zu 63 % Steinkohle, 13 % Braunkohle, 11 % Wasser und zu 7 % Gas als Betriebstoff.

Den Unterschied in der Benutzung der Kraftquellen bei den gewerblichen Elektrizitätswerken und Eigenanlagen zeigen folgende Ziffern in Prozent der Gesamterzeugung:

Werke	Steinkohle	Braunkohle	Mischung fester Brennstoffe	Feste Brennstoffe insgesamt	Wasser	Gas
Gewerbl. Elektrizitätswerke	38	40	1,6	80	19	0,2
Eigenanlagen . . .	32	22	10,8	65	12	21

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1016, 1464.



Zahlentafel 1. Stromerzeugung der gewerblichen Elektrizitätswerke (a) und der Eigenanlagen (b) im Jahre 1926.

Landesteile und Länder		Generatorenleistung kW	Erzeugung in 1000 kWh insgesamt	davon aus Steinkohle	Braunkohlenbriketts	Rohbraunkohle	Mischung fester Brennstoffe	Wasserkraft	Oel	Gas	anderen Quellen
Rheinprovinz	a	922 793	1 880 038	605 387	17 263	1 193 648	2 111	59 043	2 062	524	—
	b	927 219	2 582 933	818 640	62 170	572 554	25 538	31 439	6 370	1 063 968	2 254
Westfalen	a	362 377	613 410	544 362	109	—	1 688	66 295	956	—	—
	b	834 071	2 102 939	1 158 016	1 712	62	37 412	34 077	12 473	827 281	31 906
Sachsen	a	440 375	1 197 382	17 146	57 455	1 075 888	35 262	6 228	5 250	153	—
	b	569 200	1 649 365	9 230	38 839	705 605	804 864	15 001	3 547	71 944	335
Brandenburg (Berlin)	a	680 852	1 508 136	611 350	4 436	861 561	11 864	15 674	3 137	100	14
	b	244 436	461 062	70 428	14 392	356 976	3 283	1 636	9 645	3 956	746
Schlesien	a	348 735	689 269	551 848	471	22 451	260	112 608	1 259	221	151
	b	231 828	498 073	330 796	371	18 382	80 460	17 340	2 522	48 154	48
Hannover	a	164 448	283 776	220 428	706	—	39 648	16 390	6 557	47	—
	b	174 712	362 390	127 817	1 808	16 561	13 648	17 345	9 765	174 418	1 028
Hessen-Nassau	a	165 437	344 735	137 643	2 403	152 377	277	50 153	1 829	53	—
	b	96 471	215 061	126 457	14 992	51 140	5 626	16 159	382	205	100
Übrige Provinzen	a	294 223	498 498	367 756	5 500	1 445	985	111 011	10 307	1 448	46
	b	147 966	352 272	320 494	378	921	7 612	14 724	4 889	2 707	547
Preußen	a	3 379 240	7 015 244	3 055 920	88 343	3 307 370	92 095	437 402	31 357	2 546	211
	b	3 225 903	8 224 095	2 961 878	134 662	1 722 201	978 443	147 721	49 593	2 192 633	36 964
Bayern	a	559 111	1 051 197	80 107	893	92 124	9 333	852 705	14 553	1 482	—
	b	452 279	1 447 629	126 906	19 272	166 072	13 191	1 012 345	11 079	98 364	400
Sachsen	a	443 434	728 767	108 530	81 295	435 311	58 707	42 008	2 916	—	—
	b	294 920	557 712	129 445	114 396	107 295	157 520	34 358	12 627	2 035	36
Baden	a	193 099	445 990	98 801	—	—	—	344 758	2 397	24	10
	b	71 885	142 746	57 044	1 973	76	10 598	68 999	3 491	443	122
Württemberg	a	184 516	275 177	67 030	395	—	718	201 981	4 507	546	—
	b	83 499	125 830	60 627	1 121	254	8 930	47 037	5 001	64	2 796
Hamburg, Lübeck, Bremen	a	199 055	425 303	368 364	—	—	—	38 442	6 883	11 614	—
	b	34 871	79 188	24 924	—	—	2 632	—	2 626	46 946	60
Thüringen	a	67 321	50 373	3 534	27 470	7 088	1 025	9 297	1 959	—	—
	b	93 101	166 180	11 203	25 056	84 645	16 569	11 733	5 427	10 775	772
Hessen	a	68 767	93 219	45 579	24 289	16 182	—	6 540	629	—	—
	b	45 661	115 182	104 357	294	2 621	859	1 237	1 895	3 919	—
Übrige Länder	a	76 453	122 568	23 546	317	32 379	134	54 981	10 895	316	—
	b	81 969	151 214	55 947	1 994	70 738	4 822	5 980	3 823	3 926	3 984
Deutsches Reich	a	5 170 996	10 207 838	3 851 411	223 002	3 890 454	162 012	1 988 114	76 096	16 528	221
	b	4 384 088	11 009 776	3 532 331	298 768	2 153 902	1 193 564	1 329 410	97 562	2 359 105	45 134

Feste Brennstoffe als Antriebsmittel verwandten von den gewerblichen Elektrizitätswerken (die Ziffern der Eigenanlagen in Klammern) in Preußen 93 % (70), Rheinland-Westfalen 95 % (57), Brandenburg und Sachsen 99 % (94), Bayern, Baden, Württemberg nur 20 % (27). Die entsprechenden Ziffern für die Erzeugung aus Wasserkraft betrugen bei den Elektrizitätswerken im Reich 19 % (12), Preußen 6 % (2), Bayern 81 % (70). Gas wurde fast ausschließlich in Eigenanlagen benutzt; Rheinland-Westfalen erzeugte 40 % seiner gesamten gewonnenen elektrischen Arbeit damit.

Das Schwergewicht der deutschen Stromerzeugung liegt in den Großbetrieben. 208 Werke mit einer Maschinenleistung von je mehr als 10 000 kW (bei 7465 Erzeugerwerken überhaupt) hatten 6,1 Mill. kW, d. s. fast zwei Drittel der gesamten Leistungsfähigkeit, installiert. Davon entfielen auf 124 gewerbliche Elektrizitätswerke 4,3 Mill. kW bzw. 83,2 % ihrer gesamten Leistung und auf 84 Eigenanlagen 1,8 Mill. kW oder 41 %. Diese Ziffern zeigen, daß die kleinbetriebliche Stromerzeugung vorwiegend in Eigenanlagen erfolgt.

Der deutsche Außenhandel mit elektrischer Arbeit zeigte gemäß Zahlentafel 2 1926 gegenüber dem Vorjahr

Zahlentafel 2. Der deutsche Außenhandel mit elektrischer Arbeit in den Jahren 1925 und 1926.

Länder	Ausfuhr nach (in 1000 kWh) 1925	Ausfuhr nach (in 1000 kWh) 1926	Einfuhr aus (in 1000 kWh) 1925	Einfuhr aus (in 1000 kWh) 1926
Schweiz	68 044 (Schweiz und Frankreich zusammen)	86 948	209 386	148 099
Frankreich		2 127	37 584	15 142
Österreich	565	235	20 678	24 304
Polen	1 403	10 584	11 442	776
Tschechoslowakei	6 761	15 314	—	5
Holland	1 380	—	26	43
Dänemark	188	186	—	—
Luxemburg	52	55	—	—
Litauen	—	10	—	—
Saargebiet	27	4 973	27 803	17 223
Zusammen	78 420	120 432	306 919	205 592

einen Rückgang der Stromeinfuhr um 49,3 % und eine Steigerung der Ausfuhr um 53,6 %. Der Einfuhrüberschuß betrug 1925 rd. 228 Mill. kWh, 1926 aber nur noch 85,2 Mill. kWh.

Dr. C. Albrecht.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 264.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden folgende Elektrizitätszählerformen den untenstehenden, beglaubigungsfähigen Systemen eingereiht.

I. Zusatz zu den Systemen 181, 141 und 145, die Formen Jmk, JEmk, Dmk und DUmk, Zähler für Maximumtarif mit eingebautem Kontakt,

II. Zusatz zu den Systemen 131, 141 und 145, die Formen TJ, TJE, TD und TDU, Zähler mit Doppelzählwerk,

III. Zusatz zu den Systemen 52 und 131, die Formen UEf, UEf1, UJ und UJE, Zähler mit Doppelzählwerk und eingebauter Umschaltuhr,

sämtlich hergestellt von der **Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 1. X. 1928.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Paschen.

[1] Reichsministerialblatt 1928, S. 1577.

Beschreibung.

I. Zusatz zu den Systemen 131, 141 und 145, die Formen Jmk, JEmk, Dmk, DUmk, Zähler für Maximumtarif mit eingebautem Kontakt, hergestellt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 219 vom 7. VIII. 1926, Nr. 225 vom 8. X. 1926, Nr. 236 vom 16. V. 1927, Nr. 240 vom 15. VI. 1927, Nr. 242 vom 8. VII. 1927 und Nr. 262 vom 12. VI. 1928 zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für ein- bzw. mehrphasigen Wechselstrom der Formen J und JE des Systems 131, D des Systems 141 und DU des Systems 145 werden auch mit einer eingebauten Kontaktvorrichtung für getrennt angeordneten Höchstlastmesser ausgeführt und erhalten in dieser Ausführung die Formbezeichnungen Jmk, JEmk, Dmk und DUmk. Diese Zähler können für dieselben Stromstärken, Spannungen und Frequenzen wie die bisher zugelassenen Zähler ohne Kontaktvorrichtung beglaubigt werden. Der getrennt angeordnete Höchstlastmesser ist in die Zulassung zur Beglaubigung nicht mit einbegriffen.

Die Kontaktvorrichtung (Abb. 1) besteht aus einem fest auf der Schneckenradwelle des Zählwerkes sitzenden Zahnrad *g* aus Isolierstoff, auf dem die beiden Kontaktfedern *e* und *f* schleifen. Der Höchstlastmesser besteht im wesentlichen aus einem elektromagnetischen Schaltrelais *a*, das einen Zeiger betätigt, und einem kleinen Ferrarismotor *b*, der die periodische Auslösung des Zeigers bewirkt. Die Wirkungsweise der Kontaktvorrichtung ist so, daß bei der Drehung der Schneckenradwelle und damit des Zahnrades *g* der Kontakt zwischen den beiden Federn *e* und *f* abwechselnd geöffnet und geschlossen wird, wodurch das Schaltrelais *a* periodisch kurzgeschlossen und der Zeiger jedesmal um einen bestimmten Betrag weitergerückt wird. Die Betätigung des Zeigers durch das Relais erfolgt durch ein Klinkwerk ähnlicher Ausführung, wie es bei dem Zahlwerksantrieb, der durch die Bekanntmachung Nr. 6 vom 7. III. 1905 (ETZ 1905 H. 20) zugelassenen oszillierenden Motorzähler der Form KG verwendet wird. Da die Frequenz der Kontaktgebung von der Umdrehungsgeschwindigkeit des Zahnrades *g* und damit von der Höhe des Verbrauches abhängig ist, so ist der Vorschub des Zeigers dem letzteren proportional.

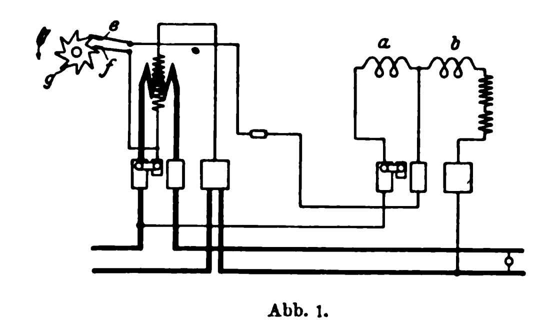


Abb. 1.

II. Zusatz zu den Systemen 131, 141 und 145, die Formen TJ, TJE, TD und TDU, Zähler mit Doppelzählwerk, hergestellt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 219 vom 7. VIII. 1926, Nr. 225 vom 8. X. 1926, Nr. 236 vom 16. V. 1927, Nr. 240 vom 15. VI. 1927, Nr. 242 vom 8. VII. 1927 und Nr. 262 vom 12. VI. 1928 zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für ein- bzw. mehrphasigen Wechselstrom der Formen J und JE des Systems 131, D des Systems 141 und DU des Systems 145 können für die in den genannten Bekanntmachungen angegebenen Stromstärken, Spannungen, Frequenzen und Schaltungen auch dann beglaubigt werden, wenn sie anstatt des einfachen Zählwerkes ein Doppelzählwerk nebst einem Umschaltelektromagneten besitzen. Die Zähler mit Doppelzählwerk führen die Formbezeichnungen TJ, TJE, TD und TDU. Die Einrichtung des Doppelzählwerkes und der elektromagnetischen Umschaltvorrichtung ist im wesentlichen die gleiche, wie sie in der Bekanntmachung Nr. 70 vom 22. IV. 1912 beschrieben und aus der Abb. 8 daselbst zu ersehen ist, doch ist der Elektromagnet bei den Zählern der Formen TJ und TJE nicht unter, sondern über dem Zählwerk angeordnet. Ferner haben diese beiden Zählerformen ein größeres Gehäuse als die Zähler der Formen J und JE mit einfachem Zählwerk.

III. Zusatz zu den Systemen 52 und 131, die Formen UEf, UEf 1, UJ und UJE, Zähler mit Doppelzählwerk und eingebauter Umschaltuhr, hergestellt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 141 vom 20. VIII. 1921, Nr. 193 vom 19. I. 1925, Nr. 219 vom 7. VIII. 1926, Nr. 225 vom 8. X. 1926, Nr. 240 vom 15. VI. 1927, Nr. 242 vom 8. VII. 1927 und Nr. 262 vom 12. VI. 1928 zur Beglaubigung zugelassenen Zählerformen Ef und Ef 1 des Systems 52 sowie J und JE des Systems 131 können für die in den genannten Bekanntmachungen angegebenen Stromstärken, Spannungen, Frequenzen und Schaltungen auch dann beglaubigt werden, wenn sie anstatt eines einfachen Zählwerkes ein Doppelzählwerk mit eingebauter Umschaltuhr enthalten. Die Umschaltuhr ist jedoch bestimmungsgemäß in die Beglaubigung nicht mit einbegriffen. Die Zähler tragen daher gemäß der Bekanntmachung Nr. 100 vom 31. V. 1915 auf der Vorderseite die Aufschrift:

„Uhren zur Tarifumschaltung sind bestimmungsgemäß von der Beglaubigung ausgeschlossen."

Die Zähler mit Doppelzählwerk und eingebauter Umschaltuhr führen die Formbezeichnungen UEf, UEf 1, UJ und UJE.

Die Abb. 2 zeigt einen Zähler der Form UJ. Das Uhrwerk ist oberhalb des Zählers angebracht und durch eine plombierbare Fensterklappe zugänglich. Da die Uhr von dem Zähler durch eine Zwischenwand abgetrennt ist, so sind die Einstellung der Uhr und der Zeitpunkte der Tarifumschaltung sowie der Aufzug des Uhrwerkes möglich, ohne daß die Angaben der Zählwerke verstellt oder der Gang des Zählers beeinflußt werden können.



Abb. 2.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

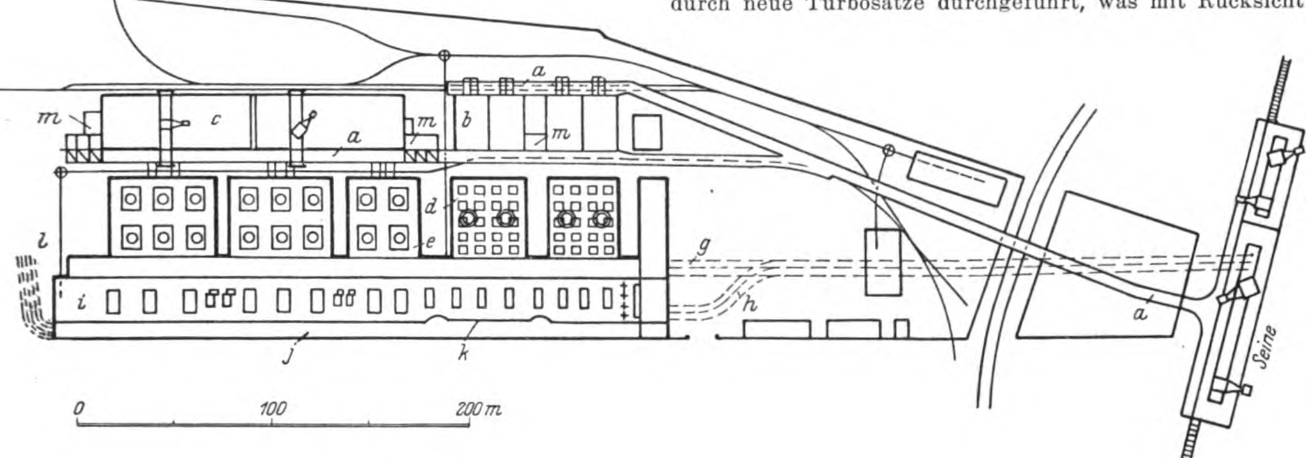
Zwei Kraftwerke der Pariser Elektrizitätsgesellschaft. Die im Jahre 1907 gegründete Soc. Parisienne de Distribution d'Electricité (C. P. D. E.) übernahm die Aufgabe, die damals bestehenden 5 Stadtsektoren, die die elektrische Energie mit verschiedener Stromart und Spannung erzeugten, weiterzuversorgen und die Energieerzeugung in großen, wirtschaftlicheren Kraftwerken zu vereinigen. Dazu erbaute die Gesellschaft zwei Kraftwerke, das Werk „Norden" in St. Ouen und das Werk „Süden" in Issy-les-Moulineaux, in denen bis 1914 zusammen 150 000 kVA in 12 Einheiten installiert wurden. Nach dem Kriege setzte eine weitere, dem steigenden Strombedarf entsprechende Vergrößerung beider Werke ein, so daß gegenwärtig etwa 320 000 kW Nutzleistung zur Verfügung stehen. Der weitere Ausbau wird 1929 die Nutzleistung auf 375 000 kW bringen, was die größtmögliche Baugrundausnutzung der Werke vorstellt. Zur Deckung des weiteren Strombedarfs wird Energie aus den Wasserkräften des Zentralgebiets Frankreichs und aus denjenigen der Rhône verwendet, zu deren Aufnahme zwei Umspannwerke von etwa 300 000 kW in Vorbereitung sind. Außerdem wird das Pariser Netz mit dem bestehenden Vorstadtnetz der Union d'Electricité zwecks möglicher Unterstützung durch die übrigen Werke des Pariser Gebiets (Gennevilliers und Vitry: 360 000 kW) in Verbindung gesetzt.

Die Energieverteilung in dem Stadtnetze der C. P. D. E. geschieht durch zweiphasigen Wechselstrom mit 12 000 V und 42 Hz, der in vieradrigen Kabeln den 22 Pariser Unterwerken zugeführt und auf die den alten Netzen entsprechende Spannung oder auch auf Gleichstrom transformiert wird.

Die Zunahme des Strombedarfs des Pariser Netzes geht aus den folgenden Zahlen hervor: Die größte Spitzenleistung der beiden Kraftwerke betrug:

1914	67 000 kW	1921	133 000 kW
1918	80 000 „	1926	257 400 „

Gleichzeitig mit den Vergrößerungsarbeiten wird seit 1922 eine Ersetzung der alten 12 000 kVA-Einheiten durch neue Turbosätze durchgeführt, was mit Rücksicht auf die 1918 gesetzlich als normal eingeführte Frequenz von 50 Hz notwendig erschien, weil die Geschwindigkeit der alten Turbinen, die 1250 U/min betrug, nicht gesteigert werden konnte. Die Umdrehungszahl der neuen Turbinen wurde zu 3000 gewählt, was eine Leistungsvergrößerung von 10 000 auf 12 000 kW für die Einheit ohne Vergrößerung des Dampfbedarfs ermöglichte. Vorläufig laufen diese neuen Einheiten mit 2500 U/min.



a Elektrische Transportbahn, *b* Lagerbunker, *c* Kohlenpark, *d* alte Kesselhäuser, *e* neue Kesselhäuser, Pumpenhaus, *g, h* Kühlwasserkanäle, *i* Maschinenhaus, *j* Schalthaus, *k* Schalttafeln, *l* abgehende Kabelleitungen, *m* Schlackengrube und Schlackenbunker

Abb. 1. Grundriß des Kraftwerkes „Norden" der C. P. D. E.

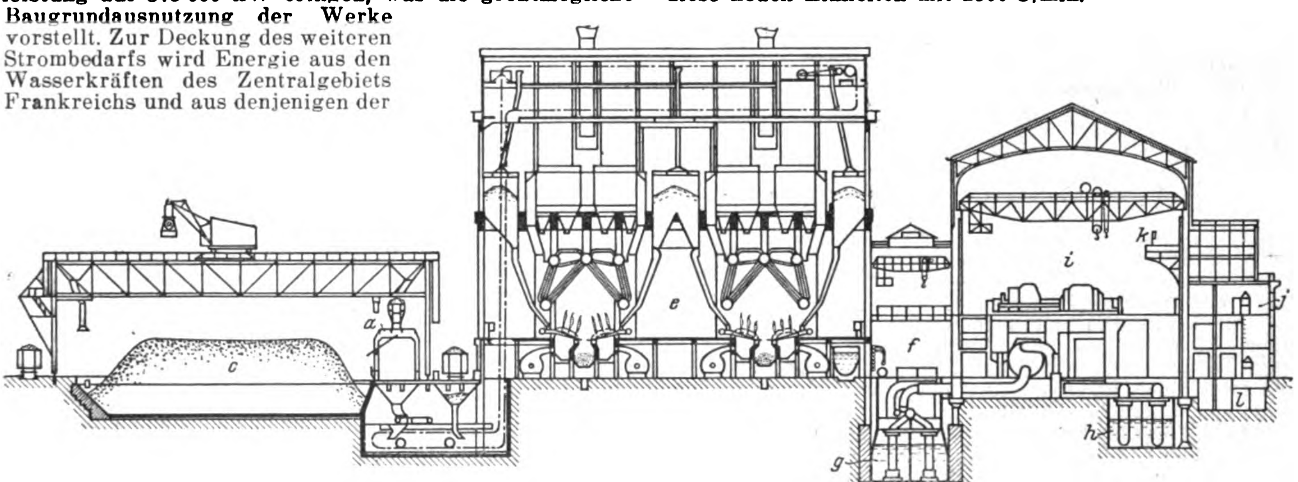


Abb. 2. Querschnitt des Werkes „Norden" der C. P. D. E. (Neues Kesselhaus — *a* bis *m* siehe Abb. 1).

Kraftwerk „Norden" (Abb. 1). In fast allen Einrichtungen des Werkes sind zwei Teile, der ältere (bis 1914) und der neuere Teil (von 1920) wahrnehmbar. Die wasserseitig angefahrene Kohle wird aus dem Kahn durch vier Auslegerkrane mit zusammen 300 t Stundenleistung in elektrisch betriebene Wagen einer Transportbahn entleert und zu den Kohlenbunkern oder zu dem offenen Kohlenlager oder auch direkt zu den Einwurftrichtern der die einzelnen Kesselhäuser bedienenden



Transportketten befördert. Die durch Bahnanfuhr hereinkommende Kohle wird entweder in diese Einwurftrichter oder in das Kohlenlager entleert; die Entleerung geschieht in letzterem Fall durch einen kräftigen, in den Wagen gerichteten Wasserstrahl, was eine Entleerung eines 20 t-Wagens in 5 min ermöglicht.

Der ältere Teil der Kohlenanlage besteht aus 8 Lagerbunkern mit einem Gesamtinhalt von etwa 30 000 t. Mit Rücksicht auf die Vorteile, die eine Lagerung unter Wasser vorstellt, wurde diese Art der Lagerung verlassen, und der neuere Teil besteht aus einem offenen Kohlenpark, der eine Lagerfläche von 32×150 m², eine Tiefe von 3,8 m unter Wasser und ein Fassungsvermögen von 30 000 t besitzt, und von zwei fahrbaren Brücken von 42 m Länge bedient wird. Eine Anordnung der Einwurftrichter der elektrischen Transportbahn gestattet, die dem Kohlenpark entnommene Kohle auch den alten Kesselhäusern oder den Lagerbunkern zuzuführen. Die weitere Beförderung der Kohle von den Lagerbunkern oder vom Kohlenpark in die Kesselhäuser erfolgt in üblicher Weise durch Becherketten.

Von den vier Kesselhäusern des älteren Teiles sind drei mit je 10 Babcock-Wilcox-Kesseln von 420 m² und der letzte mit 10 Delaunay-Belleville-Kesseln von 320 m² Heizfläche ausgerüstet. Die Roste sind im ersten Falle B.-W.-Kettenroste mit 15,6 m² Oberfläche, im zweiten Falle Roste einer ähnlichen, doch eine bessere Geschwindigkeitsregelung ergebenden Konstruktion. Die Rauchgasvorwärmer besitzen eine Heizfläche von je 240 m². Je zehn Kessel sind an einen Ziegelschornstein mit zwei Saugzugventilatoren angeschlossen. Die Leistung dieser Kessel ist 10 t/h im normalen und 15 t/h im forcierten Gang. Der Dampfdruck beträgt 17 und 18 atü.

Die drei neuen Kesselhäuser enthalten: das erste 4 Stirling-, das zweite 6 Stirling- und das dritte 3 Stirling- und 3 Ladd-Belleville-Steilrohrkessel von je 2100 m² Heizfläche (Abb. 2). Jeder dieser Kessel wird durch 5 Quertrommeln gebildet, die durch 4 Hauptrohrbündel verbunden sind (W-Type). Die Kessel sind mit je zwei gegenseitig angeordneten Riley-Fama-Schubrosten versehen, von denen jeder 18 Zylinder hat, durch welche die Kohle auf die geneigte Rostfläche gelangt. Die gesamte Rostfläche eines Kessels beträgt 60 m²; 4 Unterwindventilatoren von je 25 kW liefern den Unterwind. An einigen Kesseln sind wassergekühlte Schlackenbrecher aufgebaut. Die Normalleistung ist 60 t/h, die größte Leistung 80 t/h, wobei 7,2 t bzw. 10 t Kohle stündlich verfeuert werden. Die oberhalb jedes Kessels angeordneten 4 Green-Rauchgasvorwärmer haben eine Heizfläche von 1560 m². Jeder Kessel hat einen Blechschornstein mit zwei Saugzugventilatoren von je 35 kW (System Prat).

Die Asche und Schlacke werden in den alten Kesselhäusern durch besondere Becherketten in zwei Schlackenbunker befördert, in den neuen Kesselhäusern kommt das Spülwasserverfahren zur Verwendung; die Schlacke wird durch Kanäle in zwei Schlackengruben und von hier durch Hubkräne in zwei Schlackenbunker befördert.

Das Kühl- und Gebrauchswasser wird der Seine in einer 107 m langen Wasserentnahmestelle entnommen. Diese besitzt einen festen, mechanisch gereinigten Rechen und zwei Siebe, die zur Reinigung durch Wasserstrahlen vollkommen gehoben werden. Die gesamte filtrierende Oberfläche beträgt 290 m². Das Kühlwasser wird in zwei Kanälen von je 7,5 m² Querschnitt unter dem Pumpenhaus zugeführt und kehrt nach Benutzung in ähnlichen Kanälen in die Seine zurück (Abb. 2).

Das Kondenswasser wird in Wasserbehältern gesammelt und durch Speisewasserpumpen (4 Motorpumpen von je 100 m³/h, 3 Dampfpumpen von je 180 m³/h und 16 Motorpumpen von je 180 m³/h) in 2 parallele Speisehauptleitungen gedrückt. Von diesen zweigen in jedes Kesselhaus 2 Speiseleitungen ab, die über Speiseregler (Hannemann und Copes) den Rauchgasvorwärmern das Wasser zuführen. Das Zusatzwasser wird in zwei Desrumeaux-Apparaten von je 20 m³/h, in zwei auf chemischem Wege arbeitenden Wasserreinigungsapparaten von je 20 m³/h und in zwei Destillationsapparaten Prache-Bouillon von je 10 m³/h Leistung gereinigt. Sämtliche Kessel jedes Kesselhauses sind an eine Halbkreisleitung angeschlossen; sämtliche Kreisleitungen schließen sich an eine gerade Hauptdampfleitung an, die sich auf der inneren Seite des Maschinenhauses befindet.

Der ältere Teil des 300 m langen Maschinenhauses enthält 8 Turbosätze von je 15 000 kVA Normalleistung und 18 700 kVA Höchstleistung (4 h), deren Geschwindigkeit von 2500 auf 3000 U/min nach erfolgter Umstellung von 42 auf 50 Hz gesteigert wird. Der Dampfdruck beträgt 13 atü bei 300 ... 370 ° Überhitzung. Auf der Welle jeder Maschine sind 2 Gleichstromgeneratoren aufgebaut, die den Strom für die Erregung und für die Hilfsmaschinen der Turbine liefern.

Der neue Teil des Maschinenhauses enthält 8 Turbosätze von 37 500 kVA Normal- und 42 500 kVA Höchstleistung (2 h), die vorläufig mit 1250 U/min arbeiten. Von den mit 16 atü arbeitenden Turbinen sind 3 Zoelly-, eine Brown-Boveri-, 3 Aktionsturbinen der Société Alsacienne und eine dreigehäusige Turbine der Cie. Electro-Mécanique. Die in dem älteren Teile bestehende Art des Hilfsmaschinenantriebs wurde verlassen, und besondere Dampfpumpen sind für jeden Turbosatz aufgestellt.

Sämtliche Generatoren sind Zweiphasengeneratoren und arbeiten direkt mit 12 300 V (Primärspannung des Stadtnetzes) auf zwei Hauptsammelschienen (Abb. 3). Diese können in 3 Gruppen von 120 000, 150 000 und 150 000 kVA unterteilt werden. Die 78 abgehenden Kabelleitungen sind in 16 den einzelnen Generatoren entsprechende Gruppen geteilt, die über 2 Ölschalter auf 1 Phase an die beiden Hauptsammelschienen angeschlossen sind. Die Vierkesselschalter sind auf Magnetantrieb mit 220 V Gleichstrom eingerichtet. Die Maximalrelais der Ölschalter sind auf 2,5 s für die Schalter der Abgänge, auf 5 s für die Schalter der Gruppensammelschienen und auf 8 s für diejenigen der Generatorsammelschienen eingestellt. Die Schaltanlage ist in einem vierstöckigen, an das Maschinenhaus angrenzenden Schalthaus untergebracht.

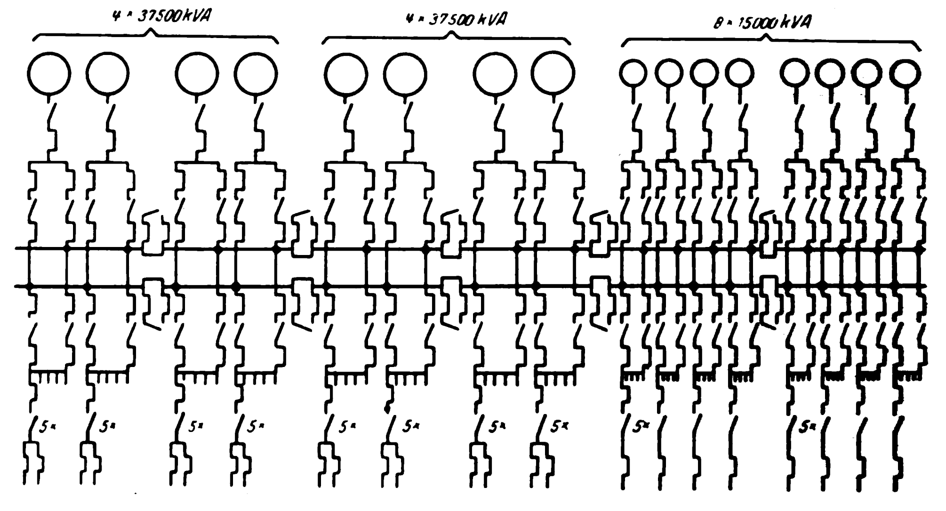


Abb. 3. Schaltbild des Werkes „Norden“ der C. P. D. E.

Die Schalttafeln befinden sich auf einer 7 m über dem Fußboden der Maschinenhalle gelegenen Galerie, die auch zwei Hauptwarten enthält. In einer anliegenden Kabine ist eine Signalisierungs- und Kontrollstelle untergebracht, wo auf einem Schema sämtliche Schalter der Anlage durch bewegliche, mit den Schaltern durch Relais verbundene Zeigerapparate wiedergegeben sind. Im Falle selbständiger Abschaltung ertönt ein Glockensignal, und der betreffende Schalter wird durch eine Signallampe kennbar gemacht. Sämtliche Einrichtungen der Schaltanlage sind von der Soc. des Téléphones in Paris geliefert worden.

Die zum Antrieb aller Hilfsmaschinen bestimmte Gleichstromanlage ist aus Sicherheitsrücksichten vollkommen selbständig; sie besitzt 4 Gleichstromturbosätze von je 2500 kW und 2 Sammlerbatterien von je 3000 Ah, an die ständig 4 Umformer von je 750 kW angeschlossen sind. Die Turbosätze arbeiten mit Zahnradübersetzung von 3000 auf 360 U/min. Das Maschinenhaus ist mit zwei 50 t-Laufkranen ausgerüstet. In der Pumpenhalle befinden sich zwei 12 t-Laufkrane. In jedem der neuen Kesselhäuser sind je zwei 2 t-Laufkatzen aufgestellt.

K r a f t w e r k „S ü d e n“. Das nach ähnlichen Grundsätzen entworfene Kraftwerk „Süden“ stellt in seinem gegenwärtigen Ausbau eine fast genaue Wiedergabe des



Werkes „Norden" dar. Der ältere Teil besitzt 20 B.W.-Kessel und 4 Turbosätze von je 15 000 kVA, der neuere Teil hat 10 Delaunay-Belleville-, 10 B.W.-Kessel und zwei Turbosätze von je 37 500 kVA, wobei alle Einheiten denjenigen des Werkes „Norden" gleich sind. Infolge Platzmangels wurde jedoch die Kohlenlagerung in Bunkern auch für den neueren Teil belassen, so daß das Kraftwerk 4 Lagerbunker mit etwa 40 000 t Fassungsvermögen besitzt. Die Kohlenförderung geschieht entweder durch Bahnanfuhr oder durch Kahn; eine in einer Untergrundgalerie untergebrachte Kettenbahn führt von dem 260 m entfernten Seineufer zu dem Kohlenlager. Auch die allgemeine Anordnung der Schaltanlage ist derjenigen des Werkes „Norden" gleich; vom Werke gehen 35 vieradrige Kabelleitungen ab.

Der gegenwärtig im Bau befindliche dritte Teil des Werkes „Süden" wird die dritte neuzeitliche Entwicklungsstufe der Werke der C.P.D.E. vorstellen. Er wird 6 Steilrohrkessel mit je 1800 m² Heizfläche und Staubfeuerung enthalten, welche 72 t/h im normalen und 100 t/h im forcierten Gang liefern werden. Die drei Quertrommeln jedes Kessels, die 1,2 m Innendurchmesser bei 8 m Länge und 80 mm Wandstärke besitzen, sind aus einem Stück geschmiedet. Der Dampfdruck im Kessel beträgt 44 atü. Es sind nicht Rauchgas- sondern Luftvorwärmer System Roubaix mit 2750 m² Heizfläche vorgesehen. Die Kohle (Steinkohle mit 7000 kcal.) wird in einer zentralen Kohlenaufbereitungsanlage vorbereitet. Diese besitzt zwei selbständige Teile mit je einer mit Staubkohle beheizten Trockentrommel von 28 t/h Leistung, je zwei Mühlen von 14 t/h Leistung, nebst Rohkohlen- und Staubkohlenbunkern usw. Die Staubkohle wird pneumatisch zu den Kesselbunkern befördert. Der Feuerraum jedes Kessels hat 400 m³, und seine Wände sind mit einem Wasserrohrsystem von 160 m² Heizfläche bedeckt. Die stündliche Höchstleistung wird 54 kg/m² Dampf ergeben.

In dem Maschinenhaus werden aufgestellt: Ein Turbosatz von 37 500 kVA (überlastbar bis 43 500 kVA), dessen Reaktionsturbine von 1500 U/min zwei Hochdruckteile und einen Niederdruckteil besitzt, und zwei Turbosätze von je 13 750 kVA, deren Turbinen denjenigen der beiden bestehenden 37 500 kVA-Einheiten als Hochdruckturbinen vorgeschaltet werden. Der Dampfdruck der bestehenden Einheiten (14 atü) führte zwangläufig zum Dampfdruck von 35 atü für die Hochdruckturbinen, was 44 atü am Kessel ergab.

Das Kondensat der neuen 37 500 kVA-Turbine und teilweise auch dasjenige der bestehenden Einheiten werden in drei Stufenvorwärmer gedrückt, die durch Anzapfdampf von 0,85, 3,55 und 9,25 ata beheizt werden. Außerdem wird zum Heizen Abdampf der Hilfsmaschinen verwendet. Die Speisewassertemperatur wird 170 ° betragen. Das Zusatzwasser wird auf chemischem Wege gereinigt und destilliert; durch Spezialapparate wird auch CO_2 und O_2 aus dem Kondensat entfernt (System Kreglinger-Cochrane).

Sämtliche Hilfsmaschinen, die keiner Geschwindigkeitsregelung bedürfen, sind mit Wechselstrom angetrieben, wobei bis zu 30 kW Kurzschlußmotoren verwendet werden. Wo Geschwindigkeitsregelung notwendig erscheint (Kesselventilatoren, Kohlenbeförderung usw.), wird Gleichstrom verwendet. Die Kühlung sämtlicher Motoren eines jeden Kessels geschieht durch eine Zentralanlage mit entsprechenden Luftfiltern und Ventilatoren. Hilfsmaschinen des Maschinenhauses werden bis auf die Vakuumpumpe mit Dampfturbinen angetrieben. (M. E. Imbs, Génie Civil Bd. 91, S. 289 u. 317.) *ak.*

Apparatebau.

Gekapselte Niederspannungs-Masttrennschalter. — In Ortsnetzen mit Niederspannungen bis 500 V und in stark besiedelten Landnetzen war es früher allgemein nötig, bei Störungen in Niederspannungsteilen den Transformator abzuschalten. Dabei wurden unverhältnismäßig große Netzteile vollkommen überflüssig in die Betriebstörung hineingezogen, da das Netz eine Unterteilung mit entsprechenden Abschaltmöglichkeiten nicht besaß. Um diese Nachteile zu beseitigen, die sich auf dem flachen Lande besonders während der Erntezeit recht unangenehm auswirkten, werden neuerdings auch die Freileitungs-Niederspannungsnetze an gewissen Verteilungspunkten abschaltbar eingerichtet.

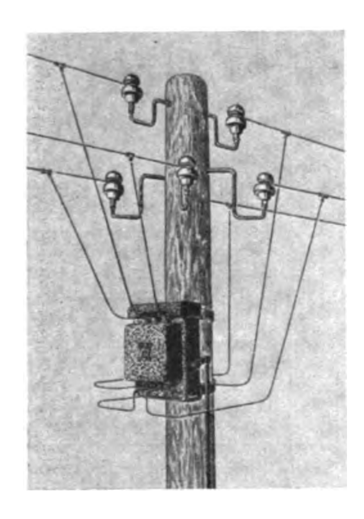


Abb. 4. Gekapselter Niederspannungs-Masttrennschalter für Befestigung am Mast.

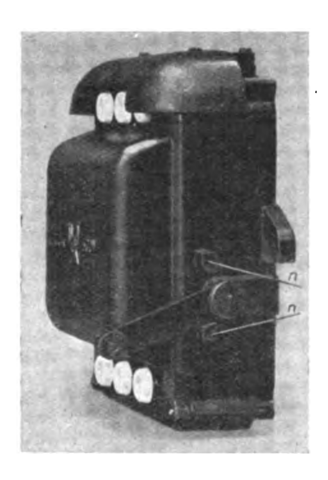


Abb. 5. Freileitungs-Niederspannungs-Masttrennschalter mit Stangenantrieb.

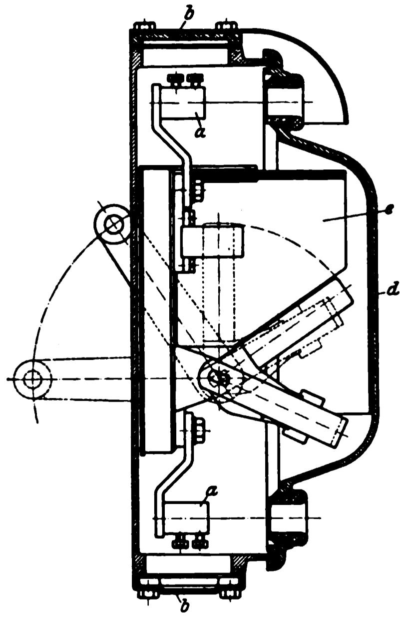


Abb. 6. Schnitt durch den Niederspannungs-Masttrennschalter.

Abb. 4 zeigt die Montage eines solchen gußgekapselt ausgeführten Masttrennschalters in Verbindung mit einem Stangenantrieb. Die Ausführung dieses Antriebes ist in verschiedener Weise möglich. So ist z. B. auch eine Seilkonstruktion ausgeführt worden; an einigen anderen Stellen wird von dem Antrieb überhaupt abgesehen, und die Betätigung des Schalters erfolgt durch eine Trennschalter-Zugstange. Die Gestängeanordnung hat den zweifellosen Vorteil, daß die eigentliche Betätigungsstelle am unteren Teil des Mastes in geeigneter Weise durch ein Schloß oder in anderer Form blockiert werden kann, so daß der Antrieb von Unberufenen nicht betätigt werden kann. Die Schalter haben gegenüber den normalen Porzellan-Trennschaltern den Vorteil, daß sie gegen alle Witterungsunbilden unempfindlich sind, daß z. B. Porzellanbrüche bei rasch wechselnden Außentemperaturen vermieden werden, überhaupt eine höhere Lebensdauer erreicht und somit die Betriebsicherheit der Anlage gesteigert wird.

Abb. 5 stellt die Ansicht des geschlossenen Schaltkastens mit den Drahteinführungsstellen dar. Die Befestigung des Apparates an Eisenmasten ist durch einfache Bolzenverschraubung und Gegenlasche durch das Gitterwerk des Mastes in leichter Weise ausführbar. Bei Holzmasten sind runde Schellen notwendig, die um den Mast herumgelegt werden und die mit den Befestigungsflanschen des eigentlichen Trennschaltergehäuses ebenfalls durch Bolzen verschraubt werden. Bei der Konstruktion ist Wert auf eine möglichste Kleinheit des Apparates gelegt worden, um die einfache Leitermontage durch einen Mann noch zu ermöglichen.

Abb. 6 zeigt den Schnitt durch den Trennschalter. *a* sind die Anschlußstellen für die Zu- und Abführung,



die als kräftige Spezial-Büchsenkontakte ausgeführt werden. Die NGA-Leitung braucht nur abgeschält und durch die Isoliertülle hindurch in die Anschlußbuchse gesteckt zu werden, die Verschraubung erfolgt dann durch die hierfür vorgesehene Dichtungskappe *b* von außen. Es ist somit nicht unbedingt notwendig, bei der Montage den Deckel *d* abzuschrauben. Um eine mögliche Einwirkung des Schaltfeuers auf den Deckel zu vermeiden, ist dieser entsprechend hoch gezogen und mit einer feuerfesten Auskleidung versehen. Außerdem sind oberhalb der Trennmesser besondere Feuerkammern *e* vorgebaut. Um eine Überlastung der Schalterachse des Trennschalters zu verhindern, ist der Antriebshebel als besonderer Kuppelungsteil ausgeführt, außerdem sind zwei Begrenzungsnocken *n* (Abb. 5) vorgesehen.

Der Apparat wird von der Firma Voigt & Haeffner A.-G., Frankfurt a. M., hergestellt. *mdt.*

Das Impedanzrelais, seine Entwicklung und Anwendung. — Das von der Westinghouse Electric Co. entwickelte Impedanzrelais ist erstmalig im Jahre 1923 beschrieben worden[1], und es hat seitdem in Amerika und auch in Europa viel Anwendung gefunden. Das Relais ist erheblich verbessert worden. Besondere Schwierigkeiten sind bei der Anwendung in Höchstspannungsnetzen eingetreten, wenn es sich darum handelte, ohne Spannungswandler zu arbeiten.

In seiner Bauweise ist das Impedanzrelais dem Ferraris-Überstromrelais ähnlich, nur mit dem Unterschied, daß dem Stromantrieb ein Spannungstriebwerk entgegenarbeitet. Hat der Strom einen gewissen Wert erreicht, so fängt die Scheibe an zu laufen mit einer dem Strom proportionalen Geschwindigkeit. Es wird eine Feder gespannt, an deren anderem Ende die Spannung einwirkt. Es läßt sich damit erreichen, daß die Abschaltezeit des Relais proportional der Impedanz ist, so daß das dem Fehlerort benachbarte Relais zuerst auslöst, u. zw. möglichst unabhängig vom Strom, was aber bei der vorliegenden Konstruktion der Westinghouse Co. nur sehr angenähert erreicht worden ist. Die Stromansprechgrenze des Impedanzrelais wird durch Anzapfungen der Stromspule eingestellt, die Spannungsempfindlichkeit durch Vorwiderstände, die neuerdings getrennt vom Relais angeordnet sind. Die Wirkung des Impedanzelementes ist durch das Richtungselement kontrolliert, d. h. die Leistung muß in der normalen Richtung eine gewisse Zeit fließen, bevor das Impedanzelement seine Kontakte schließen kann. Es kann also bei plötzlicher kurzzeitiger Umkehr der Leistungsrichtung, wie sie beispielsweise bei der Umschaltung eines Netzes vorkommen kann, nicht auslösen. Bevor das Richtungselement nicht Kontakt gegeben hat, kann die Scheibe des Impedanzelementes nicht rotieren.

Die Spannung wird am besten der Oberspannungsseite durch Spannungswandler entnommen. Da aber solche für Höchstspannungen sehr teuer sind, hat man die Spannung auch auf der Unterspannungseite der Großtransformatoren abgenommen, obwohl damit in vielen Fällen Fehlschaltungen entstehen können. Mit zwei, in dem Aufsatz als KX- und KY-Kompensator bezeichneten und beschriebenen Verfahren läßt sich der Spannungsabfall der Leitung und des Transformators selbsttätig berichtigen. Auch von Kondensatordurchführungen hat man den Spannungskreis der Relais bereits gespeist, hier ist aber störend, daß die dabei verfügbare Leistung sehr viel kleiner ist als bei Spannungswandlern und meist für die normalen Relais nicht ausreicht.

Bei geerdetem Nulleiter kann sich der Erdschlußstrom je nach den Betriebsbedingungen oder der Güte der Erdung in sehr weiten Grenzen ändern. Der Gebrauch von Impedanz-Erdungsrelais in Verbindung mit Erdschluß-Richtungsrelais, die mit dem Reststrom und der Erdspannung arbeiten und die sehr empfindlich gemacht werden können, weil sie vom Belastungstrom unabhängig sind, bringt den Vorteil, daß schwere Erdschlüsse durch das Impedanzrelais sofort abgeschaltet werden, und daß weniger starke Erdschlüsse durch das empfindlichste, zeitgestaffelte Erdschluß-Richtungsrelais langsamer abgeschaltet werden. In ausgedehnten Netzen mit geringer Generatorleistung kann der minimale Kurzschlußstrom kleiner sein als der maximale Belastungsstrom. Für solche Zwecke ist ein Impedanzrelais mit niedriger Stromeinstellung und einem Anregungsorgan (Überstromrelais oder Spannungsenkungsrelais) entwickelt worden, das das Impedanzrelais nur arbeiten läßt, wenn das betreffende Merkmal (Überstrom oder Spannungsabfall) zutrifft. (Mc. L a u g h l i n u. E r i c k s o n, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 47, S. 278.) *Kth.*

---

[1] J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 42, S. 793.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Transformatoren-Prüffeld in Dresden. — Die Städt. Elektrizitätswerke D r e s d e n verfügen über eine eigene Transformatoren-Reparaturwerkstatt, um die in großer Zahl vorhandenen Transformatoren bei eingetretenen Störungen rasch wieder dem Betrieb zuführen zu können. Für die Prüfung dieser Transformatoren nach den VDE-Vorschriften wurde ein neuzeitliches Prüffeld errichtet. Es ist ausgebaut für Durchführung der Prüfung auf Isolierfestigkeit (Wicklungs- und Windungsprobe), Bestimmung der Verluste (Leerlauf- und Wicklungsverluste), Messung des Übersetzungsverhältnisses an Transformatoren für Betriebspannungen von 110 ... 20 000 V, bei Leistungen bis 150 kVA. Als Richtlinie für die elektrischen Einrichtungen

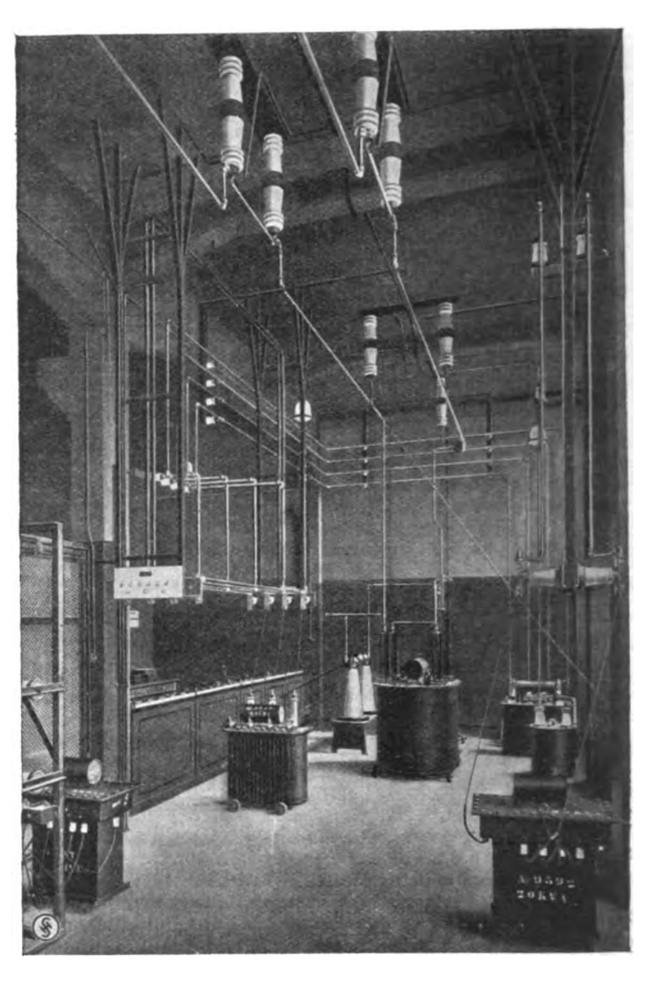


Abb. 7. Das Transformatoren-Prüffeld des Städt. Elektrizitätswerkes Dresden.

galt, sämtliche Meßschaltungen fest zu verlegen, damit kein zeitraubender Aufbau für Anschluß und Prüfung der Transformatoren entsteht. Dies bedingte eine festverlegte Leitungsanordnung sowohl für die Nieder- und Hochspannungsleitungsführung als auch für die Meßleitungen. Sie führte weiter dazu, alle zur Bedienung und Messung erforderlichen Regeleinrichtungen, Schalter und Meßgeräte zu einer Bedienungsanlage zu vereinigen. Das Prüffeld ist in zwei Räume geteilt, in einen Bedienungs- und Meßraum und den eigentlichen Prüfraum (Abb. 7 und 8). Das zentrale Schaltpult enthält eine Bedienungseinrichtung für einen 150 kV-Hochspannungs-Prüftransformator, eine gleiche für einen 20 kV-Prüftransformator, die Regel- und Schaltgeräte für einen Drehstrom-Prüfumformer sowie eine Spannungsregelungs- und -meßeinrichtung für Leerlauf- und Kurzschlußversuch. Ferner ist getrennt davon noch eine Einrichtung für die Messung des Übersetzungsverhältnisses sowie der Windungszahl von Spulen vorhanden. Jede einzelne dieser Einrichtungen kann sowohl vom Netz als auch von dem genannten Prüfumformer gespeist werden. Der Antriebsmotor dieses Umformers, ein Kommutatormotor, ist in seiner Drehzahl so regelbar, daß dem Generator die Nennspannung bei Frequenzen von 50 ... 100 Hz entnommen werden kann, was für die Win-

dungsprüfung erforderlich ist. Die Leistung des Generators beträgt 15 kVA. Er ist im Keller aufgestellt und wird vom Schaltpult aus gesteuert. Der Hilfsmotor für die Bürstenverstellung des Motors zum Zweck der Drehzahlregelung besitzt eine Schutzschaltung, die dafür sorgt, daß der Anlauf immer mit der kleinsten Drehzahl erfolgt. Die

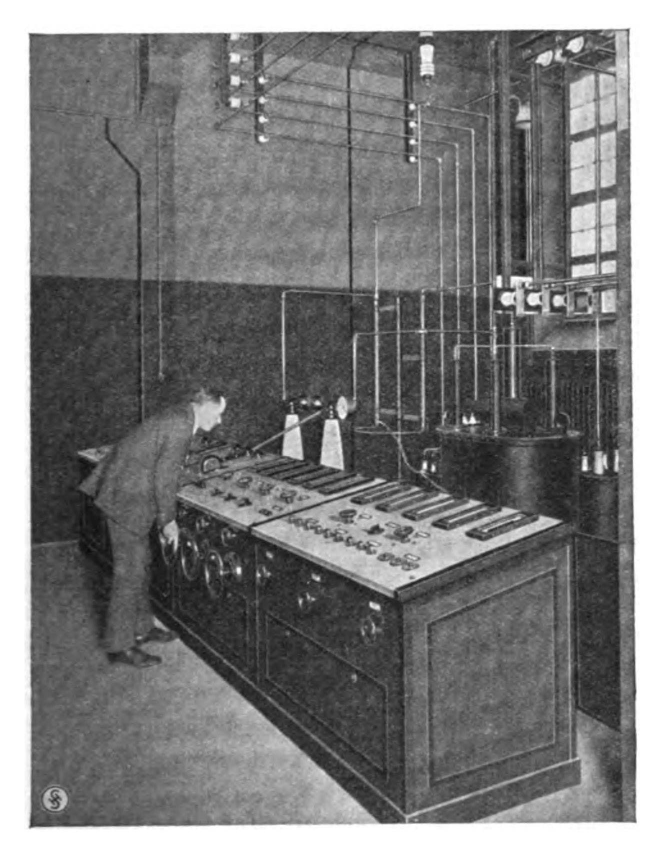


Abb. 8. Blick in das Prüffeld vom Bedienungsraum aus.

beiden Prüftransformatoren sind primär und sekundär umschaltbar und einpolig erdbar. Die Spannungsregelung erfolgt mittels stufenloser Regeltransformatoren. Um die Stromaufnahme der Prüftransformatoren und damit den Isolationszustand der zu prüfenden Wicklungen gut beobachten zu können, sind in den Primärkreis primär angezapfte Strommeßwandler für je 3 verschiedene Meßbereiche gelegt. Für die primärseitige Spannungsmessung sind Spannungsmesser mit veränderlichem Vorwiderstand, wozu eine Glühlampe dient, verwendet. Das bringt den Vorteil, daß die Meßgeräte bereits von $^1/_{10}$ der Nennspannung an ablesbar sind. Eine 15 cm-Kugel-Meßfunkenstrecke gestattet auch die Spannungsmessung auf der Hochspannungsseite. Die Regel- und Meßeinrichtung zur Ermittelung der Verluste bei Leerlauf und Kurzschluß besteht aus 3 Regeltransformatoren zur Entnahme von Phasenspannungen von 0 ... 220 V bei Strömen bis 100 A. Sie sind in Stern geschaltet und können auch unabhängig voneinander benutzt werden. Zur Erzielung höherer Spannungen, die für Transformatoren entsprechender Betriebspannungen benötigt werden, wird ein Drehstromtransformator für 3 × 7600/440 V zwischengeschaltet. Die Meßeinrichtung ermöglicht die Messung von Strom, Spannung und Leistung gleichzeitig in den drei Phasen, u. zw. sowohl bei Nieder- als auch bei Hochspannung. Die Umschaltung der Meßgeräte erfolgt dabei mittels besonders ausgebildeter Schalter vom Schaltpult aus, wobei die nicht benutzten Stromwandler sekundär kurzgeschlossen werden. Für die Durchführung von genauen Messungen ist im Bedienungsraum eine Meßstelle für den Anschluß von Präzisionsmeßgeräten vorgesehen.

Bei der Einrichtung für die Messung des Übersetzungsverhältnisses von Transformatoren und der Windungszahl von Spulen wird der zu prüfende Transformator von der gleichen Spannung erregt wie ein Vergleichstransformator. Die Sekundärwicklung dieses Vergleichstransformators besteht aus 4000 Windungen und ist in eine Anzahl Stufen unterteilt, welche zu Schaltern geführt sind. Die Sekundärwicklungen des zu messenden und des Vergleichstransformators werden unter Zwischenschaltung eines Nullvoltmeters gegeneinander geschaltet. Mit den Windungsschaltern wird die Windungszahl so lange geändert, bis das Instrument auf Null zeigt. Aus dem jeweiligen Übersetzungsverhältnis des Vergleichstransformators ergibt sich das Übersetzungsverhältnis des zu messenden Transformators. Durch Zwischenschaltung eines Hilfstransformators können Übersetzungsverhältnisse bis 1 : 160 gemessen werden. Für die Bestimmung der Windungszahl von Spulen wird ein zweischenkeliger Transformator benutzt, dessen eine Wicklung eine bekannte Windungszahl, z. B. 100, hat, und dessen zweite Wicklung durch die zu messende Spule gebildet wird. Für den Anschluß der zu prüfenden Transformatoren sind Abnahmetafeln vorhanden, welche durch Traggerüste an der Decke befestigt sind (Abb. 7). Alle zu diesen führenden Leitungen sind von oben zugeführt. Der Prüfraum bleibt dadurch frei und übersichtlich, und die Transformatoren können ungehindert bewegt werden. Aus dem gleichen Grunde wurden die Verbindungsleitungen zwischen dem Bedienungsschaltpult und den Hochspannungsprüf- und -meßtransformatoren unter dem Fußboden an der Kellerdecke verlegt.

Die Sicherheitsmaßnahmen gegen unbefugtes Betreten des Prüffeldes sind weitgehend getroffen. Für das Einschalten irgend einer der Prüfeinrichtungen, wenn also die Möglichkeit der Spannungserzeugung gegeben ist, ist Voraussetzung, daß sämtliche Zugangstüren zum Prüffeld geschlossen sind. Warnungslampen an den Zugangstüren zeigen an, wenn gearbeitet wird. Beim Öffnen einer Tür werden sofort sämtliche Prüfeinrichtungen spannungslos. (H. Mehlhorn und R. Bennwitz, Siemens-Z. 1928, S. 453.) *Sb.*

Beleuchtung.

Nomogramme für photometrische Berechnungen. — Bei Kenntnis der Lichtverteilungskurve einer Lichtquelle und der absoluten Helligkeitswerte läßt sich mittels der Fluchtlinientafel Abb. 9 auf einfache und schnelle Weise der Lichtstrom bestimmen, welcher in die einzelnen Raumwinkelzonen ausgestrahlt wird. Denkt man sich eine Einheitskugel um die Lichtquelle als Mittelpunkt gelegt, und bilden zwei Radien dieser Kugel mit der Symmetrieachse

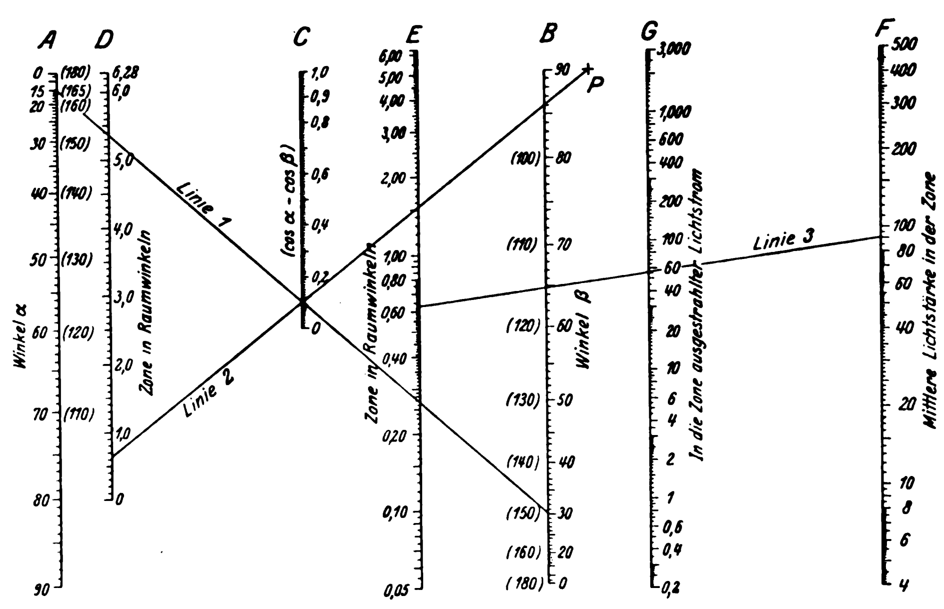


Abb. 9. Nomogramm zur Berechnung des Lichtstromes.

der Lichtverteilungskurve die Winkel α und β, so wird durch diese Radien bei einer Drehung um die Symmetrieachse auf der Kugeloberfläche eine Zone herausgeschnitten, deren Größe in Raumwinkeln $2\pi(\cos\alpha - \cos\beta)$ ist. Dieser Wert, mit der sich aus der Lichtverteilungskurve ergebenden mittleren Lichtstärke der betreffenden Zone multipliziert, ergibt den in diese Zone ausgestrahlten Lichtstrom.

In Abb. 9 sind auf der Skala *A* und *B* die Winkel α und β aufgetragen. Die Verbindungslinie zweier Punkte dieser Skala ergibt auf der Skala *C* die Größe $(\cos\alpha - \cos\beta)$ und die Verbindungslinie dieses Punktes mit dem zwischen den Skalen *B* und *G* liegenden Punkt *P* auf der Skala *D* die Größe $2\pi(\cos\alpha - \cos\beta)$. Dieser Wert wird auf die Skala *E* übertragen und der betreffende Punkt mit dem mittleren Lichtstärkewert der betreffenden Zone auf der Skala *F* verbunden. Der Schnittpunkt dieser Verbindungslinie bezeichnet auf *G* den Wert des Lichtstromes, welcher in die Zone zwischen den Winkeln α und β gestrahlt wird.

In dem in vorliegendem Nomogramm eingezeichneten Beispiel liegt die Zone zwischen den Winkeln 15° und 30°. Die Verbindungslinie der Punkte *A* und *B* ergibt auf *C* den Wert $(\cos\alpha - \cos\beta) = 0,1$ und durch Verbinden dieses Punktes mit Punkt *P* auf Skala *D* den Wert $2\pi(\cos\alpha - \cos\beta) = 0,628$. Dieser Wert wird auf Skala *E* übertragen. Für die mittlere Lichtstärke zwischen 15° und 30° von 90 Kerzen (Skala *F*) ergibt sich auf Skala *G* ein Lichtstrom von 56 Lumen. Bezeichnet *F* Hefnerkerzen, so ergeben sich auf *G* Hefnerlumen, bezeichnet *F* internationale Kerzen, so ergeben sich auf *G* internationale Lumen. (H. S. Bull, El. World Bd. 91, S. 807.) *Schb.*

Bergbau und Hütte.

Berechnung der Stromkreise elektrischer Lichtbogenöfen. — Remo Catani gibt in klarer und ausführlicher Weise Schritt für Schritt die Berechnung der Stromkreise elektrischer Lichtbogenöfen für einige Fälle an. Er untersuchte zunächst Einphasenöfen (also mit nur einem Stromkreis), wobei die Annahme gemacht wird, daß die Spannung und der Strom in Sinusfunktionen verlaufen.

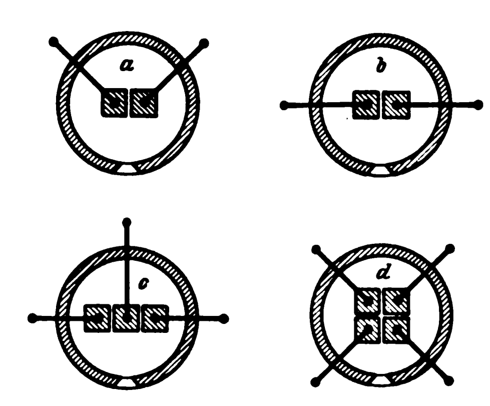


Abb. 10. Schema von Lichtbogenöfen mit mehreren Stromkreisen.

Die einzelnen Kapitel erstrecken sich auf die maximale Scheinleistung — die maximale (aufgenommene) Wirkleistung — die Widerstände (in den Leitungen, den Elektroden und dem Lichtbogen) — die Reaktanzen — den Wirkungsgrad, insbesondere die Zusammenhänge zwischen Wirkungsgrad und Leistung und die Berechnungen auf Basis der Leistung und der Spannung.

In dem zweiten Teil der Abhandlung werden die Betrachtungen des ersten Teils auf Öfen mit mehreren Stromkreisen ausgedehnt (Abb. 10). (R. Catani, Vortr. vor der Am. Electrochem. Soc. 22. IX. 1927. Advance Copy Nr. 8.) *V. E.*

Werkstatt und Baustoffe.

Metallisierung von Papier. — Im Laboratorium von Dr. M. U. Schoop, Zürich, ist es nach zahlreichen Versuchen gelungen, Papiere aller Art mit festhaftenden, gleichmäßigen Metallüberzügen zu versehen, welche trotz des schwachen Auftrages (0,01 ... 0,015 mm) metallische Kontinuität aufweisen. Es kann jedes beliebige Metall aufgetragen werden, meistens handelt es sich aber um Kupfer, Silber oder Aluminium. Im wesentlichen ist das neue Verfahren dadurch gekennzeichnet, daß verflüssigtes Metall in außerordentlich feiner Zerstäubung „aufgestrahlt" wird, wobei sich Überzüge von überraschender Haftintensität bilden. Diese metallisierten Papiere finden in erster Linie in der Kabel- und Telephontechnik Verwendung, neuerdings auch zur Herstellung von Kondensatoren mit großen Kapazitäten bei kleinster Raumbeanspruchung. *sp*

Verschiedenes.

Die Elektrotechnik auf der 6. Internationalen Bureauausstellung. — Im neuzeitlichen Bureaubetrieb macht man sich in ständig wachsendem Umfange die zahlreichen Vorteile zunutze, welche die Verwendung elektrischer Hilfsmittel bietet. Infolgedessen nahm die Elektrotechnik auf der 6. Internationalen Bureauausstellung, die Anfang September in Berlin stattfand, einen breiten Raum ein. Bei einer Bureaumaschine, die auch nur einigermaßen leistungsfähig sein soll, verlangt man heute ohne weiteres elektrischen Antrieb, und darum war ein großer Teil der ausgestellten Vervielfältigungs-, Adressier-, Rechen- und Buchhaltungsmaschinen mit Motorantrieb ausgerüstet. Elektrische Schreibmaschinen sah man auf den Ständen der Mercedes-Werke und der Remington-Gesellschaft. Beide Maschinen sind als vollelektrisch anzusehen (Abb. 11),



Abb. 11. Vollelektrische Mercedes-Schreibmaschine mit elektrischem Wagenaufzug und elektrischer Umschaltung.

da nicht nur der eigentliche Schreibvorgang auf elektrischem Wege erfolgt, sondern auch der Rücklauf des Wagens, das Weiterschalten der Zeilen, das Umschalten auf große Buchstaben usw. Weiterhin zeigten die Mercedes-Werke ihre vollelektrische Rechenmaschine „Euklid", während die Ankerwerke, Bielefeld, mit elektrischen Buchungsmaschinen für die verschiedensten Zwecke vertreten waren (Abb. 12). Elektrische Adressiermaschinen hoher Leistungsfähigkeit waren besonders auf dem Stande der Adrema-Gesellschaft zu sehen. Die Verwendung der meisten Typen solcher Maschinen ist nicht nur auf das Schreiben von Adressen beschränkt, auch z. B. Prämienquittungen mit fortlaufenden Monatsnamen und dergl. können auf solchen Maschinen hergestellt werden. Eine neue Rechenmaschine, den Hamann-Automaten mit elektrischem Antrieb, bringen die Deutschen Telephonwerke. Der Antriebsmotor arbeitet nur während des Rechenvorganges, so daß eine beträchtliche Ersparnis an Strom und Material eintritt. Die Sartoriuswerke, Göttingen, zeigten eine elektrische Briefwaage, die nach einem Druck auf eine Taste das für die aufgelegte Sendung zu zahlende Porto auf Transparenten anzeigt.

Der Bedeutung der Fernmeldetechnik für das moderne Bureau entsprechend war dieser Zweig der Elektrotechnik in großem Umfange vertreten. Während sich die Berliner Privat-Telephon-Gesellschaft auf einen Repräsentationsstand beschränkte, zeigten die Deutschen Telephon- und Kabelwerke und Siemens & Halske sehr umfangreiche Anlagen, vor allem Selbstanschluß-Fernsprecheinrichtungen. Siemens & Halske brachten zum ersten Male derartige Anlagen mit Suchanlagen kombiniert, die in hohem Maße dazu beitragen, die Weiterleitung ankommender Gespräche an solche Personen zu erleichtern, die gerade nicht an ihrem Arbeitsplatz sind. Die Einrichtung arbeitet in der Weise, daß man zunächst mit der Nummernscheibe eine bestimmte Nummer wählt, wodurch die Verbindung mit der Rufanlage hergestellt ist. Darauf wählt man die dem gewünschten Teilnehmer zugeordnete Rufnummer, und hierdurch schalten sich in allen Teilen des Gebäudes ange-

brachte farbige Lampen ein, u. zw. in einer ganz bestimmten Zusammenstellung. Diese Lampen sieht der gerufene Teilnehmer, geht zum nächsten Fernsprecher, wählt die zuerst erwähnte Nummer und ist dann mit dem rufenden Teilnehmer verbunden. Überhaupt haben Siemens & Halske ihre Fernsprechanlagen durch Einzelheiten vervollkommnet. Man schließt z. B. die an den Zimmern bevorzugter Personen angebrachten Leuchtschilder, die angeben, ob der Eintritt erlaubt ist oder nicht, und die vom Schreibtisch aus eingeschaltet werden, an die selbsttätige Hausfernsprechanlage an und kann durch das Wählen einer Rufnummer feststellen, ob es Zweck hat, den Weg zu dem betreffenden Zimmer anzutreten. Bemerkenswert war auch eine ebenfalls im Betrieb vorgeführte „Sekretärschaltung", bei der ein Sekretär ankommende Anrufe entgegennimmt und je nach seiner Weisung weiterleitet oder nicht. Bei einer neuartigen Anwesenheitsmeldevorrichtung legt der das Haus Betretende einfach seinen Schalter um, und darauf kann die Bedienung der Telephonzentrale durch das Niederdrücken eines Knopfes und an dem dadurch veranlaßten Aufleuchten bzw. Dunkelbleiben des betreffenden Namenschildes die Anwesenheit erkennen. Sehr interessant ist eine neue Konferenzeinrichtung, die es den an die Anlage Angeschlossenen ermöglicht, eine Besprechung miteinander abzuhalten, ohne die Plätze zu verlassen. Der Chefapparat der Anlage (Abb. 13) ist so gebaut, daß man die angeschlossenen Teilnehmer einzeln einschalten kann und die Gespräche sowohl über einen im Fuß des Apparates eingebauten Lautsprecher wie auch über ein gewöhnliches Telephon entgegennehmen kann. Ebenso kann man vom Chefapparat sowohl über ein Mikrophon im Handapparat als auch über ein in der Seitenwand eingebautes Mikrophon sprechen. Eine ähnliche Konferenzanlage zeigte die Berliner Tele-Transmitter G. m. b. H. An sonstigen Fernmeldeanlagen sind noch elektrische Uhrenanlagen zu erwähnen. Solche zeigten außer Siemens & Halske die Firma Bürk Söhne in Schwenningen und R. Pitsch, Berlin.

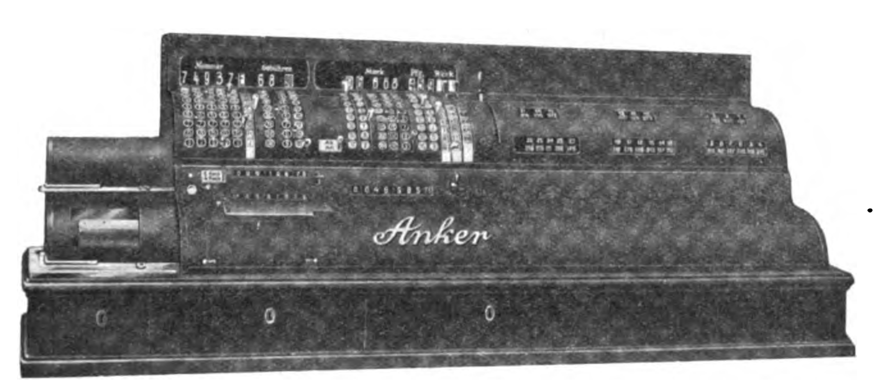


Abb. 12. Elektrische Registrier-Buchungsmaschine der Ankerwerke zum gleichzeitigen Druck von Kontenkarten und Belegen.



Abb. 13. Chefapparat einer Konferenz-Fernsprechanlage.

Für den Bureaubetrieb eignen sich besonders die elektrischen Handzeitstempel von Siemens & Halske (Abb. 14), die es ermöglichen, Schriftstücke usw. mit der genauen Zeit zu versehen. *Jkl.*



Abb. 14. Elektrischer Handzeitstempel zum Anschluß von Zentraluhrenanlagen.

Reichsunfallverhütungswoche 1929. — Die in der ETZ 1928, S. 1449, angekündigte Reichsunfallverhütungswoche (Ruwo) findet infolge eines Beschlusses der Zentralstelle nicht vom 20. ... 26. I. 1929, sondern vom 24. II. ... 3. III. statt

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Die Elektrotechnik auf der Leipziger Großen Technischen Frühjahrsmesse 1929. — Nach Mitteilung des Leipziger Meßamtes wird die Elektroindustrie die Große Technische Messe 1929 (3./13. III.) in bedeutendem Ausmaß beschicken; auch Großanlagen — vielfach im Betrieb — werden gezeigt. Die Halle 6 steht diesmal in der Hauptsache der Radiotechnik zur Verfügung. Unter den ausländischen Ausstellungen dürfte vielleicht auch eine solche elektrotechnischer Erzeugnisse der holländischen Industrie zu sehen sein.

Deutsche Ausstellung Gas und Wasser, Berlin 1929. — Einem Bericht des Leiters der Ausstellung über die Vorarbeiten entnehmen wir die Angabe, daß die große Tagung des das Unternehmen mit dem Berliner Messeamt veranstaltenden Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern vom 2. ... 5. VI. 1929 in Berlin stattfindet, und daß demnächst im Interesse der Ausstellung eine Vortragspropaganda einsetzen wird, die die Bedeutung des Gases im Rahmen der deutschen Wärmewirtschaft, im Wohnungsbau und für den Haushalt sowie in Gewerbe und Industrie vor Augen führen soll.

Internationale Frühjahrsausstellungen 1929. — Die Frühjahrsausstellung Utrecht findet vom 19. ... 28. II, die in Lyon vom 4. ... 17. III. 1929 statt.

Energiewirtschaft.

Das Boulder-Damm-Projekt. — Dem amerikanischen Kongreß liegt z. Z. ein Gesetzentwurf, die Swing-Johnson Bill vor, der den Bau eines Staudammes im Colorado, eines damit verbundenen Kraftwerkes, einer rd. 400 km langen Hochspannungsleitung nach Los Angeles und eines nach dem Kaisertale in Kalifornien führenden, ganz durch amerikanisches Gebiet verlaufenden Bewässerungskanales vorsieht. Dieser Gesetzentwurf wird von der Meliorationsabteilung (reclamation service) des Innenministeriums unterstützt, das durch den projektierten Kanal eine wüste Fläche von über 160 000 ha zu bewässern gedenkt. Zwar besteht bereits ein derartiger Kanal, aber er führt z. T. durch mexikanisches Gebiet und wird deshalb als ungenügend angesehen. Die gesamten Kosten des Projektes werden vom Meliorationsamte zu 125 Mill. $ ange-

geben; sie sollen von Bundes wegen durch Ausgabe festverzinslicher Papiere aufgebracht und den Interessenten, in der Hauptsache den anliegenden Staaten und der Stadt Los Angeles, vorgestreckt werden, die sie in 50 Jahren zu tilgen haben. Das Innenministerium rechnet sogar mit einer Tilgungsmöglichkeit in 25 Jahren. Das ganze Projekt begegnet indessen heftigem Widerstande, der rein wirtschaftlich begründet ist, und dessen Analyse ein bezeichnendes Licht auf den gegenwärtigen Zustand der amerikanischen Elektrizitätswirtschaft wirft. Vor allem wird die Verkuppelung des Kraftwerkes mit dem Kanalprojekte getadelt. Die Baukosten des Kanales machen mindestens 25 % der Gesamtsumme aus, eine Tilgung aus eigenen Einnahmen (Wasserverkauf) ist vollständig ausgeschlossen, so daß er mit seinen Zinsen und Tilgungsbeiträgen den Energieverkauf belastet. Dazu führt er auf lange Strecken durch die Wüste, deren Wanderdünen die Unterhaltungskosten voraussichtlich gewaltig anschwellen lassen. Die Rücksicht auf die Lage des Kanals hat weiter zu einer Anordnung des Staudammes geführt, die als höchst unglücklich bezeichnet wird. Es soll hier 1 Mill. PS erzeugt werden. Durch eine Reihe von reinen Kraft-Staudämmen im Colorado mit einem kleinen Bewässerungs-Stausee am unteren Ende des berühmten Cañons könnten aber rd. 5,5 Mill. PS erzeugt, freilich kein Wasser an das Kaisertal abgegeben werden. Weiter wird die ganze Rentabilitätsrechnung des Meliorationsamtes angefochten. Die Baukosten sind wahrscheinlich viel zu niedrig eingesetzt und betragen unter Berücksichtigung der Fehlschätzungen schon für Staudamm und Kraftwerk etwa 180 Mill. $. Den Kapazitätsfaktor, d. h. das Verhältnis von durchschnittlicher zu maximal erzeugbarer Leistung, nimmt das Meliorationsamt zu 55 % an. Gegenwärtig beträgt er für die Kraftwerke Südkaliforniens im Durchschnitt 39,5 %. Man würde natürlicherweise das Boulder-Damm-Kraftwerk höher belasten, und so ist 55 % ein Wert, der zu vertreten ist. Das Meliorationsamt hatte bereits vor 4 Jahren eine Rentabilität der Anlage bei einem Strompreise von 1,26 Pf ab Sammelschiene errechnet. Inzwischen haben sich durch wärmetechnische Verbesserungen die Brennstoffkosten für die kalifornischen Kraftwerke um 0,36 Pf/kWh gesenkt, so daß für die Wasserkraft-kWh ab Sammelschiene nicht mehr als 0,9 Pf erzielt werden dürften. Bei einem solchen Preise wäre Boulder-Damm gegenüber einem in Los Angeles stehenden Dampf- oder Dieselkraftwerke gerade noch wettbewerbsfähig, wobei die Kosten der Übertragung mit 1,14 Pf/kWh angesetzt sind. Heute! Aber wie wird es in 10 Jahren sein? Denn so lange wird die Bauzeit der geplanten Anlage dauern, entgegen der auch hierin optimistischen Schätzung des Meliorationsamtes, das in fünf Jahren fertig zu werden hofft. Schon läuft seit Jahren im Kraftwerke zu Hartford eine kombinierte Dampf-Quecksilberdampf-Anlage, deren thermische Ergebnisse so günstig sind, daß sie bei allgemeiner Einführung des Verfahrens den Verkaufspreis der Boulder-Damm-Energie um weitere 0,42 Pf herabdrücken würden. Eine Rentabilität ist aber selbst bei einem Kilowattstundenpreise von 0,9 Pf kaum zu errechnen, und zwar höchstens für die Kraftanlage allein, ohne den Kanal, bei der Hälfte dieses Preises ist indessen jede Rentabilität ausgeschlossen. Da auch die Zinsen nicht mehr nennenswert sinken können (das Meliorationsamt hatte schon mit nur 4 % gerechnet) dürfte das ganze Projekt an der Unmöglichkeit scheitern, mit einer modernen Wärmekraftanlage in Wettbewerb treten zu können, obwohl die Anlagekosten (auch bei reichlicher Annahme der Bausumme) mit etwa 1150 RM/kW keineswegs als hoch zu bezeichnen sind. (Als vor 1 bis 2 Jahren der Chefingenieur der Southern California Edison Co., Mr. Barr, bei einem Kongresse der American Society of Mechanical Engineers eine solche Entwicklung voraussagte, erregte er geradezu stürmischen Widerspruch, heute ist sie bereits Tatsache geworden. Anm. d. Ref.) Daß damit ein Wendepunkt in der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft erreicht ist, kann nicht bezweifelt werden. Inzwischen hat Präsident Coolidge eine Kommission aus drei bekannten Ingenieuren und zwei Geologen ernannt, die einen sachlichen Bericht über das Projekt erstatten sollen; wie er ausfallen wird, wenn politische Beeinflussung ausgeschlossen bleibt, kann kaum zweifelhaft sein. (El. World Bd. 91, 1928, S. 297.) *Ha.*

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Die Stromerzeugung der 122 Elektrizitätswerke übertraf im September die des Vormonats insgesamt um 11,2 Mill. kWh und arbeitstäglich um 4,048 Mill. kWh. Die Meßziffer gegen den Monatsdurchschnitt 1925 betrug 145,32, die gegen den vorjährigen September 119,50. In den drei ersten Vierteljahren hat die Produktion 10,3 Milliarden kWh erreicht gegen 8,8 in der gleichen Zeit von 1927. Der Anschlußwert der erfaßten industriellen und gewerblichen Verbraucher ist im August gegen den Juli um 15 818 kW gestiegen, der Verbrauch im ganzen um 19,9 Mill. kWh und arbeitstäglich um 54 000 kWh; je 1 kW Anschlußwert weist der Konsum gegen den Vormonat keine Änderung auf, die Meßziffern waren 115,97 bzw. 108,45.

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugt Mill. kWh				Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer							
			insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert Mill. kW		Gesamtverbrauch Mill. kWh		arbeitstäglicher Verbrauch			
											insgesamt Mill. kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927
I.	26	25	1238,9	1036,0	47,6	41,4	4,0	3,7	476,1	382,4	18,3	15,3	4,6	4,1
II.	25	24	1126,4	933,6	45,1	38,9	4,0	3,7	458,4	369,0	18,3	15,4	4,6	4,1
III.	27	27	1169,9	1013,4	43,3	37,5	4,0	3,8	483,7	397,5	17,9	14,7	4,4	3,9
IV.	23	24	1048,9	913,3	45,6	38,1	4,1	3,8	436,5	377,3	19,0	15,7	4,7	4,2
V.	25	25	1083,6	939,0	43,3	37,6	4,1	3,8	444,1	393,2	17,8	15,7	4,4	4,2
VI.	26	25	1084,0	889,0	41,7	35,6	4,1	3,8	458,8	383,8	17,6	15,4	4,3	4,0
VII.	26	26	1123,5	936,7	43,2	36,0	4,1	3,8	478,9	401,3	18,4	15,6	4,5	4,1
VIII.	27	27	1215,4	1011,4	45,0	37,5	4,1	3,8	49[illegible],8	427,7	18,5	15,8	4,5	4,1
IX.	25	25	122[illegible],6	1057,5	49,1	41,1	—	3,9	—	441,7	—	17,0	—	4,4

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Die Kraftversorgung Rhein-Wied A.G., Neuwied a. Rh., verzeichnet für 1927 einen um fast 10 % höheren Gesamtanschlußwert von 17 609 kW (16 051 i. V.), einen Strombezug von 9,659 Mill. kWh (8,567 i. V.) und eine nutzbare Lieferung von 8,359 Mill. kWh, d. s. nahezu 12 % mehr als im Vorjahr (7,467 Mill. kWh); davon haben die Großabnehmer, deren Verbrauch gegen 1926 um etwas über 10 % gestiegen ist, 81 % abgenommen. Im Kleinkonsum betrug die Erhöhung im Mittel rd. 20 % und die durchschnittliche Abgabe je Zähler 127 kWh, womit diese seit Einführung des Grundgebührentarifs um insgesamt 117,5 % gewachsen ist. Der Gesamtverlust hat sich von 12,9 auf 13,4 % erhöht. Die höchste gleichzeitige Belastung der Anlagen (14. XII.) erreichte 2751 kW, so daß also 15,6 % des Anschlußwertes gleichzeitig in Benutzung waren; die mittlere Benutzungsdauer betrug 3520 h (3550 i. V.). Die Gesellschaft hat im Berichtsjahr einen neuen Grundgebührentarif mit einem Arbeitspreis von 10 Pf/kWh eingeführt, der seit dieser Zeit obligatorisch für alle Neuanlagen gilt, während für bereits bestehende weiter 15 Pf gefordert werden. Das Betriebs- und Installationsgeschäft erbrachte 1 502 232 RM (1 312 043 i. V.). Aus dem Bruttoüberschuß von 249 581 RM (201 606 i. V.) hat die Berichterstatterin wieder 8 % Dividende auf nunmehr 1,25 Mill. RM Aktienkapital verteilt.

Die allgemeine Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse hat 1927 beim Städtischen Elektrizitätswerk Bielefeld (30 800 kW Maschinenleistung) zu einer Steigerung des Anschlußwertes von 37 296 auf 39 943 kW oder rd. 214 kW/1000 Einwohner (204,8 i. V.) und der Stromerzeugung von 27,907 auf 37,449 Mill. kWh, also um 34 % geführt. Die Höchstlast der Drehstromzentrale betrug 14 800 kW (11 400 i. V.) und deren Benutzungsdauer 2530 h (2450 i. V.). Der Kohlenverbrauch je erzeugte kWh Drehstrom einschl. Kondensation ist von 0,933 auf 0,84 kg zurückgegangen. An die Sammelschienen wurden 35,684 Mill. kWh (25,974 i. V.) und nutzbar 31,885 Mill. kWh (22,309 i. V.) abgegeben. Von insgesamt 31,661 bezahlten Mill. kWh (22,213 i. V.) entfielen 76 % auf den Verbrauch für gewerbliche Zwecke, 18,4 % auf Beleuchtung und 5,6 % auf die Straßenbahn. Das Betriebsamt hat mit den VEW und dem Großkraftwerk Hannover einen es zunächst in keiner Weise bindenden Strombezugsvertrag geschlossen. Die Einnahme aus dem Arbeitsverkauf, an der der Konsum für gewerbliche Zwecke mit 50,7, die Beleuchtung mit 46,34 und die Straßenbahn mit 2,96 % beteiligt waren, betrug 4 063 370 RM (3 244 553 i. V.). Dazu kamen an Zähler- und Transformatorenmiete 120 514 RM (109 286 i. V.) und an Verschiedenem 147 843 RM (178 971 i. V.). Der Betriebsüberschuß stellte sich auf 2 140 823 RM (1 507 168 i. V.) und der Reingewinn für die Kämmereikasse auf 0,8 Mill. RM (0,85 i. V.).

Am Ende des Geschäftsjahres 1927 verfügte der Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke, Biberach a. d. Riß, in eigenen Werken

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1754. Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928, S. 768.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1793.



über 27 325 kW Wasser- und 21 665 kW Wärmekraft, zusammen mithin über 48 990 kW (41 379 i. V.). Der Gesamtanschlußwert betrug 130 000 kW (119 900 i. V.), wovon 85 850 kW (80 470 i. V.) auf Motoren entfielen. Die geringere Steigerung gegenüber 1926 wird u. a. damit erklärt, daß sich die allgemeine Anschlußbewegung im Versorgungsgebiet der OEW allmählich der Sättigung nähere. Erzeugt wurden im Dampfkraftwerk Ulm 1,854, in den Illerkraftwerken 88,135 und im übrigen 5,940, zusammen also 95,929 Mill. kWh (72,528 i. V.), so daß sich mit 17,095 Mill. kWh Strombezug (10,876 i. V.) ein Gesamtstromumsatz von 113,024 Mill. kWh ergibt (83,404 i. V.), wovon 83,3 % auf die Produktion aus eigenen Wasserkräften, 1,6 % auf Stromgewinnung aus eigener Wärmekraft und 15,1 % auf Fremdstrombezug entfielen. Vorteilhafte Energieerzeugung in eigenen Wasserkraftwerken, rationelle Verbundwirtschaft mit großen Nachbarunternehmungen und starke Werbekraft des Grundgebührentarifs haben es ermöglicht, die von der Direktion als im Vergleich zu ähnlichen Unternehmungen mäßig bezeichneten Strompreise auch weiterhin aufrecht zu erhalten. Auf die Inbetriebnahme der Illerstufe IV Unterdettingen ist in der ETZ 1928, S. 1337, hingewiesen worden; sie hat das große Bauprogramm über drei Kraftwerke im Zug des 20,6 km langen Illerkanals abgeschlossen; die Ausbauleistung dieser Werkgruppe beträgt nunmehr rd. 40 000 PS. Ein großes Gegenbecken von 1,8 Mill. m³ absenkbarem Stauinhalt ermöglicht für die Kraftstufen Tannheim und Unteropfingen Tagesspeicherwirtschaft. Mit dem Elektrizitätswerk Tettnang hat der Bezirksverband auch eine kleine Wasserkraftanlage Brochenzell an der Schussen erworben, die jetzt mit Erfolg automatisch betrieben wird. Die Höchstlast an Werktagen hat sich von 26 000 auf 31 200 kW und ihre Benutzungsdauer von 3210 auf 3638 h erhöht. Mit Ausnahme einer Leitung nach Ebingen ist nunmehr das ganze 55 kV-Netz fertiggestellt. Der Stromverkauf erbrachte 7 400 930 RM (6 179 907 i. V.), wozu an sonstigen Einnahmen 90 467 RM zu rechnen sind (191 643 i. V.); der Reinertrag von 54 524 RM (44 114 i. V.) wurde wieder vorgetragen.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ

Nachbau nicht geschützter Konstruktionen. — Die Frage, ob es auf Grund der Bestimmungen des UWG. möglich ist, den Nachbau auch solcher Maschinen zu unterbinden, die nicht oder nicht mehr geschützt sind, hat in den letzten Jahren infolge der bekannten Entscheidung des RG. vom 3. XII. 1924[1] die beteiligten Kreise sehr beschäftigt. Es ist deshalb eine Entscheidung des 2. Zivilsenats des RG. vom 31. I. 1928 von großer Bedeutung, die zu dieser Frage grundsätzlich Stellung nimmt. Das RG. hat hierzu ausgeführt:

„Es ist ein in der Rechtsprechung des RG. anerkannter Grundsatz, daß eine schrankenlose Ausnutzung fremder Gedanken und Arbeiten auch außerhalb des Gebietes der gewerblichen Schutzrechte nicht schlechtweg zulässig ist. Neben den besonderen Vorschriften der gewerblichen Schutzgesetze stehen ergänzend die des allgemeinen bürgerlichen Rechts und des Wettbewerbsgesetzes. Das hat der erkennende Senat schon häufig ausgesprochen für das Warenzeichenrecht, das er nur als einen Ausschnitt aus dem Wettbewerbsrecht für das Gebiet der Warenbezeichnungen betrachtet. Das kann zur Folge haben, daß eine Warenbezeichnung auch nach Ablauf der Zeitdauer des formalen Zeichenschutzes oder schon vor ihrer Eintragung nach Wettbewerbsgrundsätzen oder nach § 826 BGB. Schutz gegen Nachahmungen genießt. Nur soweit das Sonderrecht der gewerblichen Schutzrechte die Anwendung jener ergänzenden Vorschriften ausdrücklich oder sinngemäß ausschließt, muß sie unterbleiben. . . . . Ein solcher Ausschluß vor Erwerb und nach Ablauf des gewerblichen Rechtsschutzes findet beim Patent und beim Gebrauchsmuster, nicht aber beim Geschmacksmuster statt. Aus dem Gegenstand der einzelnen gewerblichen Schutzrechte ergibt sich ihre Begrenzung. Die Grenze liegt dort, wo das Eigeninteresse mit dem Gesamtinteresse zusammenstößt. Auch für die Begrenzung der Dauer der einzelnen gewerblichen Schutzrechte ist die Abwägung zwischen dem Interesse des einzelnen und dem der Gesamtheit maßgebend. Handelt es sich um eine neue Erfindung, die eine gewerbliche Verwertung gestattet, oder um eine Gestaltung, Anordnung oder Vorrichtung im Sinne des Gebrauchsmustergesetzes, so ist der monopolartige Schutz des Schöpfers des Kulturgutes unter Ausschluß aller übrigen Personen nur insoweit gerechtfertigt, als das Allgemeininteresse durch diese Beschränkung nicht zu schwer geschädigt wird. Daher besteht kein Grund, dem Erzeugnis eines schöpferischen Gedankens für die Zeit vor Erwerb des Schutzes und nach Ablauf der gesetzlichen Schutzdauer durch ergänzende Heranziehung von Vorschriften anderer Gesetze einen über den Schutz des Sonderrechts hinausgehenden Schutz zu verschaffen. Ist die Schutzdauer für jene beiden Rechte abgelaufen und damit der ihr innewohnende Zweck zugunsten des Schöpfers erreicht, so ist es im Interesse der Allgemeinheit geboten, daß die freie Herstellung des bisher geschützten Gegenstandes nunmehr jedem offensteht. Dadurch wird aber selbstverständlich ein unlauterer Wettbewerb nicht zulässig, den der Nachahmer des bisher geschützten Gegenstandes gegenüber dem ersten Fabrikanten durch die Art und Weise begeht, in der er sein Recht ausübt. Das gilt nicht nur von der Art des Vertriebes des betreffenden Gegenstandes, sondern auch von dem Nachbilden, wobei eine genaue Wiedergabe (soweit nicht der Gebrauchszweck sie erfordert) zur Vermeidung der Irreführung des Verkehrs und zum Schutze des Vorberechtigten gegen Ausbeutung unterlassen werden soll.

Während hiernach beim Patent und beim Gebrauchsmuster das Überwiegen des allgemeinwirtschaftlichen Interesses über das privatwirtschaftliche eine Ausdehnung des in den Sondergesetzen geregelten Schutzes auf dem Umweg über das Wettbewerbsgesetz oder über § 826 BGB ausschließt, liegt die Sache beim Geschmacksmuster anders. . . . . Es handelt sich hierbei, im Gegensatz zu den Objekten des Patent- und des Gebrauchsmusterschutzes, nicht um Werke, die für die Allgemeinheit, für die Volkswirtschaft eines Landes ein irgendwie nennenswertes Interesse haben. Es besteht kein öffentliches Interesse, den Gegenstand des Geschmacksmusters möglichst bald gemeinfrei zu machen, um ihn durch Ermöglichung der Herstellung gleicher Stücke für die Allgemeinheit freizugeben. Für das Geschmacksmuster kommen nur privatwirtschaftliche Gesichtspunkte und Interessen in Betracht.

Es unterliegt daher auch keinem grundsätzlichen Bedenken, der Nachbildung eines Gegenstandes, dessen Geschmacksmusterschutz abgelaufen oder für den die Möglichkeit des Erwerbs eines solchen Schutzes gegeben ist, ohne daß der Berechtigte ihn erwirkt hat, unter dem aus § 1 UWG. und § 826 BGB. sich ergebenden Gesichtspunkt der Unzulässigkeit wettbewerbsmäßiger Aneignung eines mit Mühe und Kosten errungenen fremden Arbeitsergebnisses wegen Verstoßes gegen die guten Sitten entgegenzutreten, vorausgesetzt nur, daß die sogleich zu erörternde Voraussetzung der Verkehrsgeltung des Gegenstandes zutrifft. Daraus folgt aber nicht, daß auf solche Weise der Geschmacksmusterschutz überflüssig gemacht wäre. Denn die Anwendungsbereiche des Geschmacksmusterschutzgesetzes und des Wettbewerbsgesetzes decken sich nicht; sie fallen vielmehr zum Teil auseinander, weil die Voraussetzungen der beiden Gesetze verschieden sind. Für den Erwerb des Geschmacksmusterschutzes ist außer den formalen Erfordernissen der Anmeldung, Niederlegung und Eintragung die Neuheit und Eigentümlichkeit des Erzeugnisses, d. h. ein bisher im Verkehr noch nicht vorhandenes Muster, notwendig, das sich nach der Rechtsprechung des RG. als ein den ästhetischen Sinn anregendes Ergebnis individueller schöpferischer Kraft darstellt. Für eine nach Wettbewerbsgrundsätzen unzulässige Ausnutzung eines fremden Arbeitsergebnisses durch Nachbildung bedarf es dagegen der Einführung des betreffenden Gegenstandes in den Verkehr mit dem Erfolge, daß der Gegenstand Verkehrsgeltung erlangt hat, d. h. daß sich die beteiligten Verkehrskreise daran gewöhnt haben, in der ihn kennzeichnenden eigenartigen Aufmachung den Hinweis auf eine bestimmte Herkunftstätte zu erblicken. Denn einer massenhaft hergestellten gewöhnlichen Dutzendware kann selbstverständlich kein Schutz gegen Nachbildung unter dem Gesichtspunkt sittenwidriger Ausnutzung eines fremden Arbeitsergebnisses zuteil werden. Hiernach sind zur Gewährung eines wirksamen derartigen Schutzes für einen Gegenstand, der weder Patent- noch Gebrauchsmusterschutz genossen hat, die Voraussetzungen des Geschmacksmustergesetzes nicht erforderlich. Sie würden aber auch beim Nichtvorhandensein der Verkehrsgeltung nicht genügen, und diese wird vor Erwirkung des Geschmacksmusterschutzes mit Rücksicht auf das Erfordernis der Neuheit des Erzeugnisses regelmäßig nicht vorhanden sein . . . . ."

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 542; 1928, S. 445.

Es ist zu hoffen, daß diese Entscheidung in den Wirrwarr, den das Schlagwort „sklavischer Nachbau" angerichtet hat, jetzt Klarheit hineinbringt. Das RG. hat nunmehr mit aller Deutlichkeit ausgesprochen, daß für Patente und Gebrauchsmuster ein solcher Nachbauschutz aus dem UWG. nur dann in Frage kommen kann, wenn der Nachahmer des bisher geschützten Gegenstandes durch die Art und Weise, in der er die Nachahmung vornimmt, unlauteren Wettbewerb treibt, wobei eine genaue Wiedergabe — soweit sie nicht der Gebrauchszweck erfordert — zur Vermeidung der Irreführung des Verkehrs unterlassen werden soll.

Patentanwalt H. Herzfeld I, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt B 1 Kurfürst Nr. 5862—64.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Zur Beachtung.

Wir geben hiermit zur Kenntnis, daß sich unsere Fernsprechnummern ab heute in

B 1 Kurfürst 5862—64

geändert haben.

Bekanntmachung.

Betrifft: Fachbericht-Sonderheft der VDE Jahresversammlung, Berlin 1928.

Wir machen auf die Beilage in Heft 49/1928 aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des Fachbericht-Sonderheftes enthält. Der Inhalt der Fachberichte ist besonders wertvoll und aktuell. Die Preise liegen erheblich niedriger als im Vorjahre:

geheftet: RM 4,— } f. Mitglieder des VDE; RM 7,— } f. Nichtmitglieder des VDE.
gebunden: „ 5,— } f. Mitglieder des VDE; „ 8,— } f. Nichtmitglieder des VDE.

Bestellungen bitten wir umgehend an die Geschäftsstelle des VDE zu richten; der Versand erfolgt sofort.

Kommission für Handgeräte.

Berichtigung.

In den in der ETZ 1928, Heft 47, Seite 1726 veröffentlichten Änderungen der „Vorschriften für Christbaum-Beleuchtungen" lautete die Regel 2 des § 4a wie folgt:

„2. Die Leitung zu den Endfassungen soll mindestens 1,5 m lang sein."

Richtig muß es heißen:

„2. Die Leitung zu den Endfassungen soll höchstens 1,5 m lang sein."

Vortragsabend

der Bezirksgruppe Obererzgebirge des Elektrotechnischen Vereins Chemnitz.

Um die interessierten Kreise im oberen Erzgebirge über die Entwicklung und Fortschritte der Elektrotechnik auf dem Laufenden zu halten, wurde auf Anregung des Herrn Direktor Hermanni eine Bezirksgruppe Obererzgebirge gegründet, welche dem Elektrotechnischen Verein Chemnitz angeschlossen ist. Daß die Notwendigkeit einer solchen Gründung gegeben war, zeigte die stattliche Anzahl von 61 neuen VDE-Mitgliedern.

Den ersten Vortragsabend veranstaltete diese Bezirksgruppe am Sonnabend, dem 24. November 1928, wozu Herr Prof. Dr. Kurrein von der Technischen Hochschule Charlottenburg in dankenswerter Weise die Vortragsreihe mit seinen Ausführungen über „Feinmechanik und Maschinenbau" eröffnete. Es wurde besonders begrüßt, daß Herr Generalsekretär Schirp zu diesem Gründungsabend nach Annaberg gekommen war, um der jungen Bezirksgruppe die Glückwünsche des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu überbringen. Auch der Elektrotechnische Verein Chemnitz, der mit zahlreichen Mitgliedern vertreten war, sowie der Verein Deutscher Ingenieure Chemnitz ließen durch Herrn Prof. Dr. Bangert ihre Glückwünsche übermitteln.

Der Vortrag des Herrn Prof. Dr. Kurrein führte in die Anfänge der Feinmechanik zurück. Der Vortragende zeigte, unterstützt von einer Anzahl gelungener Lichtbilder, daß sich die Feinmechanik in verhältnismäßig enger Anlehnung an den Maschinenbau entwickelt hat, und leitete hieraus die Forderung nach eigenen selbständigen Arbeiten in der Feinmechanik ab.

Mit reichem Beifall dankten die Zuhörer für die interessanten Ausführungen.

Diese eindrucksvolle Gründungsfeier möge dazu beitragen, die begonnenen Arbeiten der Bezirksgruppe im oberen Erzgebirge zu kräftigen und hierdurch weitere Mitglieder für den Verband Deutscher Elektrotechniker zu werben.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 18. XII. 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg im Hörsaal EB Nr. 301.

Tagesordnung:

I. Geschäftliche Mitteilungen.

II. Antrag auf Genehmigung folgender Verträge aus Anlaß des Überganges der „Elektrotechnischen Zeitschrift" und des „Archivs für Elektrotechnik" in das Eigentum des Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker am 1. Januar 1929:

a) Vertrag zwischen EV und VDE einerseits und der Firma Julius Springer anderseits wegen Regie und Redaktion sowie wegen des Anzeigengeschäfts und des Kommissionsverlags dieser Zeitschriften;

b) Gesellschaftsvertrag zwischen EV und VDE, betr. Gründung der „ETZ-Verlag-Gesellschaft m. b. H." zum Zwecke der Verwaltung, der Herausgabe und des Verlags der ETZ und des Archivs für Elektrotechnik;

c) Vereinbarung (I) zwischen EV und VDE, betr. die vorläufige beiderseitige Beteiligung an dem Gewinn bzw. Verlust aus beiden Zeitschriften;

d) die Vereinbarung (II) zwischen EV und VDE, betr. die Regelung des Geschäftsumfangs der von beiden Vereinen gegründeten ETZ-Verlag G. m. b. H.

III. Vortrag des Herrn Obering. Dr. Kesselring über: „Das Schalten großer Leistungen".

Inhaltsangabe:

1. Problemstellung: Gegenüberstellung des Maxwellschen (entladungsfreien) und des elektronentheoretischen (entladungsbehafteten) Stromkreises.
2. Der Einschaltvorgang: Die Vorgänge während der Entladung. Übergang von der Lichtbogenentladung zur Kontaktberührung. Versuche bei großer Leistung.



Vergleich mit den Erscheinungen bei kleiner Leistung und Erläuterung der Abweichungen. Das Kontaktproblem.
3. Film. Das Einschalten großer Leistungen.
4. Der Ausschaltvorgang: Überblick über die bisherigen Ergebnisse der Lichtbogenforschung, Lichtbogenversuche mit großer Leistung bei Gleichstrom, Wechselstrom verschiedener Frequenz in Luft, Wasser und Öl. Diskussion der Ergebnisse.
5. Die Existenzbedingungen eines Lichtbogens und ihre Vernichtung.
6. Film. Das Ausschalten großer Leistungen.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Für eingeführte Gäste werden am Eingang Gastkarten bereitgehalten.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie" in Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Festabend des Elektrotechnischen Vereins e. V.

am Freitag, dem 4. Januar 1929.

Der in Heft 45 der ETZ angekündigte „Gesellige Abend" im Marmorsaal des Zoologischen Gartens am Freitag, dem 4. I. 1929, wird folgende Form haben:

7½ Uhr: Versammlung der Gäste, zwanglose Begrüßung durch den Vorstand;

8 bis 9 Uhr: Gemeinsames warmes Essen (an kleinen Tischen);

hierauf Tanz.

Dunkler Anzug erbeten.

Die Mitglieder nebst ihren Angehörigen werden gebeten, der Einladung recht zahlreich Folge zu leisten; eingeführte Gäste sind willkommen.

Eintrittskarten zum Preise von 6 RM, die auch zur Entnahme des warmen Abendessens (ohne Getränk) berechtigen, sind in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Potsdamer Straße 118 a II, zu haben. Da mit einer Kartenausgabe am Festabend selbst nicht gerechnet werden kann, sind schriftliche Bestellungen bis 30. XII. unter gleichzeitiger Einsendung oder Überweisung des Betrages auf Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302 an den Elektrotechnischen Verein zu richten.

Vorbestellungen auf Tische werden in der Geschäftstelle des Vereins, in der ein Plan ausliegt, entgegengenommen.

Von Aufführungen wird Abstand genommen; dafür ist ein größerer Betrag zur Unterstützung von Blinden bewilligt worden.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Vorläufige Anzeige.

Der Elektrotechnische Verein wird in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule und der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft vom 7. Januar 1929 ab eine Vortragsreihe „Elektrische Lichttechnik" veranstalten. Sie wird aus Vorträgen und Übungen mit folgendem Programm bestehen:

A. Vorträge:

1. 7. I. 1929: Einleitung. Lichttechnische Grundgrößen. Physiologische Grundlagen der Lichttechnik.
2. 14. I. 1929: Wissenschaftliche Probleme der Lichterzeugung.
3. 21. I. 1929: Messung des Lichtes. Methoden zur Berechnung der Beleuchtung.
4. 28. I. 1929: Elektrische Lichtquellen. Beleuchtungskörper und ihre lichttechnischen Baustoffe.
5. 4. II. 1929: Beleuchtung und Leistung. Bewertung der Beleuchtung.
6. 11. II. 1929: Beleuchtung in Fabriken, Bureaus, Läden, Schaufenstern, Bühnen.
7. 18. II. 1929: Verkehrsbeleuchtung.
8. 25. II. 1929: Licht und Raumgestaltung. Grundsätze und Probleme der Lichtreklame.

B. Übungen.

9. 4. III. 1929: Photometrische Übungen.
10. 11. III. 1929: Berechnung von Beleuchtungsanlagen.

Nähere Angaben folgen im nächsten Heft der ETZ.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Subskriptionseinladung.

Gesamtinhaltsverzeichnis der 25 Jahrgänge 1903 bis 1927 der Elektrotechnischen Zeitschrift, der Bände 1 bis 18 des Archivs für Elektrotechnik und der VDE-Fachberichthefte 1926 und 1927.

Auf vielseitigen Wunsch haben wir uns entschlossen, ein Inhaltsverzeichnis der „Elektrotechnischen Zeitschrift" und des „Archivs für Elektrotechnik" herauszugeben, um bei der Benutzung dieser Zeitschriften ein leichteres Auffinden der in verschiedenen Bänden verstreuten Arbeiten der einzelnen Fachgebiete zu erleichtern. Das Verzeichnis umfaßt von der ETZ die Jahrgänge 1903 bis 1927[1], einschließlich der in den Jahren 1922 ... 1925 außerhalb des Abonnements erschienenen Festschriften, vom Archiv für Elektrotechnik die bisher erschienenen Bände 1 .. 18 und die VDE-Fachberichthefte 1926 und 1927.

Das Verzeichnis besteht in der Hauptsache aus drei Teilen:

1. Stichwortverzeichnis,
2. Sachverzeichnis,
3. Namensverzeichnis.

Im Sachverzeichnis sind sämtliche Aufsätze und dgl. nach Fachgebieten geordnet und innerhalb dieser wieder zu — häufig unterteilten — Untergruppen zusammengefaßt. Aus der jedem Hauptfachgebiet vorangestellten „Einteilung" ist bereits ersichtlich, wo die Aufsätze über einen bestimmten Gegenstand zu suchen sind. Darüber hinaus sorgen zahlreiche Verweisungen und das Stichwortverzeichnis mit etwa 11 000 Stichwörtern für ein leichtes Auffinden jeweils interessierender Fragen. Das Namensverzeichnis enthält die Verfasser der Originalbeiträge, Referate und Buchbesprechungen, ferner die Verfasser der referierten Arbeiten.

Bei Bestellungen bis zum 31. Januar 1929 räumen wir den Mitgliedern des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und den diesem angeschlossenen Vereinen wie auch den Nichtmitgliedern folgende Subskriptionspreise ein:

	in steifen Umschlagkarton geheftet:	in Halbleder gebunden:
für Mitglieder	12 RM	15 RM
für Nichtmitglieder . .	16 „	20 „

Bei Bestellung nach dem 31. Januar 1929 erhöhen sich diese Preise wie folgt:

	in steifen Umschlagkarton geheftet	in Halbleder gebunden:
für Mitglieder	18 RM	21 RM
für Nichtmitglieder . .	24 „	28 „

Wir haben diese in Anbetracht des Umfanges von 650 Seiten sehr niedrigen Preise festgesetzt, weil wir bestrebt waren, unseren Mitgliedern und unseren Lesern den Bezug eines Werkes zu erleichtern, das einem dringenden Bedürfnis abhilft und in hohem Maße zur Förderung technisch-wissenschaftlicher Arbeiten beitragen wird.

Bei Übersendung durch die Post tritt zu den obengenannten Bezugspreisen noch ein Betrag von 1,20 RM für Porto und Verpackung. Die Lieferung erfolgt nur gegen Voreinsendung des Bezugpreises einschl. der Versandspesen.

Den Mitgliedern aller Vereine haben wir direkt durch die Post eine Benachrichtigung sowie eine Bestellkarte zur Benutzung übermittelt. Die Nichtmitglieder bestellen unter Benutzung der dem Heft 49 beigegebenen Bestellkarte bei ihrer Buchhandlung bzw. bei der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 3, Linkstr. 23/24.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Krone.

Elektrotechnischer Verein e. V
K. W. Wagner.

[1] Für die Jahre 1891 bis 1902 besteht bereits ein im Buchhandel noch erhältliches Verzeichnis. Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. Preis geheftet 4 RM.



SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechnische Gesellschaft Hannover. 18. XII. 1928, abds. 8h, Hörsaal 42 der T. H.: Vortrag Dr.-Ing. Behne, „Einige Beispiele neuzeitl. Steuerungen für elektrisch betriebene Krane und Transportanlagen".

Elektrotechnischer Verein München. 19. XII. 1928, abds. 8 h, Hörsaal 848 der T. H. München: Lichtbildervortrag Dipl.-Ing. Kühne, „Betrachtungen über Wärmeaustauschapparate, insbesondere Kreislaufkühler für Turbogeneratoren".

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 14. XII. 1928, abds. 8 h, Elektrotechn. Inst. der T. H. Militärstr. 3: Vortrag Dr. Löbl, „Erdung und Nullung".

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft, Berlin. 13. XII. 1928, nachm. 5¾ h, Physikal. Hörsaal der T. H. Charlottenburg, Berliner Str. 170/72: a) Vortrag Reg.-Rat W. Dziobek, „Photometrie der Gestirne". b) Vortrag Dr. A. Rüttenauer, „Die Ultraviolettstrahlung der Glühlampen, ihre Bedeutung und ihre Messung mittels Kadmiumzelle und Elektrometer".

PERSÖNLICHES.

J. Peitz. — Mit dem 31. XII. d. J. tritt Direktor Joseph Peitz aus Gesundheitsrücksichten in den Ruhestand. Herr Peitz, der seit dem Jahre 1907 Direktor der Straßenbahngesellschaft in Milspe im Kreise Schwelm ist, übernahm 1909 nebenamtlich die Leitung der Städtischen Wasser- und Elektrizitätsversorgung in Gevelsberg und propagierte alsbald die Errichtung eines Gaswerkes. Dem Vorstand des Bezirksvereins von Gas-, Wasser- und Elektrizitätsfachmännern von Rheinland und Westfalen gehörte Herr Peitz von 1924...1927, dem Fünferausschuß der RWE-Gasfernversorgung ununterbrochen seit 1919 an. Die Straßenbahn Haßlinghausen—Gevelsberg—Milspe —Voerde baute Herr Peitz seit 1924 aus laufenden Einnahmen von Grund auf neu aus und erweiterte den Betrieb durch Aufnahme eines ausgedehnten Autobusverkehrs.

Hochschulnachrichten. — Die Montanistische Hochschule in Leoben (Steiermark) hat als erste Hochschule Österreichs einen Lehrstuhl für Elektrizitätswirtschaft errichtet und mit der Abhaltung der Vorlesungen Dir. Dipl.-Ing. Ernst Schobert der Städt. Gas- und Elektrizitätswerke Graz betraut. Die Antrittsvorlesung fand am 16. XI. d. J. statt.

Auszeichnungen. — Dem Direktor der Hamburger Hochbahn A. G., Reg.-Baumeister a. D. Wilhelm Stein, wurde von der T. H. Hannover in Anerkennung seiner hohen Verdienste um die Entwicklung des großstädtischen Verkehrswesens, insbesondere um den Bau und Betrieb der Hamburger Hochbahn und um die wissenschaftliche Durchdringung der Probleme des Großstadtverkehrs, die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck einzehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

„Stöpselklotzanordnung für Präzisionswiderstände."

In dem Referat, ETZ 1928, S. 1444, wird eine abnehmbare Lichtschirmplatte als bemerkenswerte Neuerung erwähnt. Ich möchte darauf hinweisen, daß eine derartige Ausführungsform bereits in der Liste der European-Weston-Instrumenten-Company vom 21. Mai 1906 wiedergegeben ist, so daß von einer Neuerung nicht gesprochen werden kann.

Wien, 9. X. 1928. Ing. Otto Zwierina.

Erwiderung.

Zu der obigen Zuschrift möchte ich bemerken, daß die von Herrn ZWIERINA erwähnte Weston-Konstruktion doch erheblich anders ist als bei den neuen Stöpselklotzanordnungen der Firma Siemens & Halske. Weston baut die Kontaktklötze in das Innere der Kästen ein, wodurch natürlich der Lichteinfluß auf die Montageplatte vermieden ist. Dafür muß man aber in Kauf nehmen, daß die Stöpselklötze unzugänglich bleiben. Bei der Anordnung von Siemens & Halske sind dagegen die Stöpselklötze zugänglich, sobald die abnehmbare Lichtschirmplatte entfernt ist. Man kann also sagen, daß die in der Abbildung der Weston-Liste sichtbare abbschraubbare Platte nicht vergleichbar ist mit der Lichtschutzplatte bei den Siemens & Halske-Bauarten. Durch den Einwand des Herrn ZWIERINA werden natürlich die sonstigen Vorteile der neuen Anordnung nicht berührt.

Berlin-Charlottenburg, 5. XII. 1928.

W. Jaekel.

Nomogramme mit bis zu acht Veränderlichen.

In der gleichnamigen Arbeit (ETZ 1928, S. 1436) verweist Herr H. MAURER auf seine infolge des weiteren Kreisen völlig unzugänglichen Veröffentlichungsortes so ziemlich unbeachtet gebliebene Arbeit aus dem Jahre 1894. Insbesondere zeigt er, daß sich die von Herrn C. v. DOBBELER in dieser Zeitschrift (ETZ 1928, S. 467) behandelten „vierskaligen Nomogramme" als Sonderfälle seiner allgemeinen Theorie herleiten lassen. Indem ich mir vorbehalte, ausführlicher auf diesen Gegenstand zurückzukommen, möchte ich unter Hinweis auf meine — erst teilweise veröffentlichte — Arbeit[1] in Kürze zeigen, daß sich das von Herrn H. MAURER gebrachte Beispiel gemäß dem meiner Arbeit zugrunde liegenden allgemeinen Leitgedanken auch auf dem folgenden ganz einfachen Wege behandeln läßt:

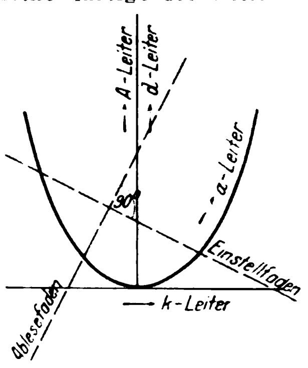


Abb. 1. Nomogramm für Gl. (A).

Zerfällt man die vorgelegte Funktionsbeziehung

$$384\left(\frac{a}{m}\right)\left(\frac{A}{n}\right)(\sqrt{k\,m})+\left(\frac{d^2}{n}\right)=24\left(\frac{a^2}{n}\right), \quad \text{(A)}$$

worin m und n wie bei Herrn H. MAURER passend zu wählende Konstanten sind, in folgende Zuordnungsbeziehung:

$$y=\left(\frac{A}{n}\right)(\sqrt{k\,m})\,x+\left(\frac{d^2}{n}\right), \quad \text{(I)}$$

$$x=384\left(\frac{a}{m}\right), \quad \text{(II)}$$

$$y=24\left(\frac{a^2}{n}\right) \quad \text{(III)}$$

und deutet diese Gleichungsdreiheit in einem rechtwinkligen kartesischen Koordinatensystem, so erhält man, wie ein leichter Vergleich zeigt, die genannte auf völlig verschiedenem Wege hergeleitete Tafel von Herrn H. MAURER. Das Rechtwinkelkreuz ist gemäß (I) in der aus Abb. 1 ersichtlichen Weise einzustellen. (I) stellt die Gleichung des „Ablesefadens", (II) und (III) diejenige der „Lösenden Kurve" und ihrer „Bezifferung" dar.

Bezüglich weiterer Beispiele für „vierskalige Nomogramme" sei auf Mitt. III meiner Arbeit verwiesen.

Prag, 28. IX. 1928. Alexander Fischer.

Elektrodynamometer nach Bubert mit fast gleichförmig geteilter Skala.

Eine Zuschrift des Herrn Dr.-Ing. BUBERT an die Schriftleitung macht mich darauf aufmerksam, daß ich die Spulenanordnung in meinem Referat (ETZ 1928, S. 1304) nicht richtig beschrieben habe. Die Wickelpartien a, b, c bilden, wie auch das Bild zeigt, zusammen je eine Spule, die auf einer eigenartigen Wickeleinrichtung hergestellt ist. Bei der Berechnung des Gütefaktors habe ich der Einfachheit halber das Drehmoment der Federn eingesetzt. Unter Zugrundelegung des für die einzelnen Skalenpunkte variablen Einstellmomentes ergibt sich ein mittlerer Gütefaktor, der etwas höher liegt.

Ferner möchte ich meine Stellungnahme zu der Nützlichkeit einer vollkommen proportionalen Skala bei einem Wechselstrom-Strommesser dahin klarstellen, daß meine Einwände sagen sollten, daß es nicht lohne, für die Proportionalität eine derart komplizierte Spule in Kauf zu nehmen, die durch Temperatureinflüsse und vor allem Überstrom der Gefahr der Veränderung in viel höherem Maße ausgesetzt ist als eine normale Spulenanordnung, die mit viel größeren Luftspalten arbeitet und deshalb weniger

[1] Über ein neues allgemeines Verfahren zum Entwerfen von graphischen Rechentafeln (Nomogrammen), insbesondere von Fluchtlinientafeln. Z. ang. Math. u. Mech.: I. Bd. 7, S. 211...227. — II. Bd. 7, S. 383...[illegible]. — III. Bd. 8, S. [illegible]...335. — Schluß der Arbeit wird an gleicher Stelle erscheinen.



empfindlich ist auf Abstandsänderungen von einigen Zehntel-Millimetern. Wenn man sich bisher beim Gleichstrom-Drehspulinstrument nicht bemüht hat, die proportionale Skala durch eine quadratische zu ersetzen, so hat das u. a. wohl sicher auch den Grund, daß man nicht gerne von der konstruktiv einfachen „Naturskala" abgeht.

Bezüglich des Leistungsmessers gebe ich gerne zu, daß die Skala bei Leistungsmessungen mit einem cos φ unter 0,3 gewisse Vorteile hat.

Es handelt sich, wie ich in dem Referat ausdrücklich gesagt habe, um meine persönliche Meinung, die ich mir erst nach der Lektüre des Originalaufsatzes gebildet habe. Ich gebe gern zu, daß ich in meinen früheren Veröffentlichungen mich anders zu der Sache gestellt habe.

Berlin, 16. XI. 1928. Keinath.

LITERATUR.

Besprechungen.

Jahrbuch der Elektrotechnik. Übersicht über die wichtigeren Erscheinungen auf dem Gesamtgebiete der Elektrotechnik. Unter Mitwirk. zahlr. Fachgen. u. m. besond. Unterstütz. des Zentralverb. der Dt. Elektrotechn. Ind. herausg. v. Dr. K. Strecker. 15. Jahrg. Das Jahr 1926. Mit XII u. 268 S. in gr. 8⁰. Verlag von R. Oldenbourg, München u. Berlin 1928. Preis geb. 16 RM.

Der die Literatur des Jahres 1926 behandelnde 15. Jahrgang des Streckerschen Jahrbuches zeigt keinerlei besondere Veränderungen gegenüber dem vorhergehenden Bande. Auch die Namen der Mitarbeiter sind in der Hauptsache dieselben geblieben. Das Kapitel „Funktelegraphie" konnte besonderer Umstände halber nur als Nachtrag gebracht werden, hat indessen an seiner Vollständigkeit dadurch nichts eingebüßt.

Es erübrigt sich, dem Jahrbuch an dieser Stelle noch ein besonderes Lob zu spenden, hat es sich doch als zuverlässiges Nachschlagewerk seit langem eingebürgert. Seine besondere Zweckmäßigkeit liegt nicht zuletzt darin, daß die gesamte Elektrotechnik und die angrenzenden Gebiete eine gleichmäßige, auf die wichtigeren Arbeiten beschränkte Behandlung erfahren, so daß gerade die Erstorientierung über ein dem Benutzer ferner liegendes Gebiet vorzüglich gelingt. Denen, die das Jahrbuch etwa noch nicht kennen sollten, sei somit seine Anschaffung warm empfohlen.

Winkler.

Aufgaben aus der Elektrotechnik. Ein Wiederholungs- u. Übungsbuch f. d. Unterr. u. z. Selbststudium. Von Dr. techn. R. Mayer. Teil 2: Wechselstromtechnik. 2., verm. u. verb. Aufl. Mit 91 Übungsbeisp. nebst Lös., 116 Textabb., 2 Taf. u. 206 S. in 8⁰. Verlag von Franz Deuticke, Leipzig u. Wien 1927. Preis geh. 7 RM.

Die größere Ausführlichkeit in den jeder einzelnen Aufgabengruppe vorangestellten Erläuterungen ist als entschiedene Bereicherung gegenüber der Erstauflage zu buchen. Sie wird den Leser, der nicht ohne Vorkenntnisse an die Durcharbeitung dieses Aufgabenstoffes herangeht, in den weitaus meisten Fällen der Notwendigkeit überheben, zur Auffrischung ihm bewußt werdender Lücken in seinen Kenntnissen ein anderes Buch heranzuziehen. Demgegenüber tritt die dadurch bedingte Vergrößerung des Umfanges und die notwendig gewordene Teilung des Stoffes in zwei Bände (Gleichstromtechnik, Wechselstromtechnik) in den Hintergrund; ja man muß auch der Zweiteilung als solcher zustimmen, da sie so manchem die Anschaffung des Buches erleichtern, wenn nicht überhaupt erst ermöglichen dürfte. Ein besonderer Vorzug der Schrift liegt in der außerordentlichen Vielseitigkeit der Aufgaben, die den verschiedensten Gebieten der Elektrotechnik entnommen sind und niemals den Eindruck erwecken, am grünen Tisch entstanden zu sein, vielmehr ins volle Menschenleben der Praxis hineingreifen. Wer sie wirklich durchgearbeitet hat, der wird in die praktische Berufstätigkeit eintreten können mit der Überzeugung, elektrotechnisch rechnen gelernt zu haben und nach dieser Richtung so gut vorbereitet zu sein, wie es außerhalb der Praxis im eigentlichen Sinn überhaupt möglich ist.

Es fällt unangenehm auf, daß die Formelbezeichnungen usw. sehr häufig von den vom AEF festgelegten abweichen. Gerade da, wo wir zu unseren in der Ausbildung begriffenen jungen Fachgenossen sprechen, sollten wir uns mit besonderer Sorgfalt an jene Festlegungen halten, damit der Nachwuchs von vornherein an sie gewöhnt wird. Glattweg selbstverständlich aber dürfte es sein, daß wir mit Abkürzungen und Zeichen überhaupt konsequent verfahren müssen. Wenn der Verfasser beim Malzeichen den Punkt im gewöhnlichen Druck auf Zeilenhöhe, im Fettdruck dagegen über die Zeile setzen läßt, so ist das entschieden abzulehnen, weil es geradezu verwirrend wirkt, wie der Berichter am eigenen Leibe erfahren hat. So störend und unbedingt änderungsbedürftig diese Dinge sind, mit dem sachlichen Wert des Buches haben sie selbstverständlich nichts zu tun, das vielmehr als Lehr- und Übungsbuch nachdrücklich zu empfehlen ist, trotzdem man auch über diese oder jene Einzelheiten der Gestaltung des erläuternden Textes verschiedener Meinung sein kann. Die drucktechnische Ausstattung ist gut.

Arnold Meyer.

Die Gleichstrommaschine. Von Prof. Dipl.-Ing. Fr. Sallinger. 2. Teil: **Arbeitsweise und Prüfung.** (Samml. Göschen, Bd. 881.) Mit 95 Fig. u. 120 S. in kl. 8⁰. **Aufgabensammlung über die Gleichstrommaschine mit Lösungen.** Von Prof. Dipl.-Ing. Fr. Sallinger. 3. Teil. (Samml. Göschen Bd. 912.) Mit 38 Fig. u. 108 S. in kl. 8⁰. Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin 1924 u. 1925. Preis jeder Band geb. 1,50 RM.

Das Büchlein von 120 Seiten mit 69 Abbildungen bringt eine übersichtliche Zusammenstellung der Betriebseigenschaften und hauptsächlichen Schaltarten von Gleichstrommaschinen und -motoren mit guten Schaltbildern, die zur Unterstützung beim Unterricht an Fachschulen ihren Zweck erfüllen. Bau und Berechnung sind in diesem Bändchen nicht mit einbezogen, aber gerade in dieser Beschränkung dürfte es sowohl für den Lernenden wie auch für den Praktiker nützlich werden. Die einfachsten Prüfverfahren mit sachlich klarer Beschreibung werden ebenfalls für den Unterricht begrüßenswert erscheinen. Die Einübung der hier angestellten Betrachtungen an Beispielen wird im 3. Teil gegeben und zeugt von durchdachter Unterrichtspraxis. Gleichzeitig enthält dieses Bändchen von 108 Seiten und 38 Abbildungen Beispiele für Bau und Berechnung, die gleichzeitig auf das Bändchen 257* desselben Verfassers zurückgehen und so ausführlich gehalten sind, daß die grundlegenden Ergebnisse der früheren Entwicklungen jeweilig an die Spitze gestellt werden. Die Beispiele sind praktisch gehalten, so daß der angehende Berechner oder Prüffeldtechniker darin die ihm täglich wiederkehrenden Aufgaben finden wird.

Max Breslauer.

Die elektrolytische Wasserüberführung u. ihre Bedeut. f. d. Theorie d. wässerigen Lösungen. Von H. Remy. (Bd. 19, H. 2 d. Fortschritte d. Chemie, Physik u. physikal. Chemie, herausgegeben v. Prof. Dr. A. Eucken.) Mit 9 Textabb. u. 72 S. in 8⁰. Verlag von Gebr. Borntraeger, Berlin 1927. Preis geh. 5,60 RM.

Die alte Frage, wieviel Wassermoleküle von den Ionen bei ihrer Wanderung zu den Elektroden mitgeführt werden, wird von Remy auf Grund eigener und anderer Messungen, deren Ausführung er genau bespricht, dahin entschieden, daß diese „Wasserhüllen" lange nicht so umfangreich sind, wie früher oft angenommen wurde. Z. B. führt das Wasserstoffion nur 1 Wassermolekül mit sich, das Chlorion 3, das Natriumion 8 und das Magnesiumion 14 Wassermoleküle.

K. Arndt.

Hebetechnik. Von Studienrat Dipl.-Ing. H. R. Müller. (Bd. 8 der Techn. Fachbücher, herausg. v. A. Meyer.) Mit 44 Textabb., 118 Aufg. nebst Lös., IV u. 124 S. in 8⁰. C. W. Kreidel's Verlag, München 1927. Preis kart. 2,25 RM.

Das Ziel des Buches besteht laut seiner „Einführung" vor allem darin, den Leser den Stoff rechnerisch beherrschen zu lehren. Es ist also hauptsächlich für Studierende und weiterhin auch für Konstrukteure bestimmt. Für solche Leser aber dürften die an sich wohl recht anschaulichen Erklärungen des 2. Abschnittes (nebst den zugehörigen Aufgaben und Lösungen des Anhanges) über allgemeine mechanische Grundbegriffe, wie Kraft, Leistung, Moment u. a., die sie doch von dem vorangehenden Studium her schon kennen, nichts Neues bieten. Die übrigen Ausführungen des Buches indes, soweit sie das Wesen und die Wirkungsweise der hauptsächlichsten Sonderelemente und Bauarten von Hebevorrichtungen in wohl kurzer aber doch recht verständlicher Weise bildlich, beschreibend und rechnerisch behandeln, werden den genannten Interessenten an der Hebetechnik durchaus dienlich sein können.

Michenfelder.

* ETZ 1924, S. 107.

Jahrbuch der Brennkrafttechnischen Gesellschaft. Bd. 8, 1927. Mit zahlr. Abb. u. 50 S. in 4°. Verlag von Wilh. Knapp, Halle a. S. 1928. Preis geh. 4,60 RM.

In diesem Hefte sind die gelegentlich der vorjährigen Tagung der Gesellschaft gehaltenen Vorträge niedergelegt. Sie beschäftigen sich fast ausschließlich mit den flüssigen Brennstoffen. Es schreibt nämlich Geh. Rat Dr. Zetzsche, Berlin, über Weltölpolitik, Wa. Ostwald über die Kraftstoffe des Verkehrs, H. v. Wilamowitz-Möllendorff über die Brennstoffe des Luftverkehrs und A. Faber, Leipzig, über die Einstellung der deutschen Kohlenwirtschaft auf die Versorgung des Verkehrs mit Brennstoffen. Auch dieser letzte Vortrag behandelt fast ausschließlich die Gewinnung flüssiger Brennstoffe aus der Kohle. Es erübrigt sich, zu sagen, daß die Vorträge ein hohes Niveau einhalten und daß die Ausstattung vorzüglich ist. Hamm.

Die Auswertung der Ergebnisse der Feuerungsuntersuchung bei festen und flüssigen Brennstoffen. Von H. Kolbe. (Kohle, Koks, Teer. Abhandl. z. Praxis d. Gewinn., Veredelung u. Verwert. d. Brennstoffe. Herausg. v. Reg.-Rat Dr.-Ing. J. Gwosdz. Bd. 13.) Mit 17 Textabb., VIII u. 64 S. in 8°. Verlag von Wilhelm Knapp, Halle a. S. 1927. Preis geh. 4,60 RM, geb. 5,90 RM.

Der Band enthält Angaben über die Aufmachung von Wärmebilanzen für den Dampfkesselbetrieb. Er gliedert sich in 4 Abschnitte: Zusammensetzung und Heizwert des Brennstoffes. — Bestimmung des Anteiles von Kohlenstoff aus dem Brennstoff, der in die Verbrennung eingeht. — Bestimmung des Grades der stattgehabten unvollkommenen Verbrennung. — Bestimmung der sich aus der Verbrennung ergebenden Abgasanalyse. Unter der Voraussetzung, daß die Messungen sachgemäß und mit richtig anzeigenden Instrumenten ausgeführt worden sind, läßt sich mit diesen Grundlagen eine dem untersuchten Betriebszustand entsprechende Wärmebilanz aufstellen.

Bedauerlicherweise sind in dem Band ganz andere Symbole für die einzelnen Größen gewählt worden, als dies sonst allgemein üblich ist. Dieselben Ergebnisse lassen sich auch rechnerisch auf viel einfacheren und vor allem übersichtlicheren Wegen nach den Methoden von Ebel und Eberle erreichen. Die Feststellung des Brennbaren im Abgas, also der unverbrannten Gase, durch Rechnung oder Schaubilder ist vor Jahren von Ostwald, Kraemer und Schultes untersucht worden. Alle diese Untersuchungen ergaben jedoch kein eindeutiges Ergebnis, da der unverbrannte Kohlenstoff in den Herdrückständen und vor allem im Flugkoks selbst bei schärfsten Versuchsbedingungen nicht ganz genau zu erfassen ist. Ein Buch für den Betriebsmann sollte handlichere Gleichungen liefern, wobei es auf 1 % Genauigkeit weniger ankommt. In dem Beispiel ist der nach der Näherungsmethode ermittelte Kesselwirkungsgrad um 2,50 % falsch gegenüber der genauen Methode bestimmt worden. Dasselbe läßt sich mit Wassermesser und Kohlenwaage einfacher auch erreichen. Für Versuchszwecke sind jedoch exakte Messungen richtiger als Schätzungen und Rechnungen.

Auf S. 33 gibt Kolbe eine Tabelle über die Strahlungswärme S in kcal für 1 m² Heizfläche und Stunde bei der Feuerraumtemperatur t. Diese Angabe ist unrichtig. Für $t = 1225°$ ergibt die Gleichung von Stefan und Boltzmann unter Annahme von $C = 4$

$$S = 4\left[\left(\frac{1500}{100}\right)^4 - 750\right] = 4 \cdot [50750 - 750] \approx 201000,$$

wie in der Tabelle steht. Dies ist jedoch nicht die auf 1 m² Heizfläche eingestrahlte, sondern die von 1 m² Rostfläche ausgestrahlte Wärme. Dazu tritt noch die Gasstrahlung aus dem Feuerraum (vgl. Münzinger, Die Leistungssteigerung der Großdampfkessel, Verlag Julius Springer, Berlin 1923).

Die ganzen Rechnungen sind auf den unteren Heizwert bezogen. Auf S. 29 ist nur die Gleichung für den Schornsteinverlust, bezogen auf H_o, angeführt, ohne Begründung, warum in der nächsten Zeile sofort auf H_u übergegangen wird. Hier wäre es angebracht gewesen, darauf hinzuweisen, daß die Regeln für Abnahmeversuche an Dampfanlagen das Rechnen mit dem oberen Heizwert empfehlen. — Auf S. 35 gibt Kolbe Angaben über ksm′ (maximaler CO_2-Gehalt) bei verschiedenen Kohlensorten. Dabei berücksichtigt Verfasser nicht die erheblichen Unterschiede zwischen Fett-, Gas-, Gasflamm- und Magerkohlen, sondern führt nur eine Sorte „Steinkohlen" an. — Die Erläuterungen sind von den Schaubildern getrennt, so daß man beim Lesen und Gebrauch ständig blättern muß. An der Stelle, wo die Schaubilder stehen, stören sie beim Lesen des Textes.

Durch Beseitigung der genannten Mängel in der nächsten Auflage dürfte der vorliegende Band dem Betriebsmann ein wertvolles Hilfsmittel bei der Aufstellung seiner Wärmebilanzen sein. Dr.-Ing. Lauber.

Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfkesselbetriebes unt. bes. Berücks. d. Wärmewirtsch. Von Dr.-Ing. G. Herberg. 4., erweit. Aufl. mit 84 Textabb., 118 Zahlentaf., 54 Rechnungsbeisp., XII u. 447 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geb. 23,50 RM.

Das bekannte Werk von Herberg ist in seiner neuen Auflage in vielen Punkten umgearbeitet und ergänzt worden. Die Rechnungen und Zahlenbeispiele sind nach dem neuesten Stande der Forschungen über die Eigenschaften des Wasserdampfes berichtigt. Vollständig neu sind folgende Abschnitte in das Buch aufgenommen: Über die Wärme; oberer und unterer Heizwert; Größe der Feuerräume und Feuerraumbeanspruchung; Ergebnis der Feuerungsuntersuchung für gasförmige Brennstoffe; Hochleistungskessel; Hochdruckdampf; kombinierte Kraft- und Wärmewirtschaft, Heizkraftwerke; Luftvorwärmer; Dampfspeicher und Heißwasserspeicher; Elektrodampfkessel.

Ob jeder Leser sich Herbergs, von den Gedankengängen der anthroposophischen Schule Rudolf Steiners stark beeinflußten Gedanken „über das Wesen der Wärme", wie er sie in dem einleitenden neuen Abschnitt zusammengestellt hat, anschließen kann, erscheint mindestens fraglich. Immerhin ist der Versuch beachtenswert, auch auf dem von den Gesichtspunkten der reinen materialistischen Wirtschaftlichkeit so stark beeinflußten Gebiet der Wärmewirtschaft eine philosophische Betrachtungsweise einzuführen. Nur auf diesem Weg einer Durchgeistigung der rein technischen Arbeitsgebiete ist ein Fortschritt zu erwarten, der die führende Stellung unseres Vaterlandes in den technischen Wissenschaften uns auf die Dauer erhalten kann.

Sachlich steht der Inhalt des Buches ebenso wie in den früheren Auflagen auf der Höhe. Die Erkenntnisse der letzten Jahre und die großen Fortschritte der Feuerungstechnik sind fast vollständig berücksichtigt. Im einzelnen ist es zu beanstanden, daß der Abschnitt über Kohlenstaubfeuerungen unter die Steinkohlenfeuerungen eingereiht worden ist, obwohl diese gerade für die Braunkohle keine geringere Bedeutung hat als für die Steinkohle. Auch daß für die üblichen, nicht mechanisch bewegten Roste für Rohbraunkohle statt der gebräuchlichen Bezeichnung „Treppenrost" der Ausdruck „Stufen- oder Schrägrost" verwendet wird, ist störend. In den Gleichungen zur Verbrennungsrechnung sind einige Fehler aus früheren Auflagen nicht beseitigt. Als Beispiel sei Gl. 55 auf S. 161 angeführt, die zur Berechnung der theoretischen Verbrennungstemperatur dient. Wenn auch im Text dazu bemerkt ist, daß diese Gleichung das Ansteigen der spezifischen Wärme mit der Temperatur nicht berücksichtigt, so kann doch die voranstehende Definition der theoretischen Verbrennungstemperatur den Anschein erwecken, als wäre diese Temperatur unter irgendwelchen besonderen Bedingungen zu erreichen. Sie ergibt die auch auf S. 105 erwähnte Verbrennungstemperatur für reinen Kohlenstoff von 2700°, die leider in der Literatur eine große Verbreitung gefunden hat. Die Rechnung mit den wirklichen spezifischen Wärmen führt dagegen auf eine Verbrennungstemperatur von rd. 2050°.

Von solchen kleinen Mängeln abgesehen, ist das Buch eine der besten Übersichten über das gesamte Gebiet der Feuerungstechnik und Wärmewirtschaft und kann ebenso dem Studierenden wie dem in der Praxis stehenden Ingenieur bestens empfohlen werden.

Wilhelm Schultes.

Die Windkraft in Theorie und Praxis. Gemeinverst. Aerodynamik. Von K. Bilau. Mit 98 Textabb. u. 157 S. in 8°. Verlag von Paul Parey, Berlin 1927. Preis geb. 8,50 RM.

Der Untertitel dieses Buches: Gemeinverständliche Aerodynamik, kennzeichnet den Inhalt desselben noch besser als der Haupttitel, und man kann sagen, daß der Verfasser diese Aufgabe in befriedigender Weise gelöst hat. Nach einer Einleitung über die Energiequellen der Erde, worin gezeigt wird, daß wir alle Ursache haben, die Vorräte an Öl und Kohle — die z. B. in England nur noch 200 Jahre reichen — zu schonen und uns der Energien des Wassers und des Windes zu bedienen, kommt Verfasser

zu einem Abschnitt über Windmessungen, worin er auch die Windstatistik und Windhäufigkeit bespricht. Es folgen zwei mehr theoretische Kapitel mit mathematischen Formeln und Zahlentafeln, worin auch die Rotoren (Flettner) besprochen werden.

Ein weiteres Kapitel: Die Ausnutzung der Windkraft, behandelt Segelschiffe, Windmühlen, Windturbinen, horizontale und andere Windräder, Theorie der Windkraftmaschinen und Kraftübertragung. Wir erfahren hier, daß der Wirkungsgrad der Energieumsetzung 60 % als theoretischen Höchstwert hat. Die La Coursche Idealmühle erreicht praktisch 21 %.

Im letzten Abschnitt, der für die Leser der ETZ der interessanteste sein dürfte, bespricht Verfasser die Gewinnung elektrischer Energie mittels Windkraftmaschinen. Hier handelt es sich ja im wesentlichen um zwei Probleme: Akkumulierung und Gleichhaltung der Spannung. Erstere ist erschwert, weil man niemals wissen kann, wann die Wiederaufladung einer erschöpften Batterie möglich ist. Beruhigend wirkt daher der Vorschlag des Verfassers, für einen stets betriebsbereiten Explosionsmotor zu sorgen. Eine gleichbleibende Spannung kann natürlich bei der wechselnden Drehzahl der Windkraftmaschinen nicht ohne weiteres erwartet werden. Ein ähnliches Problem ergibt sich auch bei Flutwerken, z. B. dem Severnwerk[1]. Wenn man da aber verhältnismäßig leicht über die Schwierigkeit hinwegkommt, so liegt das daran, daß es sich um große Werke mit ausreichender und sachkundiger Bedienung handelt, während die kleinen Windkraftanlagen für 10 bis 50 kW notwendig selbstregelnd sein müssen. Daher wird die Gegenkompoundmaschine besprochen und als deren Nachteil bezeichnet, daß sie nur zum Laden der Batterie ohne gleichzeitige Verbrauchsstromabgabe verwendet werden kann. Ihr wird die Charletmaschine[2] gegenübergestellt, die ein Parallelarbeiten ermöglicht. Diese Maschine mit 2 Ankerwicklungen, 2 Kommutatoren, 6 Bürstensätzen und 4 Feldwicklungen ist aber so wenig einfach, daß man sie nicht ohne große Bedenken in kleinen abgelegenen Einzelanlagen, denen eine sachkundige Wartung fehlt, einbauen möchte.

G. Rasch.

Wie schütze ich meinen Betrieb vor Feuerschaden? Von Baurat Dipl.-Ing. R. Bethke. Mit VIII u. 297 S. in 4°. Verlag von E. Nister, Nürnberg 1928. Preis geb. 10 RM.

Für die Bedeutung des Buches spricht am besten, daß die erste Auflage innerhalb eines Jahres vergriffen wurde. Die zweite Auflage ist im wesentlichen unverändert, wenn man von einigen Ergänzungen, die sich aus den Fortschritten der Feuerschutztechnik ergeben haben, und kleinen Verbesserungen absieht.

Ritzer.

Untersuchung von Spannungs- und Schwingungsmessern für Brücken. Bericht üb. d. Ergebn. d. Wettbewerbs d. Dt. Reichsb.-Ges. zur Erlang. eines Spannungs- u. eines Schwingungsmessers für d. Bestimm. d. dynam. Beanspruch. eiserner Brücken. Von Prof. Dr. W. Hort u. Reichsbahnrat F. Hülsenkamp. Herausg. v. d. Hauptverwaltung d. Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Mit 75 Abb. u. 58 S. in 4°. Verlag der Verkehrswissenschaftl. Lehrmittelges. m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1928. Preis geh. 6 RM.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft und mit ihr Herr Reichsbahndirektor Dr.-Ing. Schaper haben sich ein sehr großes Verdienst erworben, indem sie dem Problem einer einwandfreien Ausbildung von Spannungs- und Schwingungszeichnern durch einen Wettbewerb eine nachhaltige Förderung angedeihen ließen. Schon seit etwa 40 Jahren sind derartige, die Spannungen und Schwingungen einer Brücke oder eines Brückenteiles aufzeichnende Apparate vorhanden. Trotz wiederholter Verbesserungen und neuer Bauweisen war es aber nicht gelungen, gute, innerhalb gewisser Grenzen genau aufzeichnende Apparate herzustellen. Große Hoffnungen sind daher auf den Ausgang des Wettbewerbes gehegt worden. Aber wie es bei sehr schwierigen Aufgaben zu gehen pflegt: ein abschließendes Ergebnis kam nicht zustande. Dafür sind aber diejenigen Richtlinien und Bedingungen gefunden worden, die bei der künftigen Herstellung solcher Apparate zu beachten sind. Ferner hat es sich gezeigt, daß die Apparate auf dem Prüfstand geeicht werden müssen, wenn ein zuverlässiges Urteil über deren Leistungsfähigkeit gewonnen werden soll. Dies erfordert genau arbeitende Schütteltische, bei deren Bau ebenso große Schwierigkeiten zu überwinden sind wie bei den Apparaten selbst. Die Deutsche Reichsbahn hat daher auch die Opfer nicht gescheut, einen Schütteltisch zu bauen, mit dem die Wettbewerbsapparate geprüft werden konnten. Dieser Schütteltisch wird für die weitere Vervollkommnung derartiger Einrichtungen wegleitend sein.

In diesem Sinne ist auch der Bericht von Prof. Dr. Hort und Reichsbahnrat Hülsenkamp zu werten: es ist die erste grundlegende Arbeit auf dem Gebiete der Prüfung von Spannungs- und Schwingungszeichnern. Nach einigen kurzen Vorbemerkungen und der Wiedergabe des Textes des Preisausschreibens sowie einer Beschreibung der eingelangten Meßapparate wird die Einrichtung des Prüfstandes beschrieben und im Anschluß daran gezeigt, wie die Resonanzkurven der Meßapparate bestimmt worden sind. Schließlich sind auch noch die Ergebnisse der Versuche an einer Brücke dargelegt und das Urteil des Preisgerichtes beigefügt, das sich auf die vorgenannten Untersuchungen stützte.

Wer sich mit dem Bau und der Prüfung von Spannungs- und Schwingungszeichnern beschäftigt, dem wird ein Studium des vorliegenden Heftes reiche Früchte bringen. Er wird sich damit der großen Schwierigkeiten bewußt, die dem Bau solcher Apparate innewohnen. Aber auch andere Apparatebauer können Nutzen und Belehrung aus den mannigfachen Darlegungen ziehen, weshalb diese verdienstvolle Veröffentlichung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft der Beachtung aller Interessenten empfohlen werden darf.

Bühler.

Rationalisierung der privaten und öffentlichen Wirtschaft — Ihre Wege und Möglichkeiten. Mit einem Vorwort von Reichsmin. a. D. Dr. E. Hamm. Mit 69 S. in 8°. Zentral-Verlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geh. 2 RM.

Das vorliegende Büchlein hat es sich zur Aufgabe gestellt, eine grundsätzliche Behandlung des Rationalisierungsgedankens vorzunehmen. Das ist in Rücksicht auf die gegenwärtige und künftige Bedeutung der Rationalisierung, insbesondere für die deutsche Wirtschaft, außerordentlich begrüßenswert, vor allem zur Förderung der Erkenntnis von der Notwendigkeit und der wechselseitigen Bedingtheit aller wirtschaftlichen Vorgänge.

Nach einer klaren Begriffsformulierung des Rationalisierungsgedankens werden die Anwendungsformen der Rationalisierung kurz behandelt. Es wird unterschieden zwischen der technischen, kommerziellen und volkswirtschaftlichen Rationalisierung; zweckmäßiger und klarer wäre eine Unterscheidung in technische und wirtschaftliche Rationalisierung gewesen, wobei in den wirtschaftlichen Rahmen auch die volkswirtschaftliche Rationalisierung einzubegreifen ist. Der dritte Abschnitt der Schrift behandelt auf etwa 20 Druckseiten die Anwendungsgebiete der Rationalisierung, und zwar sowohl in der Staatswirtschaft (Verwaltung und Gesetzgebung, öffentliche Betriebe) als auch in der privaten Wirtschaft, d. h. Industrie, Landwirtschaft, Groß- und Einzelhandel, Handwerk, Banken, Hauswirtschaft. Hier handelt es sich nur um die Skizzierung bekannter Grundgedanken in kurzer und gedrängter Form. Der vierte Abschnitt enthält lediglich Gedankensplitter über den Anteil der Berufsstände an der Rationalisierung. In dem fünften Abschnitt sind die besonderen Organisationen der Rationalisierung aufgezählt, wobei dem Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit und seinen verschiedenen Ausschüssen eine besonders ausführliche Darstellung gewidmet worden ist. Hier wird man dem Verfasser nicht in allen Punkten zu folgen vermögen. Es könnte leicht der Eindruck entstehen, als ob das Reichskuratorium die Initiative zur Rationalisierung der öffentlichen und privaten Wirtschaft gegeben und gewissermaßen eine Führerstellung in der ganzen Bewegung eingenommen hätte; der Wunsch ist hier der Vater des Gedankens. Das Reichskuratorium ist vielmehr nur eine Sammelstelle von Anregungen und Erfahrungen, die ihm von den in seinen zahlreichen Fachausschüssen arbeitenden Mitgliedern, die meist Praktiker der Wirtschaft sind, zufließen. — Der letzte Abschnitt, der die volkswirtschaftliche und soziale Bedeutung der Rationalisierung behandelt, enthält ebenfalls nichts Neues.

Man wird der Schrift die löbliche Absicht zugestehen müssen, in weiten Volkskreisen dem Gedanken der Rationalisierung, insbesondere dem Zusammenhang wirtschaftlicher Handlungen und der Verflechtung der deutschen Wirtschaft mit der Weltwirtschaft, näherzutreten. Aus diesem Grunde sollte sie beachtet werden, auch wenn sie naturgemäß den Fachkreisen nichts Neues zu bieten vermag.

A. Hellwig.

[1] ETZ 1920, S. 1039.
[2] ETZ 1923, S. 453.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Der Welthandel mit elektrischen Glühlampen. — Unter diesem Titel hat Dr. R. Weisflog im Wirtschaftsdienst[1] einen Aufsatz veröffentlicht, dem wir die folgende Zusammenstellung der Hauptausfuhrländer mit Angabe der Werte und Mengen für die Jahre 1925/27 entnehmen:

Länder	Werte in 1000 RM			Mengen in 1000 Stück bzw. dz			
	1927	1926	1925	Meng.-einheit	1927	1926	1925
Niederlande	32 873	30 092	37 173	dz	38 140	39 040	47 400
Deutschland ...	26 799	22 513	26 786	1000 St	58 319	56 753	60 612
Österreich	12 413	11 742	10 593	„	18 661	20 390	17 951
Großbritannien .	12 103	10 218	10 420	„	8 547	7 733	7 012
V. S. Amerika .	8 303	7 913	6 275	„	12 268	10 550	7 935
Ungarn	—	6 290	—	dz	—	9 540	—
Japan	—	5 834	3 822	1000 St	—	30 403	28 129
Frankreich	3 359	11 218	7 958	dz	5 367	4 963	4 508
Tschechoslowakei	3 191	1 674	1 389	„	6 210	3 796	2 809
Schweiz	2 425	1 186	1 862	„	1 473	563	909
Belgien	585	418	828	„	752	913	841
Italien	551	310	101	1000 St	666	462	162

Sie zeigt, daß der Export der einzelnen Länder sich seit 1925 ungleichmäßig entwickelt hat. Während er bei den Niederlanden und Deutschland schwankte, haben Österreich, Großbritannien, die V. S. Amerika, die Tschechoslowakei, Italien und auch Japan ihren Export wertlich ständig gesteigert. Frankreichs Ausfuhr ist seit 1926 gesunken, allerdings nicht mengenmäßig, wie denn in dieser Beziehung sich anderseits z. B. für die Niederlande eine Abnahme ergibt. Hauptabsatzgebiete letzterer waren 1927 Großbritannien (474 t), Frankreich (438 t), Italien (366 t), der australische Bund und Argentinien. Deutschland, das dem Ausland 1913 Glühlampen im Wert von 48,1 Mill. RM geliefert hat, weist für 1927 nur 26,8 Mill. RM auf, eine Verringerung, in der die nach dem Krieg aufgenommene Eigenproduktion zahlreicher Länder zum Ausdruck kommt, und mit der eine Erhöhung des Imports um 3,6 Mill. RM gegen 1913 verbunden war. Der Hauptabsatz Deutschlands an Metalldrahtlampen, deren Ausfuhr 1927 der Menge nach 10 257 dz (1926: 9103; 1925: 12 676) und wertlich 25,9 Mill. RM (1926: 20,3; 1925: 25,5) betrug, fand in folgenden Ländern statt:

Bestimmungsländer	Menge in 100 Stück			Wert in 1000 RM	
	1927	1926	1913	1926	1913
Großbritannien . . .	73 606	86 552	58 548	1 042	3 976
Italien	44 462	32 015	35 183	1 914	3 512
Schweden	34 721	33 829	18 391	1 613	1 669
Tschechoslowakei . .	33 098	30 437	.	671	.
Österreich	31 978	30 072	.	1 579	.
Dänemark	30 533	24 396	13 577	1 102	1 595

Österreich konnte 1927 für 21 Mill. S Glühlampen exportieren, wovon jedoch nahezu 11 Mill. S auf den aktiven Veredelungsverkehr entfielen. Seine Hauptabsatzgebiete waren die V. S. Amerika (2,916 Mill. Stück), deutsche Freihäfen (2,567 Mill. Stück), Deutschland (2,471 Mill. Stück), Großbritannien und Italien. Die Einfuhr, vorwiegend aus Deutschland, der Schweiz, Ungarn und der Tschechoslowakei stammend, hatte einen Wert von 3 Mill. S. Die Ausfuhr Großbritanniens stellte sich nach Dr. Weisflog 1927 im ganzen auf 8,547 Mill. Lampen im Wert von 0,593 Mill. £ (1926: 7,733 bzw. 0,501; 1925: 7,013 bzw. 0,511. Sie betrug 1926 nach nicht britischen Gebieten rd. 0,877 Mill. Stück (0,876 i. V.) im Wert von 54 679 £ (80 480 i. V.) und nach britischen Gebieten 6,856 Mill. Stück (6,136 i. V.) im Wert von 446 284 £ (430 351 i. V.). Hauptabnehmer waren von letzteren Australien, Britisch-Indien, Neuseeland, die Südafrikanische Union. Frankreich, dessen Glühlampenausfuhr 1927 merklich gesunken ist, lieferte 1925 vorwiegend nach Großbritannien (716 dz), Belgien-Luxemburg (290 dz) und in die Schweiz, auf eigenem Gebiet nach Indochina (729 dz) und Algier (498 dz). Auch seine Einfuhr zeigt stark fallende Tendenz. Die Schweiz hat im Berichtsjahr an Glühlampen 1473 dz im Wert von 3 Mill. schw. Fr ausgeführt. Aus den V. S. Amerika sind 1927 rd. 9,841 Mill. Metalldrahtlampen und 2,427 Mill. andere Lampen verschickt worden (1926: 8,883 bzw. 1,172; 1925: 7,239 bzw. 0,696), deren Wert 1,537 und 0,440 Mill. $ ausmachte (1926: 1,603 und 0,281; 1925: 1,250 und 0,244). Sie gingen, soweit es sich um Metalldrahtlampen handelt, 1926 hauptsächlich nach Mexiko, Argentinien, Australien und in das übrige Südamerika. Japan konnte 1926 im ganzen 30,403 Mill. Glühlampen im Wert von 2,955 Mill. Yen exportieren gegen 28,129 Mill. Stück im Wert von 2,222 Mill. Yen i. V. Diese Lieferungen sind vorwiegend von den V. S. Amerika, sodann von China, Kanada und der Kwantung-Provinz aufgenommen worden.

[1] Bd. 13, 1928, S. 1914.

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Die Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile hatte im September 1928 einen Wert von 7 401 387 $, war mithin um 1 321 942 $ oder 15 % geringer als im August (8 723 329 $) und auch um 851 117 $ bzw. 10 % wertlich kleiner als im gleichen Monat des Vorjahres (8 252 504 $). Diesem gegenüber weisen besonders große Stromerzeuger, Dampfturbogeneratorensätze, Akkumulatoren, Starkstromschalttafeln sowie größere Schalter und Sicherungen, Eisenbahnlokomotiven, Telegraphenapparate und z. T. Fernsprecheinrichtungen sowie Kohleerzeugnisse eine Abnahme auf. Dagegen ist u. a. der Export von Radioempfangsgerät, nicht näher bezeichneten Apparaten, isoliertem Leitungsmaterial aus Kupfer, Kühlvorrichtungen bis zu 1 ton und von Waschmaschinen für den Haushalt merklich gewachsen. Die Lieferungen der Union betrugen im Berichtsmonat nach Europa 982 815 $ (England: 282 226 $, Deutschland: 88 547 $), nach der westlichen Halbkugel 4 853 956 $ (Kanada: 2 729 561 $, Argentinien: 459 856 $) und nach Asien, Afrika und Ozeanien 1 564 616 $ (Australien: 447 565, Japan: 318 575 $). In den abgelaufenen neun Monaten haben die V. S. Amerika insgesamt für 79 311 174 $ exportiert, d. s. fast 7 % mehr als in derselben Periode von 1927 (74 252 891 $).

Eine deutsch-amerikanische Rationalisierungskonferenz in Berlin. — Wie uns das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit mitteilt, hat der Ausschuß für wirtschaftliche Verwaltung prominente amerikanische Industrielle und Fachleute auf dem Gebiet der Budgetkontrolle zu einer Diskussion über das Budget in industriellen Betrieben nach Berlin eingeladen. Das Budget hat in den letzten Jahren in größerem Maßstab in amerikanischen Industriebetrieben Eingang gefunden und die Geschäftsführung in entscheidender Weise beeinflußt. Da seine Durchführung den Betrieb, den Verkauf und die Finanzen in gleicher Weise berührt, bildet das Budget einen der wichtigsten Ausgangspunkte für die wirtschaftliche Rationalisierung industrieller Unternehmungen. Deutscherseits sind die Fragen des industriellen Budgets im Lauf des letzten Jahres durch den dem AWV angeschlossenen Fachausschuß für industrielles Budget (Obmann: Dr. H. Ludwig) studiert worden, der sich etwa aus 15 Industriefirmen verschiedener Branchen zusammensetzt und unter Mitwirkung des International Management Institut, Genf, die für Anfang Februar 1929 angesetzte Tagung vorbereitet. Diese sieht einen Gedankenaustausch zwischen Amerikanern und Deutschen über die mit der Durchführung des Budgets zusammenhängenden organisatorischen und psychologischen Fragen vor. Es ist das erste Mal, daß auf wirtschaftlichem Gebiet eine internationale Diskussion solcher Fragen stattfindet.

Förderung der elektrotechnischen Ausfuhr in den V. S. Amerika. — Der elektrotechnische Export wird in den V. S. Amerika seit neuerer Zeit nicht nur von der Elektroindustrie selbst, sondern auch von den Behörden möglichst gefördert. Zu letzteren gehört das Bureau of Foreign and Domestic Commerce, dessen Electrical Equipment Division sich in dieser Beziehung, wie wir der El. World entnehmen, schon große Verdienste erworben hat. Sie befaßt sich sowohl mit der Ausrüstung von Kraftwerken wie mit Telegraphen- und Fernsprechapparaten, Beleuchtungsmaterial, Glühlampenkolben, elektrischen Vorrichtungen für den Haushalt, Radiogerät usw. und hat z. B. für die Exporteure ein „Glossary of Electrical Terms and Instructions" sowie einen Index herausgegeben, der in seiner elektrischen Abteilung etwa 1200 an der Ausfuhr interessierte Firmen mit genauer Anschrift aufführt. Sehr gute Dienste leistet der Austausch monatlicher Exportstatistiken zwischen den V. S. Amerika, Deutschland und Großbritannien, also den Ländern, auf die annähernd 90 % des gesamten elektrotechnischen Handelsverkehrs entfallen. Jetzt wird von der Division eine Karte vorbereitet, die die Lage nahezu aller Kraftwerke der Welt mit Angabe der Leistungsfähigkeit zeigen soll, und ferner eine Karte der Union, aus der man den Standort der Niederlassungen am Export interessierter elektrotechnischer und Radiogesellschaften ersehen kann. Auch Angaben über die im Ausland üblichen Installationsmethoden, die Bestimmungen der Versicherungsgesellschaften, Zolltarife, Geschäftsberichte usw. werden zum Nutzen der Exporteure beschafft.

[1] Nach El. World, Bd. 92, 1928, S. 1019. Vgl. ETZ 1928, S. 1632.

Abschluß des Heftes: 8. Dezember 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 300 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 20. DEZEMBER 192
37—1868)

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 20. Dezember 1928 | Heft 51

Die elektrische Post-Röhrenbahn in London.

Von Dr. **R. Gretsch**, Berlin.

Übersicht. Die im Frühjahr 1928 in Betrieb genommene Londoner Post-Röhrenbahn, die zur Beförderung von Postsachen innerhalb Londons dient, wird beschrieben und beurteilt. Die Züge der Wagen fahren unbemannt und werden von Stellwerken aus gesteuert. Die große Bedeutung der Bahn liegt in der Entlastung des Londoner Straßenverkehrs.

Zu Anfang dieses Jahres wurde die mit hohen Kosten erbaute Londoner Post-Untergrundbahn in Betrieb genommen. Die Entwurfsgrundlagen waren bereits im Jahre 1909 geschaffen. Damals schon hatte die weitblickende Londoner Postbehörde die künftigen Verkehrsnöte der City vorausgesehen und die Entlastung des Oberflächenverkehrs von der Postbeförderung großzügig erwogen.

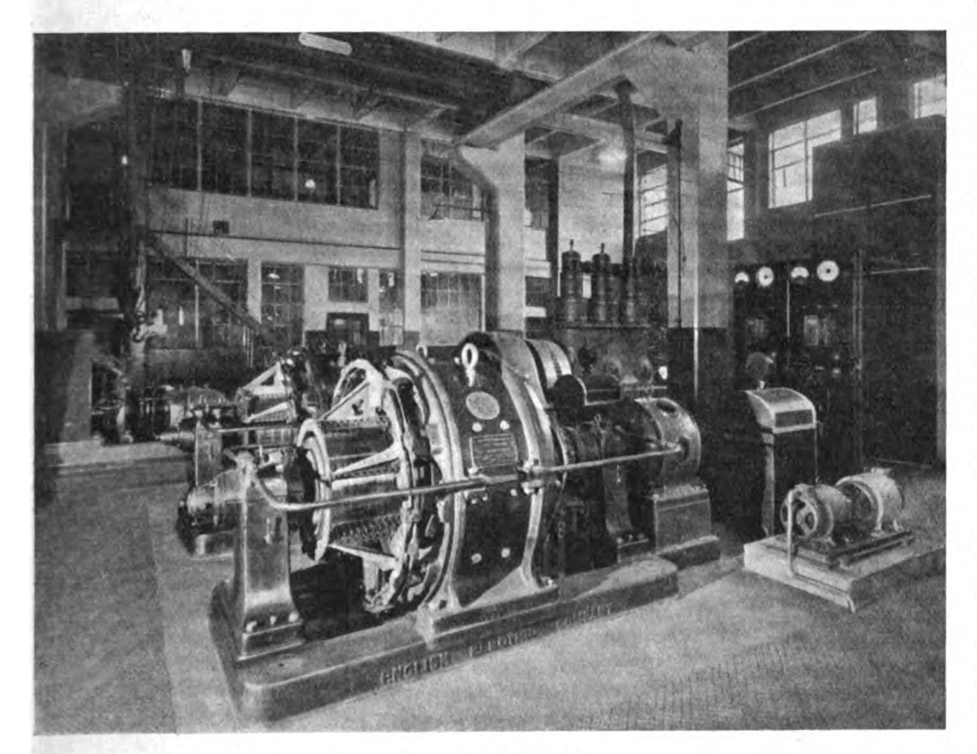


Abb. 1. Unterwerk Mount Pleasant.

Kurz vor Kriegsausbruch war mit der Ausführung des Tunnels begonnen worden, der noch während des Krieges im Rohbau fertiggestellt wurde. Eine geplante Weiterführung mußte dann aber unterbleiben. Die Ausrüstungsarbeiten wurden infolge der allgemeinen Preissteigerungen nach dem Kriege erst 1924 begonnen, ihre Vollendung nahm drei Jahre in Anspruch.

Den Linienzug der Bahn zeigt Abb. 2. Die Bahn, deren Länge 10 km beträgt, verläuft vom Paddington-Bezirkspostamt über das Paketpostamt Westen, das Bezirkspostamt Westen, das Zentral-Bezirkspostamt Westen nach dem Mount Pleasant-Postamt und von hier über das Postamt im King Edward-Gebäude, das Postamt Liverpoolstraße nach dem Bezirkspostamt Osten. Die punktierten Linien der Abb. 2, die vom Zentral-Bezirkspostamt Westen, vom Mount Pleasant-Postamt und vom Postamt King Edward-Gebäude ausgehen, zeigen den Verlauf der geplanten Erweiterungen, nach deren Fertigstellung sämtliche Hauptbahnhöfe und Postämter Londons durch ein unterirdisches Bahnnetz miteinander verbunden sein werden.

Der Bau bereitete trotz sorgfältiger Vorbereitungen stellenweise erhebliche Schwierigkeiten, die in den geologischen Verhältnissen des Londoner Bodens ihre Ursache hatten. Wiederholt wurden wasserführende Schichten angetroffen, die man auf Grund von Versuchsbohrungen nicht erwartet hatte; so zeigte sich daß man sich auf Versuchsbohrungen nur in begrenztem Umfange verlassen konnte. Namentlich beim Mount Pleasant-Postamt und beim King Edward-Gebäude-Postamt waren die Schwierigkeiten, die das unerwartete Vorkommen wasserführender Gesteinschichten bereitete, recht erheblich. In einigen Fällen entstanden auch Erschwerungen durch die Fundamente großer Gebäude, so vor allem beim Bau der Abfertigungstelle unter dem King Edward-Gebäude, das in der Höhe von fünf Stockwerken aus Eisenbeton hergestellt ist und den Untergrund stark belastet. In dem Postamt dieses Gebäudes arbeiten tagsüber mehr als 6000 Menschen und Hunderte von Maschinen; dazu kommt der Betrieb äußerst empfindlicher Apparate. Das Postamt steht auf einer Reihe von Betonpfeilern, von denen einige mehr als 800 t Last tragen. Es erwies sich als schwierig, im Zuge der Abfertigungsanlage befindliche Pfeiler zu umgehen und mit dem namentlich in der Höhe verfügbaren Raum auszukommen. Trotzdem gelang es, die Arbeiten ohne Störung des Postbetriebes auszuführen.

Die Bahn ist zweigleisig und als Röhrenbahn ausgeführt. Die Spurweite beträgt rd. 0,61 m. Abgesehen von kurzen, eingleisigen Abschnitten, die 2,13 m Dmr. haben, liegen die beiden Gleise auf freier Strecke, meist in einem gemeinsamen Tunnel von 2,75 m l. Dmr. Der Tunnel gabelt sich nach den Bahnhöfen zu meistens in zwei sich allmählich erweiternde Einzelröhren, die in den Bahnhöfen selbst je 6,8 m Dmr. haben. Die Bahnhöfe haben meist ein Bahnsteiggleis und ein Durchgangsgleis, die durch Weichen und ein Weichenkreuz miteinander verbunden sind. Die Bahnhöfe am Zentral-Bezirkspostamt Westen, Mount Pleasant- und King Edward-Postamt, die mehr als zwei Bahnsteige haben, sind außerdem mit besonderen Verbindungsgleisen und einer Kehrschleife ausgestattet. In diesen Bahnhöfen beträgt der Tunneldurchmesser bis zu 7,6 m.

Die Gleise sind auf eichenen Schwellen (1,07 × 0,18 × 0,09 m) verlegt, die in Beton eingebettet sind. Als Schienen sind englische Normalschienen von 17,5 kg/m Gewicht verwendet. Diese Anordnung ist gewählt, um die

Unterhaltungsarbeiten zu verringern. Mit besonderer Sorgfalt ist die Krümmungsfrage behandelt. Für Höchstgeschwindigkeiten bis zu 53 km/h beträgt der kleinste Krümmungshalbmesser 140 m, wobei Überhöhungen bis zu 8,9 cm Verwendung finden. In Kehrgleisschleifen beträgt der kleinste Krümmungshalbmesser 21 m.

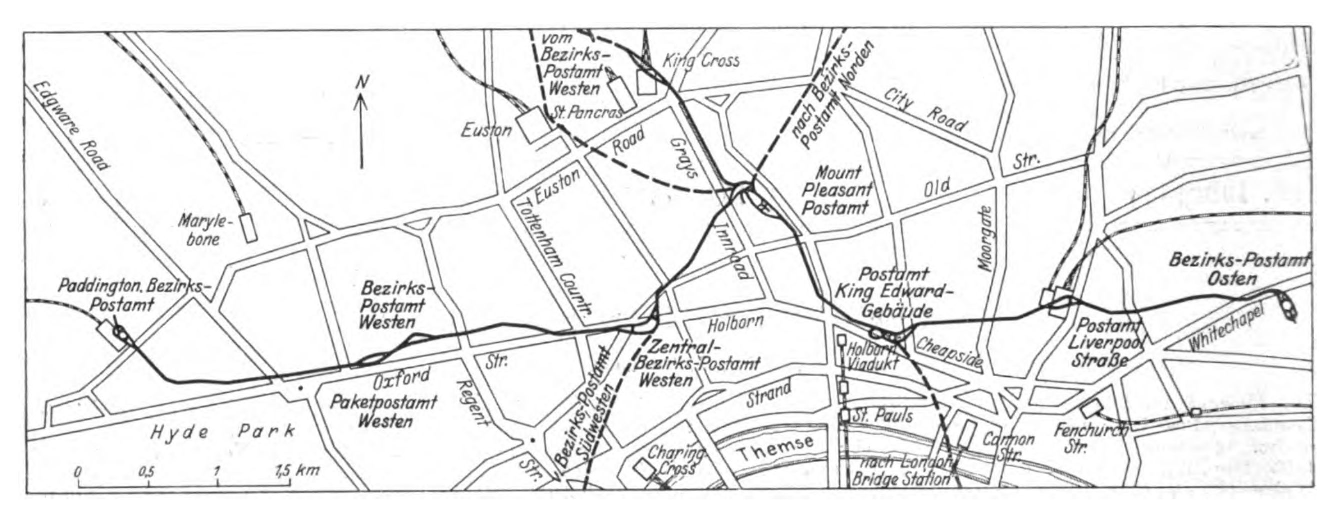


Abb. 2. Lageplan.

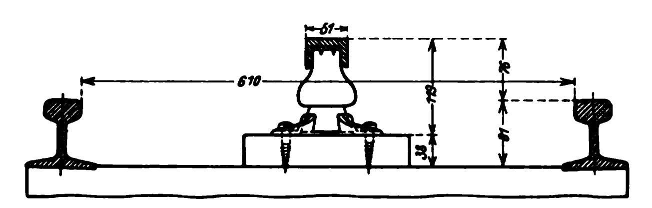


Abb. 3. Querschnitt durch das Gleis.

Die Stromversorgung erfolgt seitens der City von London- und der Charing Cross and City-Beleuchtungsgesellschaft. Beide liefern Drehstrom von 11 000 V Spannung und 50 Hz an ein Unterwerk in unmittelbarer Nähe des King Edward-Gebäudes, in dem er durch drei 1000 kVA-Einphasentransformatoren auf 6600 V abgespannt wird. Von diesem Unterwerk führen ein Dreileiterkabel von 0,64 cm² Leitungsquerschnitt nach dem Unterwerk am Mount Pleasant-Postamt (Abb. 1) und zwei Dreileiterkabel von 0,14 cm² Querschnitt nach dem Unterwerk Liverpoolstraße. Das Mount Pleasant-Unterwerk speist durch zwei 0,38 cm²-Dreileiterkabel das Unterwerk am Paketpostamt Westen. In jedem der genannten Unterwerke wird der 6600 V-Drehstrom durch zwei Gruppen von je drei 133 kVA-Einphasentransformatoren in Deltaschaltung auf 440 V abgespannt, um dann über 400 kW-Drehumformer in Gleichstrom verwandelt zu werden. In jedem Unterwerk befinden sich außerdem noch je zwei Sätze Motorgeneratoren von 20 oder 30 kW Leistung, die mit 440 V Gleichstrom angetrieben werden und Gleichstrom von 150 bis 160 V Spannung für später beschriebene Zwecke abgeben.

Für die Speisung der Gleisstromkreise und der zur Zugsteuerung und Zugsicherung gehörigen Apparate sind in jeder Haltestelle eine oder zwei Sammlergruppen von je 24 V Spannung aufgestellt. Jede Gruppe besteht aus zwei Batterien von je 12 Zellen. Die Schaltung ist derart, daß immer die eine Sammlergruppe geladen wird, während die andere Strom abgibt. Die 24 Zellen einer Sammlergruppe sind beim Laden hintereinander, bei der Stromabgabe parallel geschaltet. Die Kapazität der größeren Batterien beträgt 200 Ah, die der kleineren 134 Ah. Das Laden erfolgt über Widerstände durch den vorerwähnten 150 V-Stromkreis; die Ladestromstärken betragen 16 ... 30 A. Die Batteriepluspole sind geerdet.

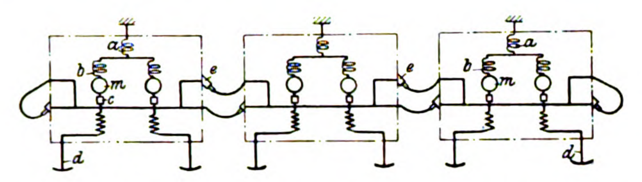
Die Motoren der Züge, der Aufzüge, Förderbänder, Baggerförderanlagen auf den Bahnhöfen und der Ventilatoren sowie auch die Lampen werden mit 440 V gespeist.

Die Wagen entnehmen den Strom von einer Stromleitungsschiene, die zwischen den Gleisen auf Porzellanisolatoren (Abb. 3) verlegt ist. Die Stromschiene ist aus Längen von rd. 10,5 m zusammengesetzt und wiegt etwa 7,5 kg/m; ihr Leitungswiderstand beträgt rd. 1,9 μΩ/m. Die Stromschienen sind durch stählerne Verbindungschienen von etwa 30 cm Länge miteinander verbunden. Für die Zugsteuerung ist die Stromleitung in isolierte Abschnitte unterteilt. Diese werden auf der Strecke durch Gleisstromkreise selbsttätig überwacht und geschaltet, in den Bahnhofsbezirken aber vom Stellwerk bedient. Zur Stromrückleitung werden die Fahrschienen verwendet. Sie sind in Zwischenräumen von etwa 90 ... 100 m kreuzweise leitend verbunden und an die gußeisernen Tunnelröhren angeschlossen. Eine der Fahrschienen wird von Gleisströmen durchflossen, die zur Steuerung der Sicherheits- und Überwachungsanlagen der Bahn dienen.



Abb. 4. Postzug mit 3 Wagen.

Die Züge bestehen aus 3 ... 6 stählernen Triebwagen (Abb 4). Jeder Wagen wird von zwei 22 PS-, 440 V-Gleichstrommotoren in Parallelschaltung angetrieben (Abb. 5) und kann bis zu rd. ½ t Last aufnehmen. Die Länge der Wagen beträgt rd. 4 m, die größte Breite 1,067 m, die Höhe 1,513 m, das Leergewicht rd. 1180 kg. Der Wagenkasten



a Elektrische Bremse *b* Feldwicklungen *c* Sicherungen 50 A
d Schleifkontakte *e* Kuppelungen *m* Motoren

Abb. 5. Schaltplan eines Zuges.

(Abb. 6) enthält drei Laderäume, einen höheren mittleren, der vom Wagenboden bis zum Wagendach reicht, und zwei niedrigere Seitenräume über den Antriebsmotoren. Um die Lade- und Entladearbeit möglichst zu vereinfachen und an Zeit und Personal zu sparen, wird das Postgut in besonderen Packgefäßen befördert, die fahrbar eingerichtet, im übrigen aber nach der ungleichen Höhe der drei Wagenabteile verschieden gestaltet sind. Zum Beladen werden die Packgefäße an die Wagen herangerollt. Dann wird das Wagendach mittels Handgriffs rollpultartig zurückgeschoben und die Wagenseitentür heruntergeklappt. Beim Mittelabteil dient diese dann als Ladebühne für die Packgefäße. Letztere werden eingeschoben, dann die Seitentür wieder hochgeklappt und das Dach herabgezogen; damit ist der Beladevorgang beendet.



Abb. 6. Beladen eines Postzuges.

Die Wagen haben eine Bremse, die, solange ihre Spulen Strom führen, magnetisch außer Wirksamkeit gesetzt wird; beim Abschalten des Stromes werden die Bremsklötze dann durch Federwirkung angedrückt. Für Störungen in der Stromzuführung und für das Abschleppen beschädigter Züge stehen batteriegespeiste Lokomotiven zur Verfügung. Außerdem sind an den Wagen Einrichtungen vorhanden, um die Bremsen, die ja beim Ausbleiben der Spannung selbsttätig einfallen, abzuschalten.

Die Züge sind unbemannt. Sie werden von Stellwerken aus gesteuert (Abb. 7), die auf den Bahnhöfen in besonderen Räumen untergebracht sind. Die Stellwerke sind in ihrem Aufbau denen der Londoner Untergrundbahnen ähnlich. Über jedem Stellwerk befindet sich eine Fahrschautafel, die in bekannter Weise die Bewegung der Züge anzeigt. Eine auf der Rückseite des Stellwerks befindliche vierfeldrige Bedienungstafel besonderer Konstruktion vermittelt die Verbindung mit den Nachbarstellwerken. Jedes der vier Felder ist mit einer Anzahl von Schildern mit Signallampen und Druckknöpfen versehen. Die linksseitigen beiden Felder beziehen sich auf die östlich gelegenen Blockabschnitte, die rechtsseitigen beiden auf die westlichen. Den Schildern sind die Züge beigeschrieben, deren Abfertigung vermittels der zugehörigen Druckknöpfe und Signallampen vorgenommen wird. Mit zwei äußeren Feldern der Bedienungstafel werden beleuchtete Fahrtrichtungsanzeiger auf den Bahnsteigen bedient.

Die Abfertigung der Züge sei an Hand des nachfolgenden Beispieles beschrieben: Auf Bahnsteig 1 der Haltestelle zum Zentral-Bezirkspostamt Westen steht ein Zug bereit zum Beladen für den Bahnhof Mount Pleasant. Der Stellwerkbeamte steckt einen Stöpsel in das entsprechende äußere Feld der Bedienungstafel. Auf dem Fahrtrichtungszeiger des Bahnsteigs erscheint beleuchtet das Wort „Mount Pleasant“ und macht den Angestellten kenntlich, daß der Zug mit Postsachen nach diesem Bahnhof beladen werden soll. Nach Beendigung des Beladens zieht der Bahnsteigbeamte einen auf dem Bahnsteig angebrachten Zughebel. Dadurch wird im Stellwerkhäuschen eine grüne Signallampe auf dem entsprechenden äußeren Feld der Anzeigetafel und auf dem Bahnsteiganzeiger eine rote Lampe zum Aufleuchten gebracht. Der Stellwerkwärter, der durch die grüne Signallampe unterrichtet ist, daß der Zug abfahrtbereit ist, zieht einen entsprechenden Stellwerkhebel und legt so die Stromleitungschiene des zugehörigen Bahnsteigabschnittes, die bis dahin spannungslos war, an 440 V. Die Wagenmotoren erhalten Strom, der Zug setzt sich in Bewegung. Nun zieht der Stellwerkbeamte den Stöpsel aus der Bedienungstafel wieder heraus, so daß der Fahrtrichtungszeiger auf dem Bahnsteig erlischt und drückt dann einen Knopf im gleichen Feld; die grünen und roten Signallampen erlöschen. Dann bedient er einen auf der linken Seite des Schildes „Mount Pleasant“ befindlichen Knopf, der im Nachbarstellwerk (Mount Pleasant) auf einem entsprechend bezeichneten Feld der Bedienungstafel zwei Signallampen zum Aufleuchten bringt. Der Stellwerkbeamte in Mount Pleasant ist so von dem Herannahen des Zuges und seinem Bestimmungsort verständigt. Inzwischen hat der Zug seine Höchstgeschwindigkeit erreicht. In bestimmter Entfernung von Mount Pleasant trifft er auf einen stromlosen Abschnitt, der in der Steigung liegt, so daß er unter Einwirkung der Schwerkraft und der mit dem Abschalten der Spannung selbsttätig einfallenden Bremsen zum Halten kommt. Während dieser Zeit hat der Stellwerkwärter in Mount Pleasant, der ja von dem Herannahen des Zuges verständigt war, den zugehörigen Stellwerkhebel bedient. Hierdurch wird für den Zug die richtige Fahrstraße geschaltet und festgelegt und dann die Stromschiene des Einfahrtabschnitts für die Erregung vorbereitet. Nunmehr drückt er einen auf der linken Seite des Schildes „Ankunft aus Osten“ befindlichen Knopf. Dadurch erlischt eine Signallampe auf dem mit „Abfertigung nach Osten“ bezeichneten Teil der Bedienungstafel im Stellwerk der Ausgangstation.

Waren die vorstehend beschriebenen Maßnahmen bereits getroffen, bevor der Zug in den spannungslosen Abschnitt eingelaufen und darin zum Stillstand gekommen war, so wird nach etwa 5 s der zugehörige Stromschienenabschnitt durch ein besonderes Motorrelais an 440 V gelegt, so daß sich der Zug wieder in Bewegung setzt. Nach wenigen, etwa 5 s, die genügen, um ihn in Fahrt zu bringen, wird die Spannung von 440 V selbsttätig auf 150 V herabgesetzt; der Zug läuft nunmehr unter dieser niedrigen Spannung langsam in den Bahnhof (Mount Pleasant) ein. Hier tritt er in einen spannungslosen Bahnsteigabschnitt ein, in dem er durch das Einfallen der Bremsen an bestimmter Stelle zum Halten gebracht wird. Handelt es sich um einen „durchgehenden Zug“, so wird durch Bedienung eines entsprechenden Stellwerkhebels die selbsttätige Steuerung des Zuges über den ganzen Bahnhofsabschnitt ausgedehnt.



Die vorerwähnten Stellwerkhebel (Bauart Siemens und General Electric Railway Signal Company) sind ähnlich denen unserer deutschen Stellwerke derart durchgebildet, daß das Ziehen der Hebel nur in einer Reihe von Abhängigkeitsstufen — entsprechend den Schaltvorgängen — erfolgen kann. Im ersten Schaltgang lassen sie sich nur bis zu einem gewissen Punkt, dem sogenannten „Annäherungsverschluß", ziehen. Durch den Anschlag wird dann ein Überwachungstromkreis über alle die Gleisrelais der Fahrstraße geschlossen, die der Zug zu befahren hat. Sind diese Sicherheitsabschnitte frei, so wird durch die Wirkung eines Magnetschalters der Fahrstraßenverschluß freigegeben, und der Hebel kann bis in die sogenannte „Weichenverschlußstellung" bewegt werden. In dieser Stellung werden durch die Wirkung von Relais die zu befahrenden Weichen durch ihre Antriebmotoren in die richtige Stellung gebracht und überprüft; dann wird die Sperre freigegeben und der Stellwerkhebel kann in die Endstellung gebracht werden, wodurch über ein Relais die Stromschiene des betreffenden Abschnittes an Spannung gelegt wird.

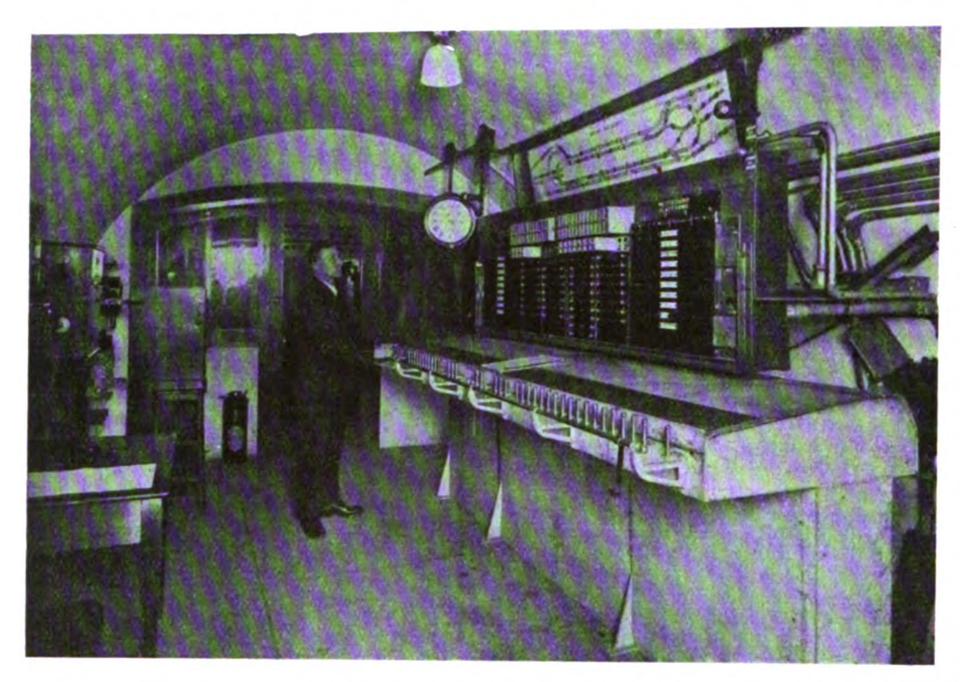


Abb 7. Stellwerksraum mit Stellwerk.

Ist der Zug in den Bahnhof eingelaufen, so kann der Stellwerkhebel in drei Schaltbewegungen wieder zurückgelegt werden. Die erste Stufe, die jederzeit gestellt werden kann, schaltet die Spannung von der Stromschiene ab. Mit dem Eintritt in die zweite Stufe werden sämtliche Gleisrelais in die Überwachungstellung geschaltet. Sind die entsprechenden Gleisabschnitte frei und die dazugehörigen Schalter offen, so kann der Hebel in die dritte Stellung weiterbewegt werden, wobei unter Mitwirkung verschiedener Relais die Weichen durch die Antriebmotoren in ihre Grundstellung zurückgestellt werden. Sind am Ende dieses Vorganges die Weichenüberwachungsstromkreise geschlossen, so kann der Hebel endlich in die Grundstellung zurückgelegt werden. Erwähnt sei, daß neben der elektrischen Überprüfung noch weitgehende mechanische Überwachung vorgesehen ist.

Um einen zweiten Zug von einer Haltestelle abfertigen zu können, bevor der erste die nächste Haltestelle erreicht hat, sind auf der rechten Seite der Täfelchen der Bedienungstafel eine Reihe von Druckknöpfen vorgesehen. Ist nun z. B. auf der Ausgangstation (Zentral-Bezirkspostamt Westen) ein Zug nach Mount Pleasant abgelassen und soll ihm ein non-stop-Zug nach der Poststation King Edward-Gebäude (K. E. G.) folgen — der also in Mount Pleasant durchfährt —, so drückt der Stellwerkwärter der Haltestelle Zentralbezirkspostamt Westen, sobald ihm vom Bahnsteig aus die erfolgte Beladung des K. E. G.-Zuges übermittelt wurde, einen Knopf auf der rechten Seite des Feldes K. E. G. Damit wird die entsprechende Anzeige auf die Bedienungstafel des Stellwerks Mount Pleasant übertragen, während gleichzeitig auf der eigenen Schalttafel das Feld aufleuchtet: „Nächsten Zug nach Osten senden." Der Stellwerkbeamte in Mount Pleasant ist somit unterrichtet, daß der erste Zug, der eintrifft, nach Mount Pleasant selbst bestimmt ist, der zweite Zug aber in durchgehender Fahrt nach K. E. G. abgefertigt ist.

Hier erscheint eine kurze Erläuterung des Vorganges der selbsttätigen Steuerung der Züge unmittelbar vor dem Einfahren in eine Haltestelle am Platze. Wie bereits erwähnt, tritt in bestimmter Entfernung von jeder Haltestelle jeder Zug aus dem letzten selbsttätigen Abschnitt in den sogenannten Bremsabschnitt ein. In diesem ist die Stromschiene stromlos, so daß der Zug durch die Einwirkung der Schwere und der Bremsen zum Halten kommt. Von diesem Augenblick an erfolgt die selbsttätige Weiterbehandlung des Zuges durch die Wirkung eines besonderen Motorschalters. Ist der entsprechende Stellwerkhebel gezogen, so wird dieser Motorschalter, der drei Kontaktstücke trägt, erregt. Er wirkt ähnlich wie ein Zeitrelais und arbeitet in einer Reihe von Schaltvorgängen: der erste Schaltvorgang umfaßt die Bremszeit, d. h. das Auslaufen des Zuges bis zum Halten; im zweiten Schaltvorgang wird

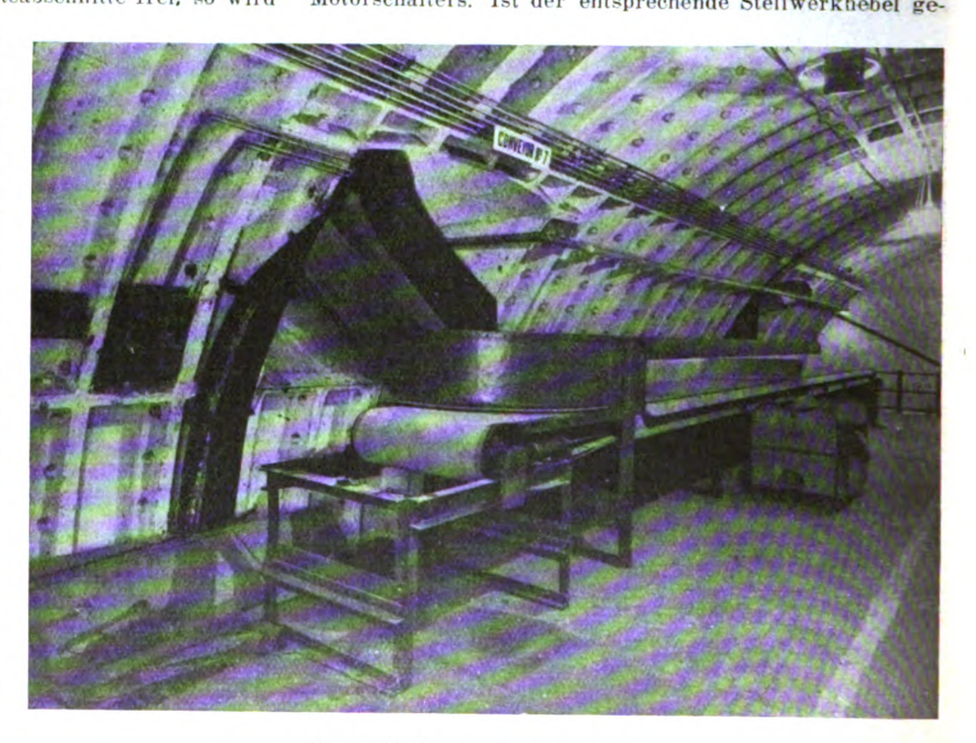


Abb. 8. Förderband für Gepäckstücke.

nach etwa 5 s die Stromleitungsschiene an 440 V gelegt; im dritten Schaltvorgang erfolgt nach weiteren 5 s die Umschaltung auf 150 V. Im vierten Schaltvorgang läuft der Motorschalter in seine Grundstellung zurück. Da für jeden Bahnhof die mittleren Zeitwerte für das Bremsen der Züge in den Bremsabschnitten und für das Beschleunigen mit 440 V und mit 150 V praktisch bestimmbar sind, so läßt sich die richtige Zeitfolge der verschiedenen Schaltvorgänge an jedem Motorschalter durch Verstellen der Kontakte und durch Widerstandsregelung entsprechend einstellen.

Verschiedentlich ist von fachmännischer Seite in England das Einfügen der Bremsabschnitte vor den Haltestellen bemängelt worden, da hierdurch Energie vergeudet und außerdem die Zugdichte beschränkt würde. Dieser

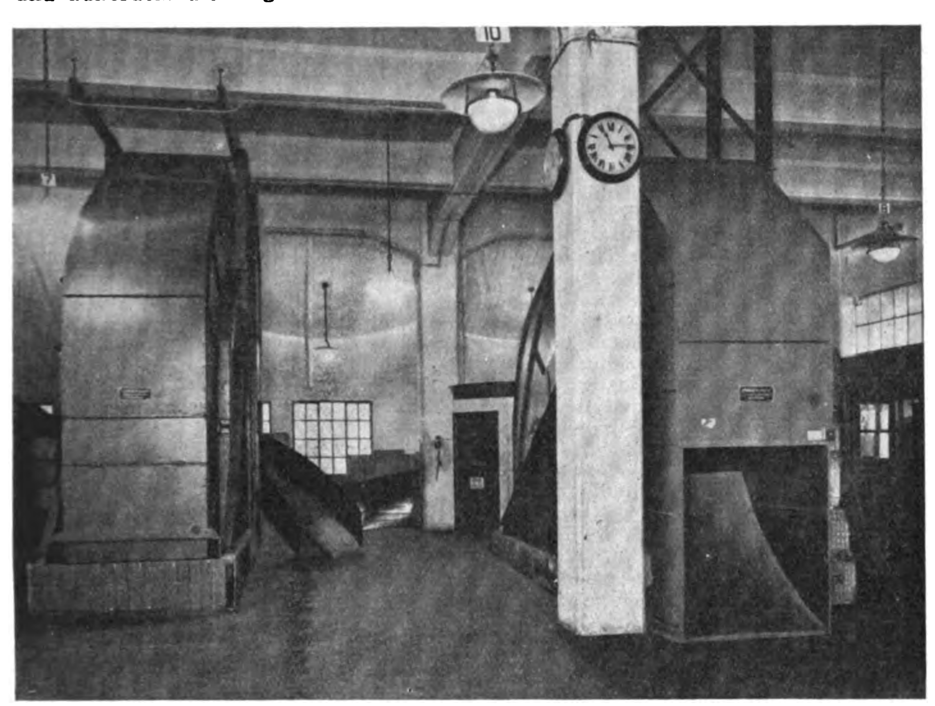


Abb. 9. Gepäckbagger.

Nachteil wird von den Fachleuten der Post-Röhrenbahn ohne weiteres zugegeben, aber es wird betont, daß sich die Bremsabschnitte beim selbsttätigen Betrieb als unvermeidbar erwiesen hätten. Solange keine bessere Lösung gefunden sei, müsse man sie beibehalten; dies sei durch die Praxis eindeutig bewiesen.

Die Bahnsteige sind in verschiedene (meist vier) Beladungsabschnitte geteilt. Das Vorziehen eines Zuges von einem Beladungsabschnitt in den anderen erfolgt gleichfalls vom Stellwerk aus, indem die entsprechende Stromschiene an 150 V gelegt wird. Zwei Hilfstasten in jedem Stellwerk dienen dazu, in Störungsfällen den östlich oder westlich gelegenen Sicherungsabschnitt stromlos zu machen, so daß diese ohne Gefahr durch die schon erwähnten Batterielokomotiven befahren werden können. Außerdem sind in jedem Stellwerk vier Schaltschlüssel nach dem Yalemuster vorhanden, durch die bestimmte Gleisabschnitte für Prüfungszwecke stromlos gemacht werden können.

Die Zuführung der Brief- und Paketpost von den Postämtern nach den Bahnhöfen der Post-Röhrenbahn und umgekehrt erfolgt durch weitestgehende Verwendung von laufenden Bändern (Abb. 8), selbsttätigen Aufzügen und Baggern, Rutschen u. dgl. (Abb. 9), wodurch in hohem Maße die Behandlung beschleunigt und an Personal gespart wird. Im allgemeinen werden die Aufzüge und Bagger für den Transport aufwärts, laufende Bänder und Rutschen für die Verfrachtung abwärts, laufende Bänder für Beförderungen in gleicher Höhe verwendet. Das Handinhandarbeiten der verschiedenen Transporteinrichtungen ist überaus sinnvoll eingerichtet und bis ins kleinste durchdacht. Meist ist die Einrichtung so getroffen, daß die Postsäcke von den Postämtern durch Rutschen abwärts befördert werden, dann auf ein laufendes Band gelangen, das sie bis in die unmittelbare Nähe der Bahnsteige führt, wo sie in die früher erwähnten Packgefäße fallen. Die auf den Bahnsteigen ankommende Post gelangt aus den Packgefäßen zunächst auf laufende Bänder und wird durch diese bis zu den Aufzügen oder Gepäckbaggern gebracht, die sie dann entweder bis in die Postämter selbst befördern oder wiederum an laufende Bänder abgeben, die die endgültige Überführung zu den Postämtern besorgen.

Da die Röhrenbahn teilweise bis zu 25 m unter der Erde liegt, waren für die Lüftung besondere Einrichtungen notwendig, die es unmöglich machen, daß die verbrauchte Luft der Tunnel über die Aufzüge in die Räume der Postämter gelangt. Zu dem Zweck sind Ventilatoren aufgestellt, die die Luft von außen ansaugen, und ist eine Anzahl von Schornsteinen vorgesehen, die die Tunnelluft ins Freie leiten.

Die Post-Röhrenbahn ist äußerst großzügig und ohne Rücksicht auf Kosten angelegt. Der Betrieb ist daher kostspielig und erfordert noch erhebliche Zuschüsse. Das würde gegen die Anlage sprechen, wenn nicht ihr Hauptzweck darin gesehen werden müßte, daß sie den Oberflächenverkehr von der gesamten Postbeförderung entlastet und so erheblich zur Besserung der Verkehrsverhältnisse Londons beiträgt.

Leider zeigt sich heute schon, daß die Post-Röhrenbahn in absehbarer Zeit den Anforderungen nicht gewachsen sein wird. Nach dem Verfasser gemachten mündlichen Äußerungen ist die Menge des Postgutes seit dem Jahre 1909, in dem die Bahn entworfen wurde, auf etwa das Zehnfache angewachsen. An Stelle der ursprünglich vorgesehenen Zugeinheiten von zwei und drei Wagen müssen daher heute schon häufig Drei- bis Sechswagenzüge eingesetzt werden. Auch die Zugdichte wird bald ihre Grenze erreicht haben, so daß nicht ausgeschlossen ist, daß in absehbarer Zeit nur noch durch eine Vergrößerung der Wagenprofile und damit der Tunneldurchmesser den gewachsenen Anforderungen Rechnung getragen werden kann.

Elektrische Arbeit in der amerikanischen Landwirtschaft.

Von Dipl.-Ing. **J. Reutter,** Birmingham, Ala.

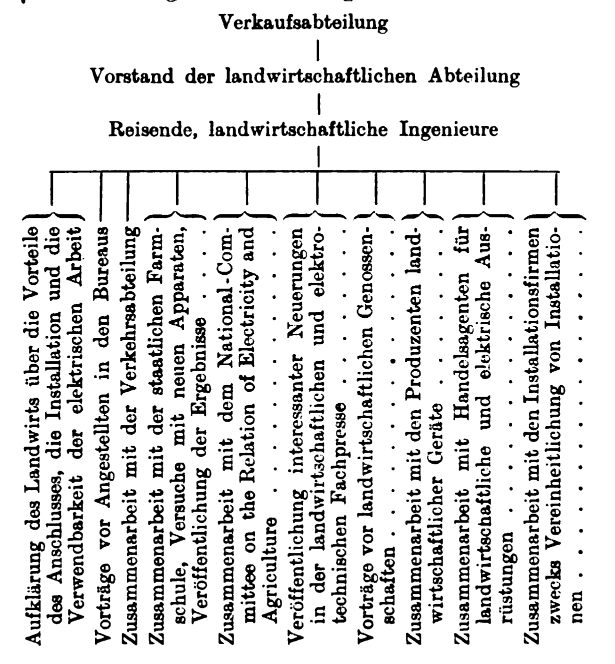
Übersicht. Der Verfasser beschreibt den gegenwärtigen Stand der Elektrisierung der amerikanischen Landwirtschaft sowie die Bestrebungen der Elektrizitätsgesellschaften und landwirtschaftlichen Organisationen, die Landwirte mit elektrischer Arbeit vertraut zu machen. Die Stromtarife und einige Beispiele ihrer Auswirkung werden besprochen, verschiedene Licht- und Kraftquellen mit der Elektrizität verglichen, deren weitgehende Anwendung für landwirtschaftliche Zwecke in Kalifornien am Schluß zur Darstellung gelangt.

Die Elektrisierung der amerikanischen Landwirtschaft ist eine unbedingte Notwendigkeit geworden. Die Landwirtschaft beschäftigt mehr Arbeiter als irgend ein Industriezweig. Arbeitskräfte, speziell landwirtschaftliche, sind in den Vereinigten Staaten ja verhältnismäßig viel teurer als in andern Ländern, und die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Arbeitern im Sommer kann häufig gar nicht gedeckt werden. Hauptsächlich haben die Städte die landwirtschaftliche Bevölkerung angezogen, da die Verdienstmöglichkeiten in den Industriezentren viel günstiger sind und auch kulturell mehr geboten wird. Die strengen Einwanderungsgesetze, die zwar den landwirtschaftlichen Bedürfnissen entgegenkommen, haben die Arbeiternot noch verschärft. Von Anfang an war es klar, daß die Einführung elektrischer Energie

in die Landwirtschaft große Vorteile mit sich bringen würde, einerseits um die Arbeiternot im Sommer zu mildern und anderseits um das Leben auf dem Lande dem in der Stadt ähnlicher zu gestalten und damit dem „Drange nach der Stadt" entgegen zu arbeiten. Wenn heute die Elektrisierung noch nicht weiter fortgeschritten ist, so ist hauptsächlich die ungünstige ökonomische Lage der gesamten Landwirtschaft schuld daran.

Diese wird aus einem Bericht des landwirtschaftlichen Referenten der Detroit Edison Company (veröffentlicht im N. E. L. A.-Bulletin, Bd. 15, S. 539) ersichtlich. Während ein Drittel der Gesamtbevölkerung der Vereinigten Staaten sich mit Landwirtschaft befaßt und den Landwirten ein Fünftel des Grundbesitzes der Staaten gehört, beträgt das Einkommen der Landwirte nur ein Zehntel des Gesamteinkommens der ganzen Nation. Diese ungünstigen Verhältnisse beeinflußten die letzten Wahlen besonders, und die beiden einflußreichsten Parteien (republikanische und demokratische) versprachen, Gesetzentwürfe einzubringen, um die ungünstige Lage der Landwirte zu bessern.

Die interessierten Stellen sind bestrebt, die großen Vorteile der Elektrizität auf dem Lande klarzumachen. Die Bundesregierung und die verschiedenen Staaten wie auch Gemeinden und lokale Verbände tun ihr möglichstes. Es sei nur erwähnt, daß verschiedene Musterfarmen in vielen Staaten mit finanzieller Hilfe der Bundesregierung errichtet wurden, die vollständig elektrisiert sind. Sie sind der Allgemeinheit zugänglich und haben viel zur Förderung des Problems beigetragen. In ungefähr 20 von den 48 Staaten wurden staatliche Versuchsanstalten errichtet, die sich mit der praktischen Anwendung elektrischer Arbeit für landwirtschaftliche Zwecke befasssen. Diese Anstalten werden gewöhnlich gemeinschaftlich von den privaten Kraftgesellschaften und einer staatlichen Schule betrieben. Die Kraftgesellschaften, die günstige Möglichkeiten auf dem Lande sehen (nach Angabe des Ackerbauministeriums sind 6 Mill. Farmen in den Staaten; bei einer Durchschnittseinnahme aus dem Stromverkauf je Farm von 200 $ ergibt das 1200 Millionen $[1]), haben die Entwicklung sehr unterstützt. Kürzlich wurde bekanntgemacht, daß etwa 60 Gesellschaften selbständige landwirtschaftliche Abteilungen besitzen und 43 Gesellschaften Referenten anstellen. Folgendes Schema zeigt die Organisation einer solchen Abteilung und deren Aufgaben:



Eine der wichtigsten Pflichten der landwirtschaftlichen Abteilungen ist, den Landwirten bei der Installation Ratschläge zu erteilen. Häufig wird die Installation durch Firmen mit wenig praktischer Erfahrung ausgeführt. Nach kurzer Zeit werden gewöhnlich mehr Vorrichtungen angeschlossen, und dann muß die ganze Installation umgearbeitet werden. Die Landwirte haben häufig den Kraftgesellschaften die Schuld daran beigemessen, daher raten die meisten der landwirtschaftlichen Abteilungen heute den neuen Abnehmern, die Installation unter ihre Aufsicht zu stellen. In den meisten Ortschaften muß jede Installation seitens der zuständigen Behörden geprüft werden, und dasselbe sollte auf dem Lande geschehen. Eine weitere wichtige Aufgabe dieser Abteilungen ist, die Landwirte auch beim Ankauf der verschiedenen Vorrichtungen fachmännisch zu beraten.

Musterfarmen, die diesen Abteilungen unterstellt sind und auf denen elektrisch betriebene Geräte so weit als möglich angewendet werden, haben viel zur Werbung neuer Abnehmer wie auch zur vorteilhaften Verwendung elektrischer Energie für die verschiedenen landwirtschaftlichen Verrichtungen beigetragen. In abgelegenen Gebieten werden leicht transportable Farmmodelle ausgestellt, und die Handhabung der verschiedenen Vorrichtungen wird den Landwirten kostenlos vorgeführt.

Eine Organisation, die vielleicht für die Elektrisierung der Landwirtschaft am wichtigsten ist, entstand im Jahre 1923. Nach ungefähr einjährigen Verhandlungen zwischen dem Farmbureau (der führenden landwirtschaftlichen Organisation) und der National Electric Light Association (die alle elektrischen Unternehmungen umfaßt) wurde das „Committee on the Relation of Electricity and Agriculture" geschaffen. Die hauptsächlichsten Mitglieder dieser Körperschaft sind heute neben dem genannten Verbande die National Association of Farm Equipment Manufacturers (Verband der Erzeuger von landwirtschaftlichen Geräten), die National Electric Manufacturers Association (Verband der Elektroindustrie), die National Grange (das leitende landwirtschaftliche Zeitungsorgan) und die einzelnen großen Firmen. Die Regierung ist ebenfalls durch die Ministerien für Landwirtschaft, des Innern und für öffentliche Arbeiten vertreten. Durch Veröffentlichungen, Berichte, Konferenzen und Vorträge in der Stadt, aber hauptsächlich auf dem Lande trachtet diese Organisation die Elektrisierung der Landwirtschaft zu fördern. Ihr Sitz ist in Chicago. Da aber sehr viele lokale Faktoren berücksichtigt werden müssen, sind heute in 24 Staaten Zweigstellen dieser Organisation errichtet.

Die National Electric Light Association hat ein Komitee zur Förderung der Anwendung der elektrischen Arbeit in der Landwirtschaft gebildet (rural electric service committee). Eines der Hauptziele aller dieser Organisationen ist, die Landwirtschaft und die Elektroindustrie einander näher zu bringen, den Landwirten in der Frage der Elektrisierung an die Hand zu gehen und die allgemeine Politik der Kraftgesellschaften festzulegen. Was die Werbung von neuen Kunden betrifft, so wird den einzelnen Gesellschaften angeraten, einheitlich vorzugehen. Diese stehen scheinbar auf dem Standpunkt, daß sie aufgefordert werden müssen, neue Gebiete anzuschließen. Gewöhnlich interessieren ihre Angestellten die einflußreichsten Farmer, die dann eine örtliche Organisation gründen und mit den Gesellschaften verhandeln. In den meisten Fällen wird eine landwirtschaftliche Leitung anfangs wenig Nutzen für die Kraftgesellschaften ergeben, aber erfahrungsgemäß verbrauchen die Abnehmer nach 5½ Jahren so viel mehr Strom, daß die meisten Leitungen dann schöne Einkünfte bringen. Die großen Elektrizitätsgesellschaften, wie Westinghouse und die General Electric, tragen durch Veröffentlichung von Fachliteratur, Vorträge und Kurse auch viel bei. So berichtet Dr. R. A. Pearson in der General Electric Review[2], daß diese Firma einen viermonatigen Kurs zur Heranbildung von Farm-Elektroingenieuren unterhält.

Eine der Hauptfragen des Problems ist, genügende Verwendung für die elektrische Energie auf dem Lande zu finden. In Fachkreisen glaubt man, daß jede Operation auf dem Bauernhof heute elektrisch ausgeführt werden kann. Man muß jedoch die ökonomische Seite in Betracht ziehen, da manche Arbeit, wenn sie elektrisch ausgeführt würde, unerschwinglich teuer wäre. Umstehende Übersicht gibt einigen Aufschluß über das Verhältnis, in dem die Elektrizität in der Landwirtschaft Verwendung findet.

Wie die Städter, so haben auch die Bauern elektrische Energie zuerst für Beleuchtung verlangt, vor allem wegen der Sicherheit gegen Feuer, das zu löschen auf einer Farm nur geringe Möglichkeit besteht. In der Hühnerzucht wurde elektrische Beleuchtung mit schönen Ergebnissen angewendet. Die Vorzüge des Elektromotors sind bekannt. Viele Landwirte wollen von Benzinmotoren nichts

[1] Die vom Ackerbauministerium angegebene Durchschnittseinnahme von 200 $ je Farm ist für heutige Begriffe sehr optimistisch, wenigstens für die meisten Staaten, mit Ausnahme von Kalifornien (mit 273 $, s. S. 1846) und andern sehr fortgeschrittenen Gebieten. Es besteht aber kein Zweifel, daß in der Zukunft auch in den übrigen Staaten dieses Niveau erreicht werden wird. Die gegenwärtige Durchschnittseinnahme je Farm, für alle Staaten zusammengefaßt, kann mit 80 ... 100 $ angenommen werden.


[2] Bd. 30, 1927, S. 582.

Verwendung[3]	%	Verwendung	%
Licht	100	Kühlvorrichtung	9
Bügeleisen	87	Laden der Batterie	6,4
Küchenherd	29	Brutvorrichtung	26
Lüftung	27	Melkmaschine	4,5
Kaffeesieder	20	Milchseparator	2
Waschmaschine	16	Wasserpumpe	14
Warmwasserversorgung	15	Motor für allgemeine	
Nähmaschine	10	Zwecke	9,3

hören, da sie sie im Winter nicht anlassen können; sie kaufen transportable Elektromotoren und benutzen diese, wo es gerade notwendig erscheint. In manchen Bauernhöfen, die von der Mühle entfernt liegen, wird durch das Schneiden des Futters auf dem Hof so viel erspart (keine Transportkosten, der Mühlenlohn fällt weg), daß der Landwirt gerne elektrischen Anschluß sieht.

In manchen Ortschaften kauft die Gemeinde die elektrische Dreschmaschine, die dann gemeinsam benutzt wird. Eine Werkstatt auf einer amerikanischen Farm ist beinahe unerläßlich, da der Landwirt wegen der großen Entfernungen mehr auf sich selbst angewiesen ist und kleine Reparaturen auf der Farm machen muß. Hier ist der elektrische Antrieb ideal und ermöglicht außerdem elektrisches Löten und Schweißen. Die meisten Farmer besitzen heute Automobile und Radioapparate (Wetternachrichten und Getreidepreise!), die leider auch ab und zu die Werkstatt beschäftigen. Künstliche Bewässerung ist in manchen Teilen des Landes (Kalifornien) eine Notwendigkeit, aber auch im Osten, wo gewöhnlich viele Niederschläge fallen, kann sie große Vorteile bringen. Zum Antrieb solcher Anlagen werden hier fast durchgehend Elektromotoren angewendet, hauptsächlich wegen der einfachen Handhabung, Verläßlichkeit und wegen der Möglichkeit, sie automatisch aus der Ferne zu steuern. Windantrieb wird immer mehr verdrängt. Elektrische Kühlanlagen sind sowohl in den Molkereien als auch in der Wirtschaft von großer Bedeutung.

Eine weitere wichtige Frage bei der Elektrisierung der Landwirtschaft ist die Regelung des Strompreises. Einerseits sehen die verschiedenen elektrischen Unternehmungen ein, daß die Strompreise so niedrig wie möglich gehalten werden müssen, um die Einführung der elektrischen Arbeit auf dem Lande möglich zu machen, anderseits muß aber das investierte Kapital dieser Unternehmungen (im Durchschnitt 1250 $ je Farm) in Betracht gezogen werden. Das Streben der staatlichen Kommissionen, die die Stromtarife regulieren, ist dahin gerichtet, Preise zu schaffen, die die Landwirte bezahlen können, und die doch den Kraftgesellschaften den nötigen Nutzen lassen. In den meisten Fällen denkt der Landwirt nur an Licht und kleines Haushaltgerät, wie Bügeleisen, Staubsauger usw. Das genügt aber meist nicht, um kostspielige Leitungen und Transformatoren zu rechtfertigen. Im Durchschnitt dürfte der Verbrauch einer solchen Bauernwirtschaft nicht mehr als 30 kWh je Monat betragen, und das ist nicht genug, um den Strompreis den beiderseitigen Interessen entsprechend zu gestalten. Es ist schwer eine Grenze anzugeben, von der an bei den gegenwärtigen Strompreisen die elektrischen Unternehmungen es für lohnend ansehen, einen Anschluß vorzunehmen, doch scheint es, daß ungefähr 100 kWh je Monat als diese Grenze zu betrachten sind.

Die in den meisten Städten üblichen Tarife (ähnlich denen in Deutschland) können auf dem Lande schwer angewendet werden, weil der Stromverbrauch je amerikanische Meile (1,6 km) Leitung derart verschieden und schwankend ist und die kurzzeitigen Belastungen so hoch sind, daß andere Tarife auf dem Lande benutzt werden müssen. Je mehr man sich von den Ortschaften entfernt, desto auffäliger wird dieser Unterschied. Die günstigsten Bedingungen findet man in jenen Gebieten, die verschiedene Arten von Landwirtschaft betreiben, z. B. Ackerbau, Viehzucht, Gemüse- und Obstbau usw. Da aber in der Landwirtschaft die Spezialisierung immer mehr hervortritt und bestimmte Teile sich mit ein und derselben Art befassen[4], so ist es klar, daß diese ungünstigen Zustände sich immer mehr verbreiten. Hinzu kommt noch, daß landwirtschaftliche Abnehmer große jahreszeitliche Spitzenbelastungen ergeben. Dies alles zusammengenommen hat die Elektrisierung so verlangsamt, wenn auch die Superpower-Entwicklung, die Industrie auf das Land bringt, die Verhältnisse gebessert hat.

[3] Diese Zahlen wurden anläßlich einer Zählung in Texas erhalten, können aber im Durchschnitt für alle Staaten gelten. Licht ist mit 100% in der Voraussetzung eingesetzt, daß alle Verbraucher elektrisches Licht haben.

[4] In gewissen Gebieten betreiben alle Landwirte dasselbe. Im Staate Maine werden z. B. hauptsächlich Kartoffeln, in Georgia und dem Süden i. a. Baumwolle, in Kalifornien Orangen usw. gebaut.

Die meisten Kraftgesellschaften haben besondere landwirtschaftliche Tarife, die gewöhnlich aus zwei Teilen bestehen: der Grund- oder Zustellungsgebühr (delivery or service charge) und dem Energiepreis (energy rate). Die Grundgebühr stellt sich wie folgt:

Zustellungs- oder Grundgebühr in $	Gruppe A Über 15 u. nicht mehr als 20 Abnehmer je Meile	Gruppe B Über 10 u. nicht mehr als 15 Abnehmer je Meile	Gruppe C Über 5 u. nicht mehr als 10 Abnehmer je Meile	Gruppe D 5 Abnehmer oder weniger je Meile
Erstes Kilowatt der vertraglich festgelegten Mindestleistung	1,75	2,25	3,00	4,00
Jedes weitere Kilowatt oder ein Bruchteil der vertraglich festgelegten Mindestleistung	1,50	1,50	1,50	1,50

Die nachstehende Übersicht gibt ein Bild der danach bei der genannten Abnehmerzahl je Meile in den vier Gruppen für die Mindestleistung an die Kraftgesellschaften je Monat zu entrichtenden Grundgebühren:

Gruppe	Abnehmerzahl je Meile	Garantierte Mindestleistung kW	Monatl. Grundgebühr $	Gruppe	Abnehmerzahl je Meile	Garantierte Mindestleistung kW	Monatl. Grundgebühr $
D	1	10	17,50	B	11	1	24,75
D	2	5	20,00	B	12	1	27,00
D	3	3,3	22,50	B	13	1	29,25
D	4	2,5	25,00	B	14	1	31,50
D	5	2	27,50	B	15	1	33,75
C	6	1,67	24,00	A	16	1	28,00
C	7	1,43	25,50	A	17	1	29,75
C	8	1,25	27,00	A	18	1	31,50
C	9	1,11	28,50	A	19	1	33,25
C	10	1	30,00				

Der Energiepreis beträgt bei einem Monatsverbrauch bis 50 kWh 5 cts, bei 50 bis 1000 kWh 3 cts und für mehr als 1000 kWh 2 cts/kWh. Abb. 1 zeigt die Gesamtkosten für den Durchschnittsabnehmer mit 1 kW angeschlossener Leistung.

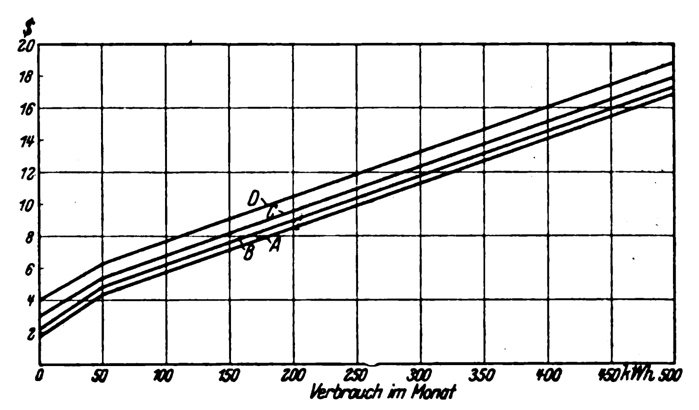


Abb. 1. Monatliche Gesamtkosten der elektrischen Arbeit für den Durchschnittsverbraucher (1 kW Anschlußwert) der vier Abnehmergruppen.

Während allgemein eingesehen wird, daß Kraftanschluß für die Landwirtschaft wichtiger ist als Lichtversorgung, müssen doch die Kleinbauern berücksichtigt werden, die hauptsächlich Licht und Haushaltgerät benutzen. Unter diesem Gesichtspunkte sind alle Tarife geschaffen. Der landwirtschaftliche ist in mancher Beziehung ähnlich dem städtischen. Elektrische Energie für Licht, Kraft, Heiz- und Kühlzwecke wird zum gleichen Preise berechnet und durch ein und denselben Zähler gemessen. Verschieden gegenüber dem städtischen Tarif ist hingegen: 1. Das erste angeschlossene Kilowatt wird entsprechend der Dichte der Konsumenten berechnet; 2. mindestens 10 kW Leistung je Meile Leitung müssen gesichert sein. Um die Abnehmer in Tarife einzureihen, mußten verschiedene Begriffe gesetzlich festgelegt werden, z. B. wer als Landwirt (Farmer) betrachtet wird, was eine landwirtschaftliche Leitung (rural line) ist, usw. Die staatlichen Kommissionen, die die Strompreise festlegen, in jedem der 48 Staaten ist es eine besondere, beschreiben elektrische Leitungen für landwirtschaftliche Zwecke folgender-

maßen: a) Jede elektrische Verteilungsleitung mit 11000 Volt oder weniger, nicht im Weichbilde einer Ortschaft, welche weniger als 20 Teilnehmer je amerikanische Meile versorgt; b) jede Verteilungsleitung auch innerhalb des Weichbildes einer Ortschaft, an welche weniger als 20 Teilnehmer/Meile angeschlossen sind.

Ein weiterer wichtiger Begriff ist die Dichte einer Leitung. Sie wird durch folgenden Bruch dargestellt: $\frac{G}{M}$, wo G die Gesamtzahl der Teilnehmer bedeutet, die an dieselbe Leitung angeschlossen sind, einschließlich etwaiger Abnehmer in Ortschaften, die von derselben Leitung versorgt werden, und M die Gesamtlänge der Verteilungsleitung ausschließlich der Zuleitungen zu Bauernhöfen. Bei Bestimmung der Dichte werden die an eine landwirtschaftliche Leitung angeschlossenen industriellen Betriebe zugunsten der Farmer berücksichtigt, u. zw. werden sie in gleichwertigen landwirtschaftlichen Abnehmern (equivalent rural customers) ausgedrückt. Um die gleichwertigen Abnehmer zu ermitteln, wird die erste jährliche Einnahme aus solchen Unternehmungen geschätzt und mit 4 multipliziert; von diesem Betrag werden die Installationskosten abgezogen und endlich wird er durch die vierfache jährliche Mindesteinnahme von einem Landwirt (50 $) dividiert. Für jeden gleichwertigen Abnehmer werden 1,5 kW erlaubt. Unter Installationskosten versteht man alle Ausgaben, die notwendig sind, um ein industrielles Unternehmen an eine Wechselstromleitung (landwirtschaftliche Leitungen sind stets einphasig) anzuschließen, wie für Änderungen im Umspannwerk und an der Leitung, neue Verteilungsleitungen, Schutzvorrichtungen, Meßapparate usw.

Die vertraglich festgelegte Abnahmeleistung eines landwirtschaftlichen Verbrauchers wird als die Summe der Einzelleistungen seiner Maschinen usw. betrachtet. Die nachstehende Übersicht gibt die Einzelleistung sowie den Energieverbrauch einiger für den Landwirt speziell wichtiger Vorrichtungen an:

Vorrichtung	Einzelleistung	Energieverbrauch
Küchenherd	7000 W	150 kWh/Monat
Butterfaß	200 „	5 „
Warmwasserversorgung	3000 „	1500 „
Wasserpumpe	300 „	20 „
Brutapparat	2000 „	30 kWh/1000 Eier
Wasserversorgung im Stall	2,0 PS	50 kWh/Monat
Melkvorrichtung	2,0 PS	2,5 kWh/Kuh monatl.
Flaschenwäscher	0,3 „	0,6 kWh/1000 Fl.
Schleifstein	0,3 „	3,0 kWh/Monat
Blasebalg	0,2 „	3,0 „
Betonmischer	0,8 „	0,6 kWh/0,76 m³
Baumwollentkörner	75,0 „	16,0 kWh/Ballen

Weiter werden gerechnet für: Futterzerkleinerer 15 PS, 2,4 kWh/t Futter; Futtermühle 10 PS, 6 kWh/desgl.; Getreidedrescher 10 PS, 26 kWh/100 bushels; Kühlanlage der Molkerei 2 PS, 3,5 kWh/Monat für jede je Tag gekühlte Gallone Milch; Milchseparator 0,3 PS, 1,1 kWh/1000 Pfd. Milch; Holzsäge 3 PS, 1,5 kWh/Band 18" lang.

Den Anschlußwert der verschiedenen Vorrichtungen bestimmt man dabei folgendermaßen: Licht und Haushaltgeräte werden nur als Last angerechnet, wenn der Abnehmer nichts weiter gebraucht; Motorenleistung in kW wird als 70 % der PS-Leistung des größten Motors zuzüglich 50 % der PS-Leistung aller anderen Motoren berechnet. Der Anschlußwert des elektrischen Herdes wird mit 25 % des vom Erzeuger angegebenen Verbrauches eingestellt (aber mit nicht weniger als 2 kW), Heiz- und alle anderen Vorrichtungen werden mit 100 % der angegebenen Leistung berechnet. Die Gesellschaften behalten sich das Recht vor, solche, die fraglich erscheinen, auf ihre Leistung zu prüfen. Falls die Gesamtabnahme aller Verbraucher die Minimalbelastung von 10 kW je Meile nicht erreichen sollte, muß seitens der Teilnehmer der ausstehende Betrag garantiert werden. Die bei landwirtschaftlichen Abnehmern häufig auftretenden Belastungsschwankungen in den verschiedenen Jahreszeiten berücksichtigt man in der Weise, daß jeder Motor von 10 PS oder mehr nur mit 25 % der PS-Leistung in kW eingesetzt wird. Vorausgesetzt ist dabei, daß der Motor ausschließlich zu landwirtschaftlichen Zwecken benutzt und der nötige Transformator vom Abnehmer beigestellt wird. Drehstrom, wenn erhältlich, kann auch bezogen werden, wird aber besonders berechnet.

Ich habe bereits früher erwähnt, daß mindestens 10 kW je Meile gesichert sein müssen. Neue an eine bestehende Leitung angeschlossene Abnehmer werden in dieselben Tarife eingeteilt wie die alten. Wenn jedoch durch den Anschluß neuer Verbraucher die Dichte geringer werden sollte (Leitungen müssen häufig zwecks Anschlusses ausgebaut werden), so wird die Verlängerung als neue Leitung betrachtet. Am 1. Januar eines jeden Jahres werden die Tarife entsprechend der neuen Dichte geregelt. Es scheint aber, daß eine solche Regelung durchschnittlich nur alle 5 Jahre nötig sein dürfte. Falls der Abschnitt nächst dem Speisepunkt 20 Abnehmer je Meile aufweist, so können auf diesem Abschnitt städtische Preise berechnet werden, vorausgesetzt, daß dadurch die Grundgebühren für die restliche Leitung nicht wachsen.

Der anzuschließende Teilnehmer muß sich für eine bestimmte Zeitdauer verpflichten, u. zw. bei 5 oder weniger Abnehmern je Meile auf 5 Jahre, bei 5 ... 10 Abnehmern auf 3 Jahre und bei einer größeren Abnehmerzahl je Meile auf 1 Jahr. In der El. World (Bd. 90, 1927, S. 563) hat E. W. Ashmead einige Beispiele solcher Tarife mitgeteilt; sie sollen hier kurz erläutert werden:

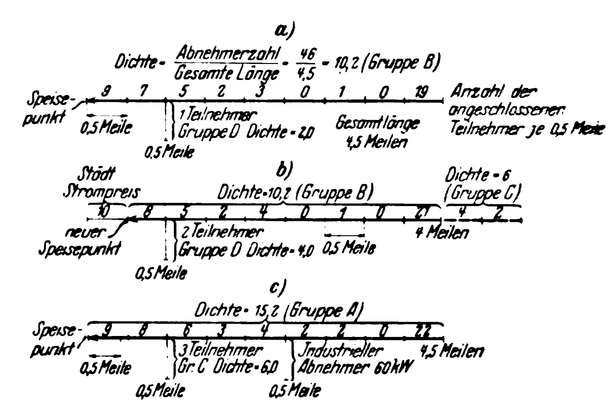


Abb. 2. Die Anwendung der von der Alabama Power Co. benutzten landwirtschaftlichen Tarife in typischen Versorgungsfällen. Die Zahlen über der Leitungslinie bezeichnen die Anzahl der je halbe Meile angeschlossenen Abnehmer.

In Abb. 2a ist eine Leitung schematisch dargestellt, die häufig angetroffen wird. Die durchschnittliche Dichte dieser 4,5 Meilen langen Leitung ist 10,2 (ausschließlich der Zweigleitung, wo die Dichte nur 2 ist). Wie wir sehen, sind innerhalb der ersten Meile, vom Speisepunkte gerechnet, 16 Teilnehmer angeschlossen, in den letzten zwei Meilen 20 Teilnehmer. Die Dichte für diese beiden Meilen wäre also 10. Betrachtet man die ganze Leitung als solche, so ergibt sich eine Dichte von 10,2, und die Teilnehmer müssen Grundgebühr entsprechend Gruppe B entrichten. Anderseits könnte diese Leitung in zwei Teile zerlegt werden, die erste Meile würde dann in Gruppe A und der Rest von 3,5 Meilen in Gruppe C fallen. Es hat sich aber gezeigt, daß es besser ist, die Leitungen nicht in viele Teile zu zerlegen. Entsprechend der Gruppe B haben die Teilnehmer an der Hauptleitung eine Grundgebühr von 2,25 $ zu bezahlen und, falls die angeschlossene Leistung 1 kW übersteigt, für jedes weitere kW 1,50 $. Der Abnehmer an der Zweigleitung muß sich zu 5 kW Abnahme verpflichten. Da er in Gruppe D eingereiht ist, wird er für das erste kW 4,00 $ und für die restlichen 4 kW je 1,50 $ bezahlen. Er hat monatlich demnach 10,00 $ Grundgebühr zu entrichten. Der Energiepreis für alle Abnehmer stellt sich wie oben angegeben.

In Abb. 2b sehen wir einige Änderungen, hervorgerufen durch den Anschluß von neuen Abnehmern, die bis zum 1. Januar des folgenden Jahres genau so berechnet werden wie die alten. Betrachten wir die Leitung nach erfolgter Umstellung: Die ersten 10 Abnehmer werden zu städtischen Strompreisen berechnet. Dies ist möglich, da auch ohne sie die Dichte für die restliche Leitung nicht weniger als 10 beträgt. Dagegen konnten die acht Teilnehmer der folgenden Halbmeile nicht in Gruppe A untergebracht werden, weil hierdurch die Dichte auf der restlichen Leitung unterhalb 10 fallen würde. Der neue Teilnehmer an der Zweigleitung hat die Dichte und demnach die Gruppe nicht geändert, dagegen braucht der ursprüngliche Abnehmer sich jetzt nur für 2,5 kW zu verpflichten. Jeder dieser Abnehmer hat eine Grundgebühr von 6,25 $ zu entrichten oder sie können vereinbaren, welchen Teil der 12,50 $ jeder monatlich zu tragen hat. Der Leitungsausbau von einer Meile wird als besondere Linie betrachtet, da die Dichte geringer ist als an der vorhandenen Leitung. Sollte die angeschlossene Last dieser sechs Teilnehmer geringer als 10 kW sein (was wahrscheinlich der Fall sein dürfte, da die Durchschnitts-

last je Teilnehmer 1 kW ist), so müßten sie sich zu 10 kW verpflichten, und es wird genau so vorgegangen wie auf der Zweigleitung.

Abb. 2c erläutert den Fall, wo eine Zweigleitung 0,5 Meilen lang gebaut wurde, um ein industrielles Unternehmen anzuschließen. Da dieses Drehstrom benötigt, mußte ferner die dritte Phase auf der Hauptleitung installiert werden. Die jährliche Einnahme von diesem industrillen Abnehmer wurde auf 1250 $ geschätzt, und die Installationskosten betrugen 1000 $. Die Anzahl der gleichwertigen landwirtschaftlichen Abnehmer stellt sich demnach auf (4 · 1250) — 1000 : (4 · 50) = 20.

Die den früheren Abnehmern gutzuschreibende Leistung ist also 20 . 1,5 = 30 kW. Da die Hauptleitung als eine Einheit aufgefaßt wird und das industrielle Unternehmen von ihr aus versorgt wird, ist dieser Anschluß allen Teilnehmern von Nutzen, denn die Dichte beträgt nun 15,2, und daher können die Abnehmer entsprechend Gruppe A berechnet werden. Die Dichte 15,2 wird folgendermaßen erhalten: Anzahl der Teilnehmer 56 zuzüglich 20 (gleichwertige Teilnehmer) dividiert durch 4,5 Meilen Hauptleitung nebst 0,5 Meilen Zweigleitung zum industriellen Abnehmer. Der an die erste Zweigleitung angeschlossene Verbraucher, der bisher in Gruppe D war, kann in Gruppe C aufgenommen werden, da zwei neue Teilnehmer hinzukamen, was eine Dichte von 6,0 ergibt.

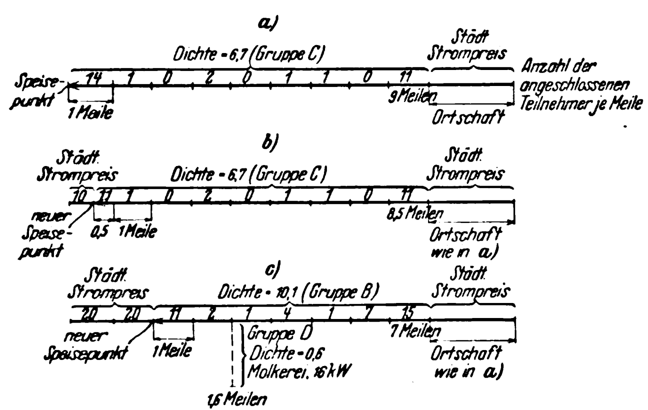


Abb. 3. Tarifbild (wie Abb. 2) für den Fall, daß die Leitung an ihrem Ende eine Ortschaft speist. Die Anzahl der Abnehmer bezieht sich auf eine Meile.

Abb. 3a zeigt eine andere landwirtschaftliche Leitung, die man ziemlich häufig trifft. Sie ist 9 Meilen lang. An ihrem Ende speist sie eine Ortschaft. Die Baukosten zwecks Versorgung letzterer sind 10 000 $ (8200 $ für Niederspannungs-Verteilungsleitungen und 1800 $ für die Installation der dritten Phase auf der landwirtschaftlichen Leitung). Wie zuvor werden die neun Meilen als eine Einheit betrachtet, aber das örtliche Verteilungsnetz ist nicht inbegriffen. Die Ortschaft bringt die gesamten Abnehmer in eine bessere Gruppe. Die Berechnung der gleichwertigen Abnehmer geschieht wie folgt: vierfaches jährliches Einkommen von der Versorgung der Ortschaft, das auf rd. 4000 $ geschätzt wird, weniger 10 000 $ Baukosten dividiert durch das vierfache jährliche Durchschnittseinkommen von einem Landwirt (4 · 50 $) ergibt 30 gleichwertige landwirtschaftliche Abnehmer, d. h. 45 kW können gutgeschrieben werden (1,5 kW je gleichwertigen Abnehmer). Die Dichte der Leitung ist demnach (30 + 30) : 9 = 6,7, d. h. Gruppe C kommt in Frage. Die Minimalleistung der Leitung ist 90 kW, wovon 45 kW durch die Ortschaft gedeckt sind. Durchschnittlich hat der Farmer 1 kW angeschlossen, was 30 kW ergibt. Es verbleiben also 15 kW, die von den Teilnehmern garantiert werden müssen, oder 0,5 kW je Abnehmer. Aus Abb. 3b ersieht man das übliche Wachstum dieser Leitung. Soviel Teilnehmer als möglich wurden dem städtischen Tarif einverleibt, doch dürfen die anderen nicht darunter leiden. Dementsprechend konnten nur die ersten zehn Teilnehmer zu städtischen Strompreisen berechnet werden. Die verbleibende Leitung zeigt dieselbe Dichte 6,7 (27 landwirtschaftliche Teilnehmer zuzüglich 30 gleichwertige, dividiert durch 8,5, ergibt 6,7). Ein weiteres Wachsen dieser Linie läßt Abb. 3c erkennen. 40 Teilnehmer konnten zu städtischen Strompreisen berechnet werden. Die Dichte stieg auf 10,1, und die Abnehmer wurden in Gruppe B eingeteilt. Eine 1,6 Meilen lange Zweiglinie wurde gebaut, um eine Molkerei anzuschließen; 16 kW müssen seitens dieses Verbrauchers gesichert werden. Die monatlichen Grundgebühren betragen 26,50 $. Bei einem monatlichen Verbrauch von 1000 kWh (was häufig bei Molkereien der Fall ist, denn man rechnet mit 50 kWh je Kuh) würde der gesamte Strompreis 6 cts betragen. Dieser Preis ist niedriger als bei Anwendung von städtischen Tarifen und macht die Verwendung elektrischer Energie ökonomisch. Die hier vorgeführten Beispiele sind komplizierter als die tatsächlich auftretenden Fälle; die Veränderungen treten nicht so plötzlich ein. Zusammengehörige Abnehmer werden zusammengefaßt und in die entsprechende Gruppe eingeteilt.

Da dem Landwirt außer der Elektrizität auch andere Energiequellen zur Verfügung stehen, ist es nicht uninteressant, einen wirtschaftlichen Vergleich zwischen diesen und der elektrischen Arbeit zu ziehen. Der Landwirt kann seine Farm durch eine Azetylenanlage oder eine eigene kleine elektrische Anlage beleuchten. Die Betriebskosten dieser beiden Systeme wurden von M. J o n e s von der Universität von Missouri im „Agriculture experiment bulletin" Nr. 243 angegeben. Sie betragen jährlich für eine Azetylenanlage, einschl. Abschreibung und Verzinsung des Anlagekapitals, 60 $ oder 5 $ im Monat. Azetylen kann nicht zu Kraftzwecken und nur im beschränkten Maß zum Heizen verwendet werden. Der durchschnittliche Verbrauch eines Landwirtes für Beleuchtung ist ungefähr 20 kWh je Monat. Bei einem Energiepreis von 5 cts ist das 1 $ je Monat. Der Farmer in der ungünstigsten Gruppe D kann sich für 20 kW verpflichten und 20 kWh monatlich verbrauchen und wird dann, wie Abb. 4

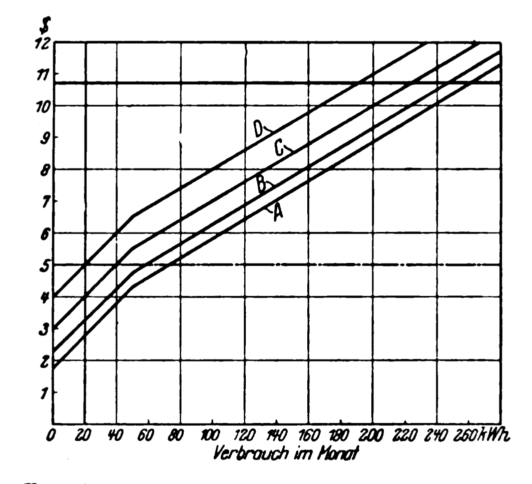


Abb. 4. Vergleich der monatlichen Gesamtkosten für Beleuchtung. Ausgezogene Horizontale: Betriebskosten bei Stromerzeugung auf der Farm (10,73 $); Vertikale: 20 kWh Monatsverbrauch; strichpunktierte Horizontale: Durchschnittskosten für Azetylenbeleuchtung (5 $).

zeigt, nicht mehr bezahlen als für Azetylenbeleuchtung. Abnehmer der Gruppen A, B, C haben elektrisches Licht billiger als Azetylen. Die Installationskosten einer Azetylenanlage und eines elektrischen Anschlusses sind ungefähr gleich.

Nach Jones' Angaben hat man die Betriebskosten bei Erzeugung der elektrischen Energie auf der Farm (10 bis 20 kW) mit 128,75 $ je Jahr anzusetzen. Bei Kraftwerksversorgung ist sie etwa halb so teuer, und überdies muß man die Betriebsicherheit letzterer noch in Betracht ziehen.

Abb. 5 zeigt drei verschiedene Vergleichsfälle; in allen dreien wird Petroleum zum Kochen und ein Verbrennungsmotor angenommen, dagegen werden drei verschiedene Lichtquellen betrachtet. Dabei möchte ich darauf hinweisen, daß Kohlenherde in den Staaten verhältnismäßig selten angetroffen werden, da diese wenig oder gar nicht billiger sind, und Ölfeuerung in jeder Beziehung überlegen ist. Die Vorzüge von fließendem Wasser und künstlicher Kühlung werden heute von allen Landwirten eingesehen, und häufig wünschen diese elektrischen Anschluß nur wegen des elektrischen Eisschrankes, besonders für die Milchwirtschaft, denn die Eislieferung ist unzuverlässig und teuerer als in der Stadt. Für die Wasserversorgung ist der elektrische Antrieb ideal, vor allem wegen der Fernsteuerung. Die Wasserpumpe braucht gewöhnlich einen ¼- bis ½pferdigen Motor, während die Kühlanlage einen solchen von ½ PS benötigt. Der monatliche Verbrauch für den Pumpenmotor beträgt 20 kWh, für die Kühlvorrichtung 50 kWh und für Licht 20 kWh. Sobald der Abnehmer die Vorteile dieser Einrichtungen schätzen lernt, steigt der Verbrauch für die Pumpe auf 30 kWh und für die Kühlanlage auf 75 kWh.

Abb. 6 endlich bezieht sich auf solche Fälle, wo eine Farm Licht, Kühlanlage und Wasserversorgung besitzt. Es sei hier bemerkt, daß sowohl ein elektrischer Eisschrank als auch eine elektrische Wasseranlage vom Durchschnittsverbraucher (mit einer angeschlossenen Leistung von 1 kW) verwendet werden können, ohne daß dieser genötigt ist, seine vertragliche Abnahme zu erhöhen.

Die für landwirtschaftliche Leitungen benutzten Spannungen sind sehr verschieden. Kürzlich veröffentlichte die Texas Power & Light Co., daß 66 % ihrer landwirtschaftlichen Abnehmer an 2300 V-Leitungen, 13 % an 11 000 V-Leitungen und der Rest an verschiedene andere Spannungen angeschlossen seien. Dieses Verhältnis dürfte in den übrigen Staaten ungefähr dasselbe sein. Die National Electric Light Association empfiehlt, alle Leitungen für 300 kWh je Verbraucher zu entwerfen.

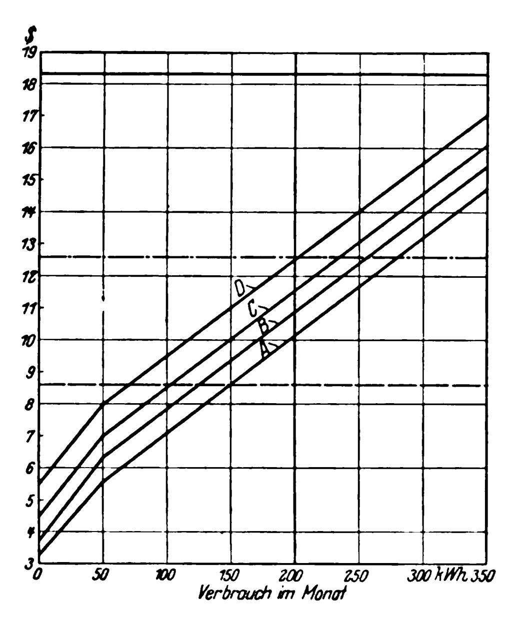


Abb. 5. Vergleich der monatlichen Gesamtkosten für Beleuchtung, Kochen und einen umschaltbaren Motor. Die ausgezogene Horizontale zeigt: Kosten der Stromerzeugung auf der Farm (10,73 $), des Petroleums für das Kochen (5,94 $) sowie des Benzins und Öls für einen Verbrennungsmotor (1,65 $) = 18,32 $; strichpunktierte Horizontale: Kosten für Azetylenbeleuchtung (5 $) sowie des Benzins und Öls wie vorstehend = 12,60 $; gestrichelte Horizontale: dieselbe Berechnung, wenn Petroleum zur Beleuchtung dient (1 $) = 8,59 $. Die Vertikale bezeichnet den monatlichen Durchschnittsverbrauch von 200 kWh.

Das bisherige Ergebnis der Elektrisierung der amerikanischen Landwirtschaft wird aus nachstehendem ersichtlich. Nach einem Bericht des „rural electric service committee" von 1927 haben in 1923 165 000 Landwirte Licht oder Kraft von Zentralstationen gekauft. 1926 wurde eine ähnliche Zählung in den 27 am meisten entwickelten Staaten vorgenommen, und es hat sich dabei ergeben, daß die elektrisierten Bauernwirtschaften auf 227 500 angewachsen waren. 1923 befanden sich in diesen 27 Staaten nur 122 000 Abnehmer unter den Landwirten, so daß in drei Jahren also 105 500 neue Farmer angeschlossen wurden, was eine Zunahme von fast 87 % und, da die drei Jahre 1923/26 für die Landwirtschaft hier im allgemeinen ungünstig waren, einen großen Fortschritt bedeutet. Wenn dieser Zuwachs anhält, wird 1932 ungefähr 1 Mill. Bauernhöfe elektrisiert sein, und in 1938 dürfte diese Zahl auf 3 Millionen steigen, d. h. auf die Hälfte aller Bauernwirtschaften.

Was für ein riesiges Kapital notwendig wäre, um 1 Mill. Farmen mit elektrischer Energie zu versorgen, ergibt sich aus folgendem: Die durchschnittliche Dichte ist drei Farmen je Meile. Es wären also ungefähr 0,3 Mill. Meilen landwirtschaftlicher Leitungen notwendig. Die Baukosten betragen 800 ... 2000 $ je Meile; im Durchschnitt kann man mit 1200 $ rechnen. Die 0,3 Mill. Meilen würden mithin allein 360 Mill. $ kosten. Für Kraftwerke, Umschaltwerke und Hochspannungsleitungen muß die Hälfte dieses Betrages, also 180 Mill. $, eingesetzt werden. Für Installation und elektrische Vorrichtungen auf der Farm hat man 720 Mill. $ anzunehmen, so daß die Gesamtausgaben für die Elektrisierung von 1 Mill. Farmen ungefähr 1260 Mill. $ (1260 $ je Farm) betragen würden. Diese Summe dürfte allerdings dadurch verringert werden, daß Kraftwerke und Transformatorenstationen nicht allein für landwirtschaftliche Zwecke gebaut werden. Anderseits erhöhen sich die Gesamtkosten, weil mehr als 90 % aller landwirtschaftlichen Vorrichtungen auf Ratenzahlung angeschafft werden.

Die meisten Bauernhöfe (Farmen) mit elektrischem Anschluß hat Kalifornien, u. zw. 62 000. Es folgen dann New York mit 35 000, Washington mit 20 000, Pennsylvania mit 19 369, Iowa mit 13 600 und Wisconsin mit 11 000. Dies sind die fortgeschrittensten Staaten[5]. Der Grund, warum Kalifornien alle Staaten in dieser Beziehung übertrifft, liegt darin, daß dort einmal billige elektrische Energie infolge weitgehender Verwertung der vorhandenen Wasserkräfte zur Verfügung steht und dann künstliche Bewässerungsanlagen notwendig sind. Ein in der El. World Bd. 90, 1927, S. 269, veröffentlichter Bericht[6] gibt über den Stand der Elektrisierung der Landwirtschaft in diesem Staat Aufschluß; die nachstehenden Zahlen sind ihm entnommen:

Angeschlossene landw. Abnehmer	210 000
Landw. Abnehmer mit elektr. Licht	186 560
„ „ „ „ Wärmeverbrauch	13 650
„ „ „ „ Kraft	48 460
Angeschlossene Farmer	51 000
Farmer mit elektr. Licht	49 800
„ „ „ Wärmeverbrauch	9 060
„ „ „ Kraft	40 320
Gesamte landwirtschaftliche Belastung . . . PS	635 913
Verbrauch d. landw. Abnehmer (nur Kraft) Mill. kWh	712,947
Gesamteinnahme aus landw. Kraftverbauch jährlich Mill. $	11,011
Durchschnittsbelastung je Farmer (nur Kraft) . . PS	15,77
Durchschnittsverbrauch je Farmer (nur Kraft) jährlich kWh	17 652
Durchschnittseinnahme (nur für Kraft) jährlich . . $	273,08
Durchschnittspreis je 1 kWh Kraft . . . $	0,0154

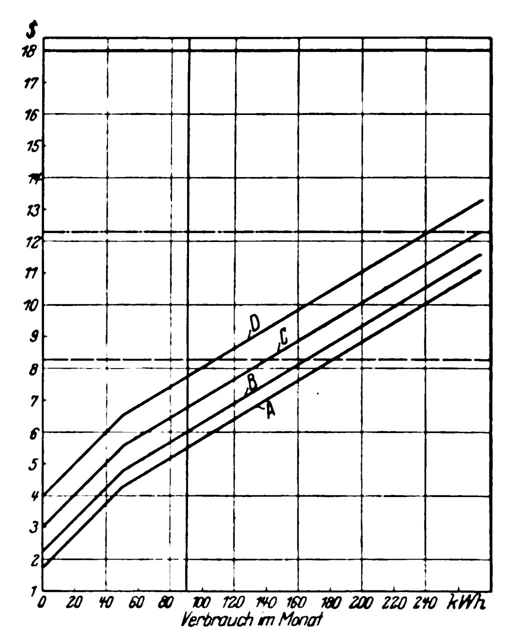


Abb. 6. Vergleich der monatlichen Gesamtkosten für Beleuchtung, Kühlung und Wasserversorgung. Ausgezogene Horizontale: Stromerzeugung auf der Farm (10,73 $), 50 Pfd. Eis täglich (6 $), Benzin und Öl für Verbrennungsmotor (1,25 $) = 17,98 $; strichpunktierte Horizontale: Azetylenbeleuchtung (5 $), Eis, Benzin und Öl wie vorstehend = 12,25 $; gestrichelte Horizontale: Petroleum für Beleuchtung (1 $), Eis, Benzin und Öl wie vorstehend = 8,25 $. Die Vertikale bezeichnet den monatlichen Verbrauch für Licht, Kühlung und Wasserpumpe.

Die nachstehende Zusammenstellung zeigt die weitgehende Verwendung elektrischer Energie im Haushalt der 49 800 Wirtschaften, die nur Lichtanschluß haben. Ferner wird angegeben, wieviele Abnehmer in Prozent solche Vorrichtungen benutzen. Interessant ist, daß über 20 % dieser Landwirte elektrische Küchenherde besitzen:

[5] Diese Zahlen wurden für 1927 ermittelt.

[6] Die in diesem Bericht angegebenen Zahlen wurden für das das Jahr 1925 ermittelt u. zw. durch Umrechnung der von 89,0 landwirtschaftlichen Abnehmern gemeldeten Ergebnisse auf die gesamten landwirtschaftlichen Abnehmer (rd. 49 000) der verschiedenen Kraftgesellschaften.



Haushaltvorrichtungen	Anzahl	Sättigung %
Bügeleisen	34 800	69,8
Waschmaschinen	18 000	36,1
Staubsauger	17 800	35,7
Brotröster	17 000	34,2
Brennscheren	11 980	24,0
Küchenherde	11 300	22,7
Ventilatoren (tragbar)	10 000	20,0
Heizapparate	9 360	18,8
Kaffeesieder	9 200	18,5
Warmwasserapparate	6 710	13,5
Nähmaschinen	6 400	12,8
Klingeltransformatoren	4 980	10,0
Geschirrwaschmaschinen	170	0,3

Danach haben 51 000 Farmer elektrischen Anschluß, bei 128 000 im ganzen also 40 % und von insgesamt 210 000 landwirtschaftlichen Abnehmern 24 %. Als Farmer wird dabei nur jener Verbraucher betrachtet, der Landwirtschaft zum Lebensunterhalt betreibt. Es fällt auf, daß von 51 000 solchen Landwirten 40 320 elektrischen Kraftanschluß besitzen, also ungefähr 79 %. Dies ist, wie bereits erwähnt, hauptsächlich auf die künstliche Bewässerung zurückzuführen. Man darf aber diese Ziffern nicht als für die Staaten allgemein gültig ansehen, da Kalifornien, wie oben bemerkt, über besonders günstige Bedingungen verfügt. Man muß vielmehr eingestehen, daß die Elektrisierung der Landwirtschaft in den U. S. A. sich noch in den Anfängen befindet. Aus dem allgemeinen Interesse geht jedoch hervor, daß die Frage bald nationalen Charakter annehmen wird.

Zum Schluß möchte ich noch erwähnen, daß die Superpower-Entwicklung und das Bestreben, die Chausseen elektrisch zu beleuchten, viel zur Elektrisierung auf dem Lande beitragen dürften. Auch ist festzustellen, daß die Abwanderung von der Farm in die Stadt in den letzten Jahren stark abgenommen hat. Vielfach wird diese für die Allgemeinheit so wichtige Änderung auf die fortschreitende Elektrisierung der Landwirtschaft und auf die weitgehende Verwendung des Automobils zurückgeführt. Eines steht fest, die weitgehende Anwendung elektrischer Energie in der Landwirtschaft wird diese in ganz andere Bahnen leiten; die Einführung der Elektrizität in die Industrie hat das zur Genüge gezeigt.

Über die Einzelwellen des Magnetisierungstromes.

Von F. **Bergtold**, München.

Übersicht. **Es wird eine Gleichung für die Magnetisierungskurve gewonnen und mit deren Hilfe ein bequemes, für hohe Induktionen brauchbares Verfahren zur Bestimmung der Einzelwellen des Magnetisierungsstromes abgeleitet.**

Vorbemerkungen.

Wegen der Krümmung der Magnetisierungskurve gehört zu einem von einer einwelligen Spannung bewirkten zeitlich sinusförmigen Feldverlauf ein mehrwelliger Magnetisierungsstrom. Seine Oberwellen sind, insbesondere bei hohen Maximalinduktionen, so bedeutend, daß sie häufig in Rechnung gezogen werden müssen. Zu diesem Zweck ist es üblich, aus den Kurven $I_m = f(\mathfrak{B})$ und $\mathfrak{B} = f(t)$ in bekannter Weise $I_m = f(t)$ zu konstruieren und dann die so gewonnene Stromkurve nach irgendeinem der bekannten Verfahren in ihre Einzelwellen zu zerlegen. Die eben geschilderte Methode erweist sich in ihrer Anwendung als ziemlich zeitraubend. Die Lösung kann mit einer für viele Fälle hinreichenden Genauigkeit über die Analyse der Magnetisierungskurve bequemer erhalten werden.

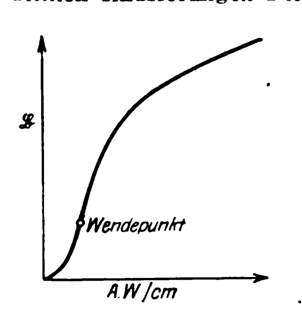


Abb. 1. Der Wendepunkt der Magnetisierungskurve.

Abb. 2. Die Größen x und y.

Betrachtung der Magnetisierungskurve.

Die Magnetisierungskurve hat bekanntlich einen Wendepunkt (Abb. 1). Dessen Existenz spielt jedoch bei den in der Starkstromtechnik üblichen Induktionen keine Rolle. Die Magnetisierungskurve kann hierfür vielmehr als einfach gekrümmter Linienzug angesehen werden[1]. An diesen legen wir die durch den Koordinatenanfangspunkt gehende Tangente (Abb. 2) und tragen dann abhängig von den Werten x die zugehörigen Induktionen $\mathfrak{B}$ in einem logarithmischen Koordinatensystem auf. Die so erhaltenen Punkte liegen mit überraschender Genauigkeit auf einer geraden Linie[2] (Abb. 3). Demnach ist

$$x = c_1 \mathfrak{B}^{\gamma}, \qquad (1)$$

worin c_1 und γ zwei Materialkonstanten darstellen. Gemäß Abb. 2 gilt

$$\frac{\text{A.W.}}{\text{cm}} = x + c_2 \mathfrak{B}. \qquad (2)$$

c_2 ist darin wieder für jede Eisensorte ein konstanter Faktor. Aus der Kombination der Beziehungen (1) und (2) folgt die Gleichung der Magnetisierungskurve zu

$$\frac{\text{A.W.}}{\text{cm}} = c_1 \mathfrak{B}^{\gamma} + c_2 \mathfrak{B} \qquad (3)$$

oder zu

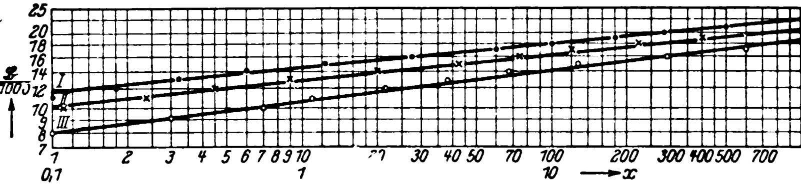
$$I_m = c_3 \mathfrak{B}^{\gamma} + c_4 \mathfrak{B}. \qquad (4)$$

Für den hierin enthaltenen Exponenten γ haben die von mir untersuchten Kurven Werte zwischen 6 und 12 ergeben. Man sollte meinen, daß die Gleichungen (3) bzw. (4) für höhere Induktionen ungültig werden. Das hat mich veranlaßt, nach einer oberen Grenze zu suchen. Zu diesem Zweck wurde eine Reihe von Magnetisierungskurven bis zu $\mathfrak{B} = 26\,000$ (A.W./cm um 5000) hinauf untersucht. Es zeigt sich, daß die Gleichungen (3) und (4) auch bei diesen hohen Werten noch sehr gut mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen.

Bestimmung der Oberwellenfaktoren.

Für die Induktion $\mathfrak{B} = f(t)$ gilt

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{B}_{max} \sin \omega t. \qquad (5)$$



I Dynamoblech a *II* Hochlegiertes Blech *III* Dynamoblech b
Für *I* und *II* gelten die oberen, für *III* die unteren Werte von x

Abb. 3. Beispiele für den Verlauf von $\mathfrak{B}$.

Setzt man diese Gleichung in (4) ein, so folgt die Beziehung

$$I_m = c_3 \mathfrak{B}_{max}^{\gamma} \sin^{\gamma} \omega t + c_4 \mathfrak{B}_{max} \sin \omega t \quad . . . \quad (6)$$

[1] Bei der Bestimmung der Oberwellen des Magnetisierungstromes darf nicht einmal die untere Krümmung Berücksichtigung finden. Das ist leicht einzusehen, wenn man bedenkt, daß, streng genommen, nicht die jungfräuliche Kurve oder die Wechselstrom-Effektivwertkurve, sondern die Magnetisierungschleife maßgebend ist. (Auf diese prinzipiell bekannten, aber wenig beachteten Zusammenhänge möchte ich in einer besonderen Arbeit später einmal näher eingehen.)

[2] Tun sie es — gelegentlich einmal — nicht zur Zufriedenheit, so hat man die Neigung der Tangentengerade demgemäß ein wenig zu ändern. Je höher die Maximalinduktion, desto geringer zeigt sich naturgemäß der Einfluß des Gliedes $\left(\frac{\text{A.W.}}{\text{cm}} - x\right)$.

Darin kann $\sin^{\gamma} \omega t$ — für den Fall, daß γ eine ganze, ungerade Zahl darstellt — leicht in eine Summe von Harmonischen zerlegt werden. Es ist nämlich hierfür

$$\sin^{\gamma} \omega t = \frac{1}{2^{\gamma-1}} \Big[\sin \gamma \omega t - \binom{\gamma}{1} \sin (\gamma - 2) \omega t + \binom{\gamma}{2} \sin (\gamma - 4) \omega t - \binom{\gamma}{3} \sin (\gamma - 6) \omega t + \ldots + (-1)^{\frac{\gamma-1}{2}} \binom{\gamma}{\frac{\gamma-1}{2}} \sin \omega t \Big] \quad (7)$$

Die sich hieraus zu den einzelnen Sinusfunktionen ergebenden Faktoren sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1.

Exponent γ	Faktoren zu den einzelnen Harmonischen: ω	3ω	5ω	7ω	9ω	11ω	13ω	15ω
1	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0,75	0,250	0	0	0	0	0	0
5	0,625	0,312	0,063	0	0	0	0	0
7	0,547	0,328	0,109	0,016	0	0	0	0
9	0,490	0,328	0,140	0,035	0,0049	0	0	0
11	0,450	0,320	0,160	0,0535	0,0107	0,001	0	0
13	0,420	0,313	0,174	0,0682	0,0190	0,0032	0,0002	0
15	0,395	0,309	0,185	0,0833	0,0279	0,0064	0,0009	0,00006

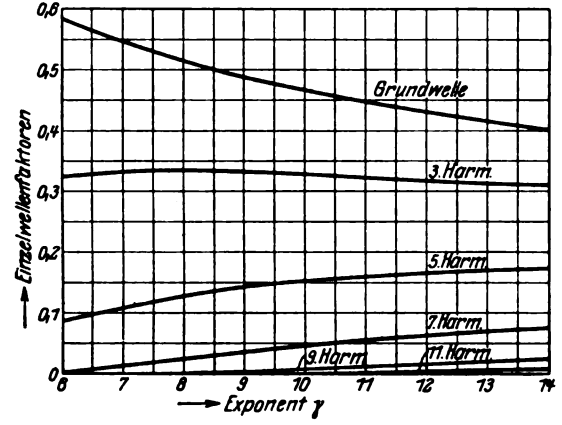


Abb. 4. Die Faktoren der Harmonischen für die Reihenentwicklung von $\sin^{\gamma} \omega t$.

Trägt man diese Faktoren abhängig von dem zugehörigen Exponenten γ auf, so zeigt sich, daß die Punkte auf eindeutige Weise durch einen stetigen Linienzug miteinander verbunden werden können (Abb. 4). Hierdurch erübrigt sich die viel kompliziertere Berechnung weiterer Zwischenwerte. Um mich davon zu überzeugen, ob die in Abb. 4 vorgenommene graphische Interpolation zulässig ist, berechnete ich die zu $\gamma = 10$ gehörigen Faktoren mittels der Reihenzerlegung nach Runge[3]. Es ergab sich eine vollkommene Übereinstimmung mit Abb. 4. Durch eine Diskussion der Abb. 4 selbst ließe sich gleichfalls die Zulässigkeit der Interpolation zeigen; doch hat es kein Interesse, hier darauf einzugehen.

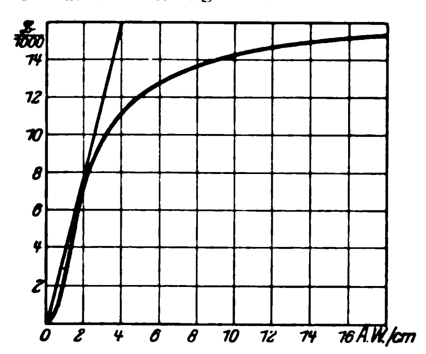


Abb. 5. Magnetisierungskurve zum Anwendungsbeispiel.

Beispiel. Gegeben sei die in Abb. 5 dargestellte Magnetisierungskurve. Die Einzelwellen der magnetisierenden Amperewindungen/cm sind für eine Maximalinduktion von $\mathfrak{B}_{max} = 14\,000$ Gauß gesucht.

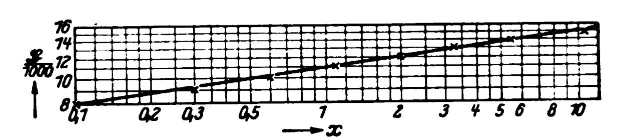


Abb. 6. Konstruktion des Exponenten γ zur Magnetisierungskurve von Abb. 5.

Die Tangente berührt etwa bei $\mathfrak{B} = 7000$ Gauß. Es ergibt sich mit Abb. 6 der Exponent $\gamma = 7{,}3$. Aus Abb. 5 kann für die gegebene Maximalinduktion abgelesen werden

$$c_1 \mathfrak{B}^{\gamma}_{max} = 5{,}5$$
$$c_2 \mathfrak{B}_{max} = 3{,}5.$$

Mit $\gamma = 7{,}3$ entnimmt man aus Abb. 4 die Faktoren der einzelnen Wellen und erhält:

Kreisfrequenz der Welle	Berechnung der Einzelwellen-Höchstwerte
ω	3,5 + 5,5 . 0,535 = 6,44 A.W./cm
3ω	5,5 . 0,33 = 1,82 „
5ω	5,5 . 0,115 = 0,63 „
7ω	5,5 . 0,02 = 0,11 „

Zur Probe wurden die Einzelwellenhöchstwerte nochmals, und zwar gemäß der in den Vorbemerkungen erwähnten Konstruktion gewonnen. Die Abweichungen zwischen den Resultaten sind so gering, daß sie sich durch die beschränkte Ablesegenauigkeit der Abb. 4 und 5 erklären lassen.

[3] ETZ 1905, S. 247.

Bericht über die 25. Hauptversammlung des Verbands Deutscher Verkehrsverwaltungen E.V. und die Straßenbahnausstellung in Essen.

Von Dipl.-Ing. **Erich Auerbach**, Barmen.

Übersicht. Über den Inhalt der Hauptvorträge der Verbandsversammlung und die Ansprachen anläßlich der Ausstellungseröffnung wird kurz berichtet. Im Bericht über die Ausstellung, die einen strengen Fachcharakter trug, werden die wichtigsten Neuerungen in ihren Hauptzügen beschrieben. Außer auf rein elektrische Maschinen und Apparate ist auch Wert gelegt worden auf solche mechanischer Natur, soweit sie im Rahmen der Gesamtdarstellung allgemeineres Interesse beanspruchen dürften.

Verbandstagung und Eröffnung der Ausstellung.

Vom 19. ... 21. IX. d. J. veranstaltete der seit 33 Jahren bestehende Verein deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privateisenbahnen seine 25. Hauptversammlung zu Duisburg und Essen, die im Hinblick auf die anschließende, bis 3. X. d. J. währende Essener Straßenbahnausstellung recht rege besucht war. Ein ausführlicher Bericht über den Inhalt dieser Versammlung findet sich in Verkehrstechn. 1928, S. 773. In der nichtöffentlichen Vereinsversammlung stellte der Präsident, Generaldirektor Dräger, nach der offiziellen Begrüßung Herrn Oberbaurat a. D. K. Müller als neuen Verbandsdirektor vor und verbreitete sich dann über die gegenwärtige Konjunktursenkung.

Bei Erstattung des Geschäftsberichts kritisierte Oberbaurat Müller den bevorstehenden Erlaß der Kraftfahrlinienverordnung, der das Vorfahrtsrecht der Straßenbahn als Massenverkehrsmittel nicht stark genug betone, und ebenso die Bestimmungen der neuen Eisenbahn-Bau und Betriebsordnung, die an unbewachten Wegübergängen für die Eisenbahn eine Herabsetzung der Geschwindigkeit vorschreibt und damit den Antrag des Vereins ablehnt, diese Verlangsamung des Tempos den Kraftwagen aufzuerlegen.

Den 1. Hauptvortrag hielt der inzwischen verstorbene Generaldirektor Schwab, Düsseldorf, über „Siedlung und Verkehr". Redner stellte zehn

Hauptsätze über die Wechselbeziehungen zwischen Siedlung und Verkehr auf, die sich auf die gegenseitige Rücksichtnahme bei Neuanlage von Siedlungen und bei Anlage neuer Verkehrsmittel beziehen und die Tarife nach sozialen Gesichtspunkten empfehlen. Oberbürgermeister a. D. Plassmann, Essen, befürwortete bei Kreuzungen zwischen Kleinbahnen und Bahnen des allgemeinen Verkehrs eine gerechtere Verteilung der Haftpflichtlasten nach Unfällen; auch solle die Forderung der Reichsbahn nach sogenannten Nutzungsgebühren abgelehnt werden.

In der Gruppenversammlung der Straßenbahnen sprach Direktor C. König, Elberfeld, über „Die Straßenbahn im Lichte der heutigen Verkehrsentwicklung". Redner erwähnte die auftretenden Schwierigkeiten durch starke Ausbreitung des Kraftwagens. Der neu auftauchende Kraftomnibus solle zunächst zur Ergänzung und als Vorläufer der Straßenbahn dienen. Letztere müsse aber auf lange hinaus das Massenverkehrsmittel der Straße bleiben, das berechtigten Anspruch auf Förderung seitens der Behörde habe. Für die Zukunft müßten dann zur Entlastung straßenfreie Schnellverkehrsmittel hinzukommen. — Auf Grund des Referats von Direktor Siméon, Aachen, beschloß die Versammlung, da die ministerielle Verfügung vom 27. IV. 1928 über die Zulassung erhöhter Fahrgeschwindigkeit zwar grundsätzlich 40 km/h zulasse, durch erschwerende Bedingungen aber den Bedürfnissen der Straßenbahn nicht gerecht werde, auf Abänderung zu dringen.

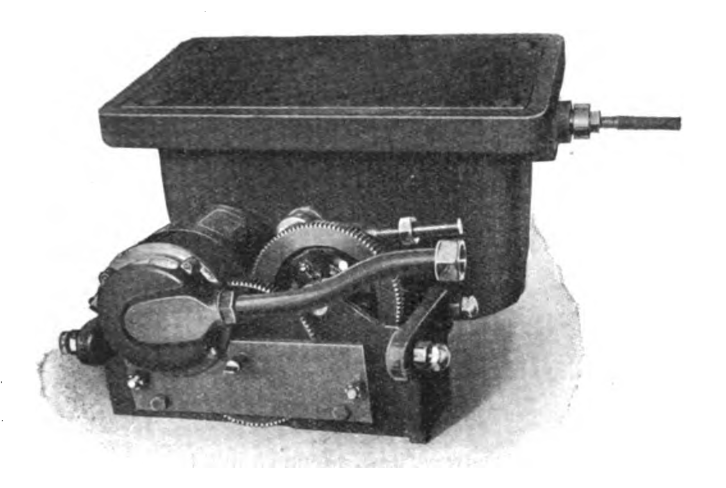


Abb. 1a. Rillenschienen-Weichenantrieb durch Elektromotor.

Der Hauptverein beschloß darauf (vgl. ETZ 1928, S. 1553), seine Tätigkeit auf die Fragen des öffentlichen Kraftwagenverkehrs auszudehnen und dabei der planlosen Einsetzung von Kraftwagen entgegenzuarbeiten. Er änderte seinen Namen in „Verband Deutscher Verkehrsverwaltungen, E. V.". Als nächster Tagungsort wurde Mannheim bestimmt.

Einen Tag vor der offiziellen Eröffnung der Ausstellung, also am 20. IX. d. J., war die gesamte Fach- und Tagespresse zu einer Vorbesichtigung der Ausstellung geladen. Hier gab Oberbaurat Müller für die Öffentlichkeit Zahlen über den Umfang des Vereins bekannt. Dem Verein sind 355 kommunale und private Verkehrsverwaltungen angeschlossen; diese betreiben 229 Straßenbahnen, 282 nebenbahnähnliche Kleinbahnen und 139 Privateisenbahnen. Mithin gehören fast restlos die außer der Reichsbahn vorhandenen Schienenbahnen zum Verein. Weiter sind nachstehende Zahlen zum Vergleich mit der Reichsbahn (eingeklammert) bemerkenswert: Kopfzahl des Personals 155 000 (704 000), Betrieblänge 20 500 (53 000) km, Personenverkehr, da meist Nahverkehr, dagegen 4,5 (gegen 1,9) Mia. Die Mitglieder des Vereins betreiben ferner 350 Kraftwagenlinien mit über 4200 km Betriebslänge. Dem häufig erklingenden Ruf nach Überwachung der Eisenbahnübergänge steht die Bemerkenswerte Feststellung gegenüber, daß nach der Weltstatistik die Schranken nicht einen Schutz, sondern eine Gefahr für den Kraftwagenverkehr bedeuten, da sich fast doppelt so viele Kraftwagenunfälle an Bahnübergängen mit als ohne Schranken ereigneten. Der Verein will daher, dem Beispiel von Amerika, Frankreich, Italien und Österreich folgend, die Schranken planmäßig beseitigen und sie durch Warnzeichen ersetzen, vor allem aber durch strenge Vorschriften die Kraftwagenführer selbst zur Vorsicht erziehen. — Die besonders schwer auf den Schultern der Schienenbahnen lastende Beförderungsteuer, deren Erlaß nur hie und da nach einer Unsumme von Schreibarbeit gewährt wurde, soll als unsozial bekämpft werden.

Am nächsten Tage, dem 21. IX. d. J., eröffnete Generaldirektor Arnold, Herten i. W., die Ausstellung um 4h nachmittags. Für seine Begrüßungsworte dankte im Namen der Reichsregierung als Vertreter des Ministers für Handel und Gewerbe Dr. Schreiber. Dann sprach als Mitzeichner der Ausstellung in humorvoller Rede der Direktor des Ruhrsiedlungsverbandes, Dr. Schmidt, der sich gerade in seiner Stellung zur Förderung des zwischengemeindlichen Verkehrs in dem dichtbesiedelten Ruhrgebiet als Mittler zwischen Reichsbahn und Kleinbahn berufen fühlte. Er selbst fand es unnatürlich, daß die Reichsbahn als Hauptschlagader des Verkehrs eine kleine Vene bekämpft. — Im Namen der Essener Stadtverwaltung verbreitete sich Beigeordneter Meurer über die Beweggründe zu der Veranstaltung. Man könne sie nur rechtfertigen, wenn Gefahr gegeben sei,

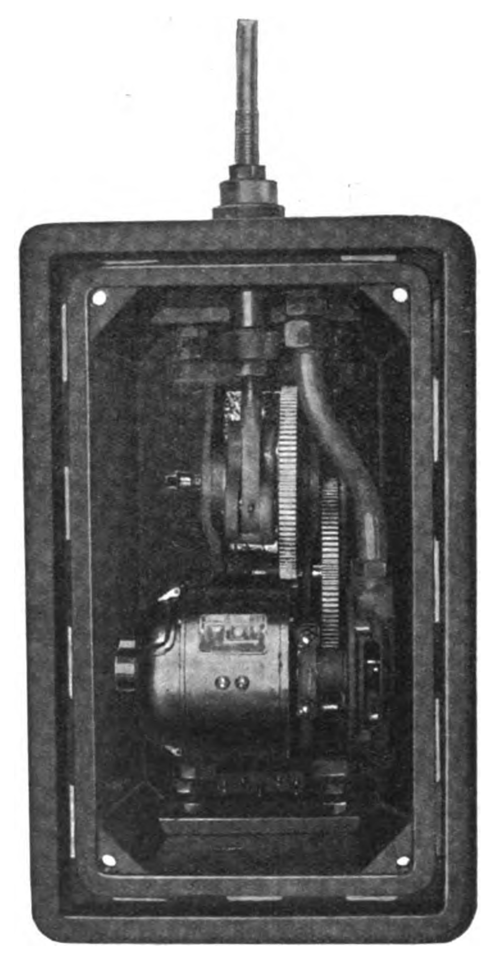


Abb. 1b. Rillenschienen-Weichenantrieb durch Elektromotor.

daß die Ausstellung für die Öffentlichkeit von Wert ist, da man der schwer ringenden Wirtschaft nicht größere Opfer auferlegen dürfe, als unbedingt notwendig ist. Die Straßenbahn-Fachausstellung aber konnte die Stadt im Interesse des deutschen Fortschritts bei ihrer Bedeutung gerade für das Industriegebiet voll verantworten.

Die Straßenbahnausstellung.

Wer über eine Ausstellung berichtet, kommt leicht in die Versuchung, zur Erzielung erschöpfender Vollständigkeit und eines guten Gesamtüberblicks das Gesehene ohne Beschreibung nur aufzuzählen, da eine besondere Würdigung des Einzelgegenstandes seine Ausführungen ins Uferlose ausdehnen würde. Denjenigen Lesern, die nicht selbst Besucher der Ausstellung waren, hätte man damit einen schlechten Dienst erwiesen. Denn eine solche Aufzählung kann nur als Vorschau, d. h. zur Einführung und Erleichterung der nachfolgenden Besichtigung nützlich

sein. Es wird im folgenden davon abgesehen, in Fachkreisen Bekanntes an dieser Stelle zu erwähnen, obwohl auch dies in den Hallen und im Freigelände zu Essen-Rüttenscheid zur besseren Orientierung der Besucher vielfach zu sehen war; dafür sollen ausführlicher einige Neuerungen beschrieben werden, die zeigen, in welcher Weise in jüngster Zeit auf den verschiedenen einschlägigen Gebieten die letzten Erkenntnisse von Konstrukteuren und Erfindern verwertet wurden. Betont sei, daß für die meisten weiter unten beschriebenen Sondererzeugnisse Schutzrechte erworben wurden. Die Essener Straßenbahnausstellung war, wie bereits in der Tagespresse zu lesen war, doch im ganzen eine ausgesprochene, leidlich streng gegliederte Fachausstellung, beschickt von führenden Straßenbahngesellschaften, von einer Reihe von Industrien und in der Elektrotechnik von einer Anzahl Sonderfirmen, da die Großindustrie und der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie die Beteiligung offiziell abgelehnt hatten, was mehrfach bedauert wurde. Als Besucherzahl wird 90 000 angegeben, darunter befanden sich auch sehr viele Fachleute aus sämtlichen europäischen Ländern und Amerika. Da von jeder äußeren Aufmachung abgesehen wurde, konnte hier auch die seltene Feststellung gemacht werden, daß sich Ausgaben und Einnahmen ausglichen, so daß eine fühlbare Belastung weder der beteiligten Unternehmungen noch der anderen Körperschaften entstand.



Abb. 2. Preßluftramme mit rundem Bär für normales Pflaster.

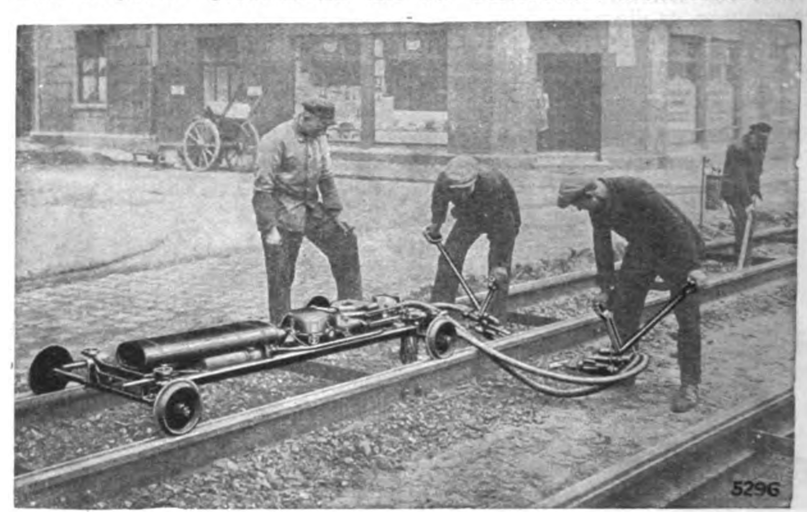


Abb. 3. Anwendung der Krupp-Gleisstopfmaschine beim Verlegen von Straßenbahngleis.

Stoffeinteilung. Für die fachliche Gliederung wurden sieben Hauptabteilungen bekanntgegeben:

- Planung und Linienführung von Straßen- und Überlandbahnen,
- Baustoffe,
- Baubetrieb,
- elektrische Einrichtungen,
- Betriebsmittel,
- besondere Bahnanlagen und Einrichtungen,
- Verkehrswirtschaft.

Diese Hauptabteilungen verteilten sich auf vier Ausstellungshallen; in einem besonderen Ausstellungskino liefen etwa 15 Industrie- und Werbefilme. Die Hauptplätze im Freigelände enthielten u. a. Arbeitswagen, Autoomnibusse sowie Trieb- und Anhängewagen. Es wäre nun aber untunlich, würden wir uns dieser offiziellen Einteilung im nachfolgenden Bericht anschließen, da ja, wie erwähnt, eine erschöpfende Erfassung alles Gezeigten nicht beabsichtigt ist. Wir gruppieren in einer oft durch den Stoff gebotenen Zusammenfassung so, daß nur solche Kapitel behandelt werden, über die etwas Wissenswertes mitzuteilen ist.

Bahnstromversorgung. Pläne über Stromversorgung wurden in verhältnismäßig großem Maßstab von der Berliner Elektrizitätswerke A. G. und der Essener Straßenbahn gezeigt. Der Berliner Plan enthielt jeweils an der Stelle, wo sich ein Kraftwerk oder ein Unterwerk befand, ein Ansichtsbild des betreffenden Werks. Der Essener Plan hatte die Stromversorgung des gesamten rheinisch-westfälischen Industriebezirks farbig verdeutlicht; daran waren 9 Werke beteiligt. Man sah ferner ein Relief des vollständigen Bahnnetzes der Aachener Kleinbahngesellschaft. Ihre später an anderer Stelle kommende vollselbständige Gleichrichteranlage hatte die Essener Straßenbahn in der Vorderhalle fest montiert, so daß sie im praktischen Betrieb Bahnstrom für die Ausstellung und für die Rüttenscheider Linien in der Stadt über zwei Streckenschalter abgeben konnte. Der Gleichrichter mit zugehörigem Leistungstransformator (BBC) hat einen Nenngleichstrom von 590 A bei 600 V. Zum ersten Anlassen morgens wird nur ein Betätigungstromkreis eingeschaltet. Alles andere geschieht selbsttätig. Nach dem Anheizen ist das Quecksilber in 15 min verdampft. Dann wird die Ölpumpe angestellt und Luft aus dem Körper abgesaugt. Wenn das Vakuum genügend hoch ist, werden der Hochspannungsölschalter (5 kV) und der Gleichstromschnellschalter eingelegt und die Wasserkühlung in Betrieb genommen. Für Zündung und Erregung sind besondere Transformatoren vorgesehen. Die Spannung für die Erregeranoden beträgt 220 V, die Relaisspannung 60 V. Das Abschalten bei Kurzschlüssen und das selbsttätige Wiedereinschalten wurden in bekannter Weise vorgeführt, wobei rote und grüne Lampen in Verbindung mit akustischen Zeichen die Ein- und Ausschaltung meldeten.

Gleisanlagen, Oberleitung und Werkstättenbetrieb. Einige Neuerungen der Gleis- und Weichenkonstruktion zeigte die Gute-Hoffnungshütte. Da ist erstlich eine sogenannte Starkweiche (Bauart Hersmann, Köln), bei der der Zungendrehstuhl mit der anstoßenden Einsteckschiene ein Stück aus Zungenwerkstoff bildet, so daß beim Übergang von der Zunge auf die Schiene gleicher Werkstoff befahren und die Zungenlagerung vor Zerstörung geschützt ist, dann ein mit einem Griff herausnehmbarer Federumstellkasten für Straßenbahnweichen, ferner eine neue Innenbogenschiene, Bauart Storjohann, die nicht in einem Stück gewalzt, sondern bei der die Hartstahlleitschiene angeschweißt ist, also eine Auswechselung seltener nötig wird. Die elektrisch geschweißten Spurstangen sind leichter und billiger als genietete.

Elektrische Weichen-Umstellvorrichtungen wurden bisher durch magnetische Zugkraft betätigt; Orenstein & Koppel, Berlin, haben hierfür einen Motor mit Stirnradgetriebe vorgesehen, dadurch soll die Umstellung weicher und langsam und nicht wie bisher schlagartig bewirkt werden bei größerer Umstellkraft (Abb. 1a u. b). Die Feldmagnete des geschlossenen Motors haben zwei Wicklungen für den einen oder andern Drehsinn. Fährt die Bahn mit Strom, so bewirkt ein besonderer Schaltmagnet, daß die eine Erregerwicklung eingeschaltet wird; bei Fahrt ohne Strom, d. h., wenn dieser 15 A, den Ansprechstrom des Schaltmagneten, nicht erreicht, bleibt die andere Erregerwicklung eingeschaltet. Den Überschuß über die Motorspannung (600 — 220 V) = 380 V, drosselt ein dauernd im Stromkreis liegender Vorschaltwiderstand ab. Durch Aufstellen bestimmter Bedienungsregeln, beispielsweise „geradeaus mit Strom, abzweigend ohne Strom“, ist jeder Irrtum ausgeschlossen. Zur Abführung der Wärme und Vermeidung von Schwitzwasserbildung dient ein Ventilator, der von außen Luft durch ein Rohr ansaugt.

Das Thermit-Schienenschweißen hat neue Fortschritte gemacht. Die Formkästen sind kleiner geworden, bestehen jetzt aus Gußeisen und sind dem Profil angepaßt, der Sandbedarf geht auf den vierten Teil zurück. Die Bearbeitung der Schienenenden ist verbilligt worden. Mit dem Hobelmeißel bearbeitet ein Mann in 6 min 40 Stöße und erzielt völlig ebene Flächen. Auch der Weichenanschluß, der früher verlascht wurde, wird

jetzt in Spezialformkästen geschweißt, wodurch man gut festliegende Weichen erhält.

Bei der Herstellung der Straßendecke wird neuerdings der Asphalt kalt unter die Schienen gepreßt. Dem Beispiel des Bergbaus folgend hat im Straßenbau vermehrte Anwendung der Preßluft eingesetzt, besonders zum Graben, Aufreißen, Bohren, Unterstopfen der Gleise und Reinigen der Schienen von Betonresten. Bemerkenswert ist auch die Preßluftpflasterramme Lukas der Firma Rhein-Ruhr-Maschinenvertrieb, Essen, die mit einem Handhebel die Fallschlaghöhe des durch Preßluft gehobenen Bärs zu regeln gestattet (durch Loslassen des Hebels schließt sich der Lufteinlaß wieder, Abb. 2). Die fahrbaren Kompressoren werden durch Benzin und neuerdings auch durch Dieselmotoren angetrieben, die mit billigstem Rohöl arbeiten. Am günstigsten ist hier unmittelbare Kuppelung. Sehr gut wird die Kruppsche Gleisstopfmaschine bewertet, die aber nicht mit ausströmender Preßluft arbeitet, sondern dadurch, daß im Zylinder der mit stahlbewehrten Luftschläuchen an eine Luftpumpe angeschlossenen Stopfer eine pulsierende Luftsäule einen Kolben gegen den Schaft des Werkzeugs schleudert (abwechselnde Saug- und Druckwirkung). Zum Antrieb der Zwillingsluftpumpe dient ein ventilloser Zweitakt-Benzinmotor. Die beste Arbeitsleistung soll sich bei 1400 Schlägen/min ergeben. Eine 9 Mann starke Rotte soll mit zwei Maschinen, d. h. mit 4 Stopfwerkzeugen bei 5 cm Stopfhöhe in neunstündiger Arbeit 300 m Gleis bewältigen, wozu bisher die sechsfache Mannschaftsstärke nötig war. In Abb. 3 hat man den Stahlschlitten-Unterbau, der auch den Brennstoffbehälter trägt, auf den Achsen zweier Räderpaare festgeklemmt. — Bisher hatte man statt der Preßluft, die zum Gleisbau selbst noch nicht für alle Zwecke durchgebildet ist, Elektrowerkzeuge benutzt, die mit Fahrdrahtspannung arbeiteten, wenn solche zur Verfügung stand. Die Motoren verursachten größere laufende Instandsetzungskosten und haben sich daher nicht bewährt. Für diesen Zweck hat Krupp, ebenso wie auch Robel, München, transportable Anlagen geschaffen, die zur Erzeugung von niedervoltigem Gleichstrom dienen. Bei der Kruppschen Bauart finden wir in gedrängter Anordnung einen Zweizylinder-Viertakt-Benzin-Benzolmotor und auf gleicher Grundplatte unmittelbar gekuppelt die vierpolige Dynamo (etwa 4,5 kW), 220 V, 1000 U/min, Wendepole und Kompoundwicklung). Zwei Abzweige für die Arbeitsmaschinen werden durch Höchststromschalter geschützt, die zwischen 10 und 18 A einstellbar sind. Die Bohrmaschine zum Vorbohren der Holzschwellen wiegt 10 kg und wird durch einen Hauptstrommotor angetrieben. Die Bohrzeit für ein durchgehendes Loch von 16,5 mm Dmr. beträgt nur 4 ... 5 s (Bohrspindeldrehzahl 450/min). Das zweite Gerät, die Schraubeneindrehmaschine, wiegt 29 kg; zum Antrieb wurde ein Nebenschlußmotor mit Kompoundwicklung gewählt. Die günstigste Drehzahl wurde zu 120/min ermittelt. Zu ihrer Bedienung sind zwei Mann erforderlich. Für das Eindrehen einer Schwellenschraube werden ebenfalls 5 s benötigt (Abb. 4). Bei Robel sah man ähnliche, nur etwas andersartig gebaute Arbeitsmaschinen; hervorzuheben wäre hier die auf ein Fahrgestell montierte Schienenbiegemaschine, zu deren Antrieb ein größerer Elektromotor dient, während ein kleinerer für die Arbeit des Schienennachschleifens vorgesehen ist. Beide Firmen versorgen mit ihren „Kraftquellen" auch Scheinwerfer auf Masten für die Beleuchtung. Da für viele Unterhaltungsarbeiten die Fahrdrahtspannung verwendet wird, sei der Hinweis gestattet, daß eigentlich bisher auf dem Markt noch nicht Beleuchtungskörper erschienen sind, die für diese Spannung auf der Baustelle einwandfrei verwendbar wären.

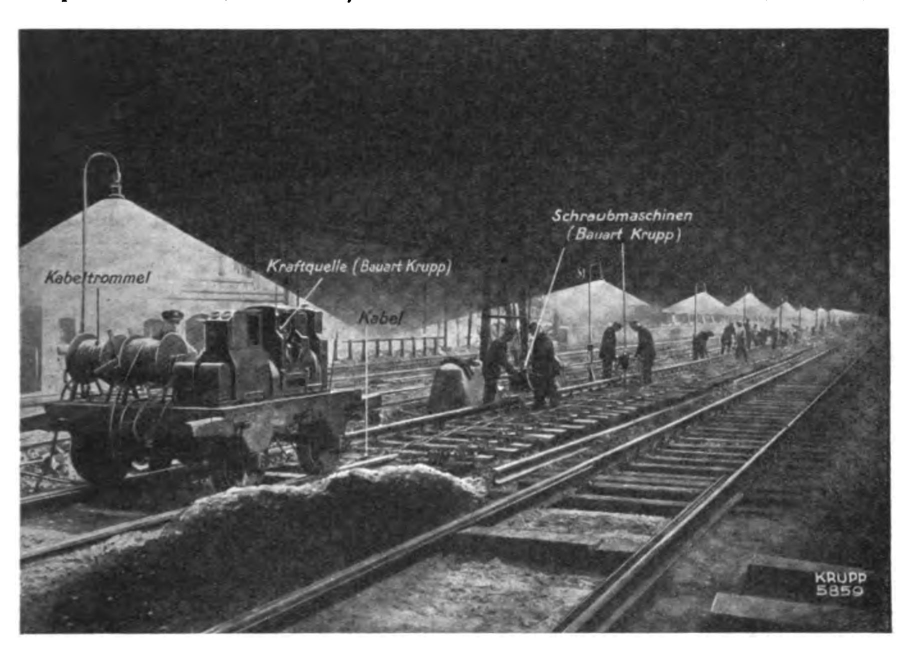


Abb. 4. Elektrische Kraftanlage mit elektrischen Arbeitsmaschinen und Beleuchtungseinrichtung beim Gleisumbau.

Zur Schonung des Fahrdrahts bei Bahnunterführungen ist es üblich, neben dem Fahrdraht einen Beidraht zu führen, welcher den Bügelkontakt vermittelt, während der Hauptdraht hochgenommen wird. Hierfür haben Bischoff & Hensel, Mannheim, eine Stromschiene gezeigt, an welcher der Beidraht und ebenfalls der an ihr vorbeigeführte Hauptdraht durch die Beidrahtklemme nach Abb. 5 an einigen Stellen befestigt werden. Die Stromschiene wird, etwa in Abständen von 2⅔ m, an Isolatoren unter Holzverschalung aufgehängt. Der an den nächsten Masten vor und hinter der Unterführung abzuspannende Beidraht, der besonders bei alten Stromabnehmerarten durch erhöhten Anpressungsdruck in den tieferen Arbeitslagen dem Verschleiß ausgesetzt ist, kann hierbei leicht ausgewechselt werden. Der Übergang vom Fahrdraht auf die Stromschiene erfolgt stoßfrei ohne Unterbrechung, außerdem verhindert die Stromschiene ein Durchdrücken des Fahrdrahts nach oben. Die gleiche Firma stellte u. a. noch aus: Einen verbesserten kittlosen Isolator ohne Zwischenlage von Blei, welche früher oft durch Säuredämpfe in der Luft nahe industriellen Anlagen zerstört worden war, einen neuen Streckentrenner zum gleichzeitigen Abspannen zweier Fahrleitungen und einen Scherenstromabnehmer mit Federn in den rohrförmig ausgebildeten Unterarmen, die über einem Kurvenstück, das gleichmäßigen Anpressungsdruck im ganzen Federbereich sichert, an den Oberarmen angreifen. Die Federn sind dadurch der Sicht entzogen und mechanisch geschützt; sie können schwach gewählt werden, so daß der Stromabnehmer nur gering beansprucht wird. Die Konstruktion (Gesamtgewicht etwa 125 kg) ist für eine Lagenänderung des Fahrdrahts zwischen 2,6 und 0,3 ... 0,4 m Höhe über der Oberkante des Wagendaches geeignet.

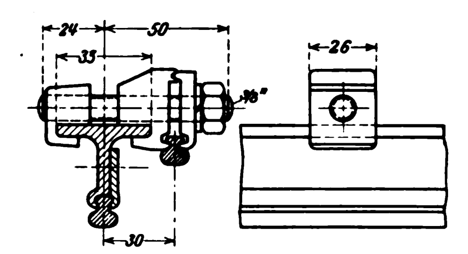


Abb. 5. Beidrahtklemme zur Stromschiene.

Im Freigelände waren zwei Systeme der Vielfachaufhängung mit selbsttätiger Nachspannvorrichtung in Naturgröße montiert, das der Vestischen Kleinbahnen, Herten i. W. (SSW-Anordnung mit BBC-Klemmen), bei dem von einem Aufhängepunkt des Tragdrahts immer zwei Vertikaldrähte herabkommen, die wiederum je ein im Winkel gebogenes Drahtstück tragen, so daß die beiden Fahrdrähte an jeder Stelle von zwei Paar Winkelschenkeln gehalten werden (Abb. 6), und ferner das System des RWE, Abt. Bahnen, Essen, Erzhof (Abb. 7). Dieses ist auch auf der neuen Strecke Mettmann—Wülfrath in Anwendung gekommen. Ein normales Feld hat

75 m Spannweite. Durch die besondere Aufhängungsart wird die Konstruktion leicht, so daß auf gerader Strecke U-Eisenmasten mit Profil U 10 genügen. Der normale Stützpunkt hat einen drehbaren Schrägausleger, der den Durchhang mitregelt und bei Brüchen durch sein Zusammenklappen das Krummziehen der Maste verhindert. Die Isolation, auch bei Streckentrennern, ist überall durch Steatitstäbe bewirkt, während die Hängedrähte am Streckentrenner durch Porzellan-Abspannisolatoren getrennt werden. Der Hörnerschalter für den Streckentrenner kann von unten durch einen Drehgriff am Mast betätigt werden. Zwecks gleichmäßiger Bügelbeanspruchung ist der Fahrdraht im Zickzack geführt. Dazu ist der seitliche Abstand durch verschieden lange Abstandseisen für das Tragseil, durch verzinkte Rohre am Stützpunkt für den Fahrdraht erreicht worden. Die Hängedrähte selbst waren einfach (10 mm² Kupfer). Die Abb. 7 gibt den ausgestellten Streckentrennermast wieder. Leider wurde die sehr interessante Ausführung von BBC nicht gezeigt, die z. B. bei der Oberrheinischen Eisenbahngesellschaft eingebaut ist. Hierbei tauschen Tragdraht und Fahrdraht abwechselnd ihre Rolle, wobei jede Leitung an jedem zweiten Stützpunkt oben hängt und sich mithin beide Leitungen in jeder Feldmitte kreuzen.

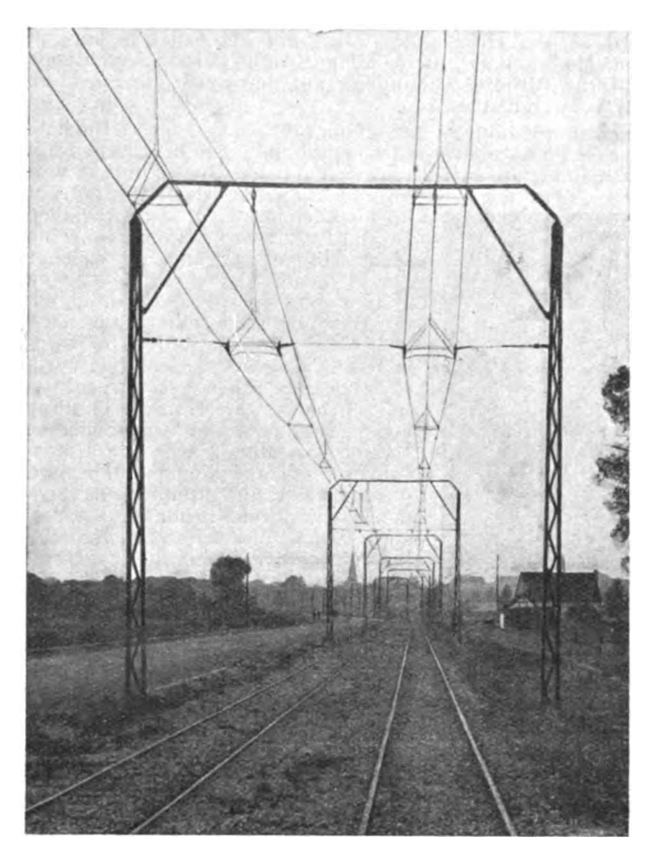


Abb. 6. Kettenaufhängung der Vestischen Kleinbahnen, Herten i. W.

Mit den Arbeiten auf den Außenstrecken hängt der Werkstättenbetrieb so innig zusammen, daß wir den letzteren nicht streng für sich herausschälen können. So dienen die nachstehend beschriebenen Vorrichtungen zum Teil auch wieder dem Oberbau.

Das Anwärmen der Radreifen geschieht mit Gas oder elektrischem Strom. Das erstere finden wir bei Lindemann, Düsseldorf. Hier wird mittels günstigst ermittelter Gas- und Luft-Mischvorrichtung und Spezialbrennern ein Gasverbrauch von 3 m³/m Radreifendurchmesser gewährleistet, um das Innenmaß um 2 mm zu erweitern. Größere Reinlichkeit und ebenso einfache Handhabung rühmt das Elektromotorenwerk „Glückauf", Hugo Miebach, Dortmund, seiner elektrischen Einrichtung nach, auch können niemals Verbrennungsgase in die Arbeitsräume dringen (Abb. 8). Auf einen ringförmigen Gußkörper ist ein aus Dynamoblech geschichteter, genuteter, aktiver Eisenkörper aufgebaut, der eine verteilte Drehstromwicklung aufnimmt. Nach Anschalten derselben und Auflegen des Radreifens auf den Blechkörper werden in jenem Wirbelströme induziert, die eine Erwärmung bewirken. Wird der Radreifen dabei durch eine wärmeisolierende Kappe abgedeckt, so sind nach ausgeführten Versuchen je Kilogramm Radreifengewicht und je Grad Temperaturerhöhung 0,16 Wh erforderlich. Für einen Radreifen von 275 kg Gewicht und 2 mm Dehnung entsprechend 175° Temperaturerhöhung ergäbe sich danach ein Verbrauch von 7,7 kWh. Es wird aber angegeben, daß als praktisches Mindestmaß der Dehnung schon 1,35 mm entsprechend 118° Steigerung ausreichen würde. Mit einer solchen Vorrichtung können in achtstündiger Arbeitschicht 40 ... 45 Radreifen angewärmt werden.

In verschiedenen Hallen verstreut wurde eine Reihe von Schweißeinrichtungen gezeigt, da die Schweißnaht sich nicht nur für Ausbesserungen, sondern immer mehr als Konstruktionselement einbürgert. Bekannt sind die Einrichtungen für autogene Metallbearbeitung, die außer für Schweißen auch zum Schneiden und Löten benutzt werden und sowohl für Azetylen-Sauerstoff, wie für Leuchtgas konstruktive Verbesserungen in Brennern und Ventilen zeigen. Brüning & Co., Essen, benutzen ihre Erfahrungen auf dem Gebiet der Azetylenentwicklung, indem sie ihre „Beagid-Fackel" als Lichtquelle für Nachtbeleuchtung herausbringen. Der Wasserkessel mit dem eingetauchten, gefüllten Beagidkörper dient als Fuß des Lampengelenkmastes. Es wird eine Lichtpunkthöhe von 2,8 m erzielt. Ein „Griesheimer" Autogen-Schneidbrenner gestattet nach Schablonen, längs deren er mit Hilfe eines elektromotorisch bewegten Magnetrollers geführt wird, die Ausführung beliebiger Kurvenschnitte für den Eisenbau. Es handelt sich um die sogenannte Kreuzwagenmaschine. Der Schablonentisch hat Längsschienen zur Aufnahme des Längswagens, dieser Querschienen zur Aufnahme des Querwagens. An letzterem ist der Führungsantrieb und ein in der Ausladung verstellbarer Arm mit dem Schneidbrenner befestigt. Die in Drehung versetzte Führungsrolle wird durch eine Spule magnetisch erregt und haftet dadurch an den Schablonenrändern. Infolge der Führung des Arms beschreibt der Brenner eine der Schablone abstandsgleiche Figur.

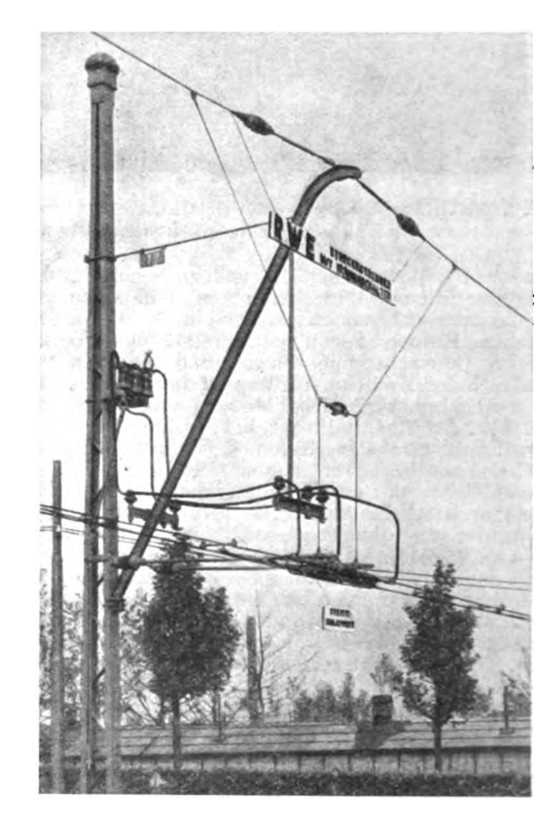


Abb. 7. Streckentrennmast der RWE-Kettenaufhängung.

Über das Gebiet der elektrischen Schweißung selbst sind die Leser der ETZ im allgemeinen unterrichtet, so daß hier kurze Hinweise genügen dürften. Im RWE-Stand findet sich der Eingehäuse-Schweißumformer der SSW, und zwar in fahrbarer Ausführung. Der Generator kann Kurzschlüsse vertragen, ist für hohe Leerlaufspannung zwischen 50 und 105 V einstellbar ausgelegt, kann aber die richtige Lichtbogenspannung, für Blechschweißung 18 ... 25 V, für Gußschweißung 20 ... 35 V, ohne Vor-

widerstand abgeben. Ein solcher ist nur für Schweißströme unter 100 A nötig. Geringstes Gewicht wird durch Wahl einer hohen Drehzahl — 2900 U/min — erzielt. Für Schienenschweißung wird für den Antriebsmotor Bahngleichstrom bevorzugt. Der Motor ist dann trotz der üb-

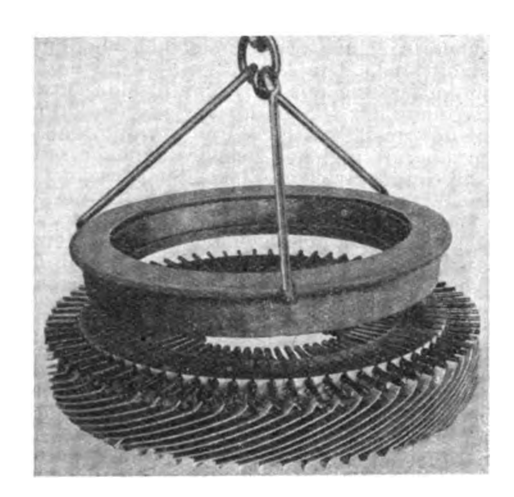


Abb. 8. Elektrische Anwärmvorrichtung für Radreifen.

lichen Spannungschwankung zwischen 450 und 600 V jederzeit leicht auf die richtige Drehzahl einregelbar. Die Kjellberg-Elektroden-Maschinen G. m. b. H. stellt einen ähnlichen Satz aus. Der Motor für Anschluß an die Fahrleitung hat Kompoundwicklung und Nebenschlußregler, die Dynamo hat 2 Kompoundwicklungen, die wahlweise zur Erzielung verschiedener Charakteristiken eingeschaltet werden, ferner eine besondere Erregermaschine, die zur Beleuchtung der Schweißstelle mitbenutzt werden kann. Als neu wird auch das Schweißen ganz dünner Bleche von 1 mm Stärke bezeichnet. Da die Erhitzung sehr schnell vor sich geht und nur an der Schweißstelle selbst stattfindet, sei die elektrische der autogenen vorzuziehen, bei der ein erheblich größerer Komplex in der Umgebung der Schweißstelle anzuwärmen ist und das Gefüge durch entsprechende Wärmespannungen benachteiligt wird.

Von den Erzeugnissen der Schweißtransformatoren-Fabrik Gefei, Berlin SO 36, die auch in Waggonfabriken vielfach Anwendung finden, seien die Nietwärmer mit frostsicherer Verdampfungskühlung hervorgehoben. Die Kühlwassergefäße benötigen täglich etwa 3 ... 4 l Nachfüllung, während bei leitungsgekühlten Apparaten fast die 20fache Wassermenge erforderlich ist. Die Elektroden sind ballig gestaltet. Bei einer neuartigen Stumpf-Nahtschweißung von Blechen sind beiderseits Elektroden angeordnet. Bei der Elektro-Esse hat der Schmied in 2 min nach Einschalten schmiedewarmes Eisen, und der Elektro-Flammschweißer beweist die früher umstrittene Möglichkeit guter Lichtbogenschweißungen mit Wechselstrom (Arbeitspannung 20 ... 30 V).

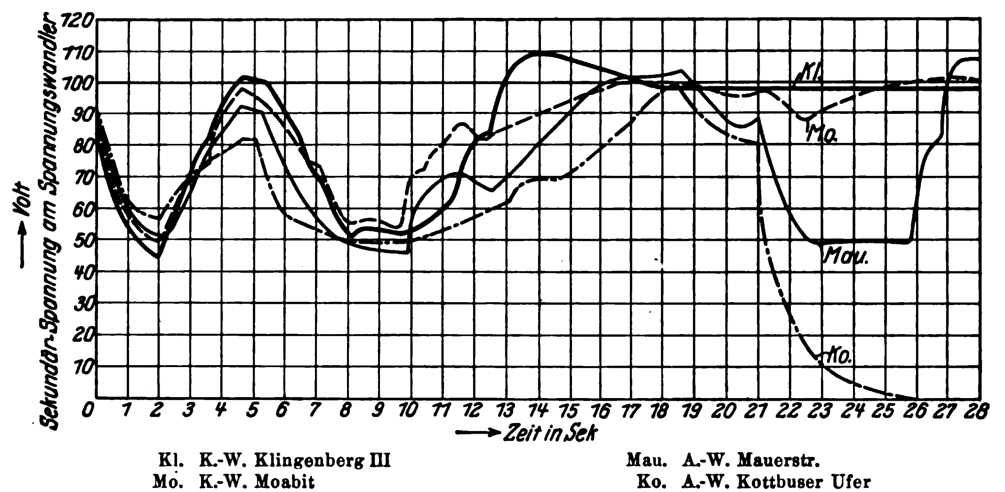
Eine Neuerung bringt noch der Preß-Schweißungsapparat für Kupfer-, Messing- und Aluminiumdrähte als Ersatz der Lötverbindung. Er wird in 3 Größen hergestellt, und die stärkste Type schweißt bis 8 mm Dmr. Die Stromschlußzeit beträgt nur 1/10 s. Hier wird als besondere Arbeitsvorrichtung für die Fahrleitung eine mit Benzinmotor betriebene Wechselstrommaschine geliefert.

(Schluß folgt.)

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Bemerkenswerte Störung im Netz der Bewag. — Am 17. X. 1928 ereignete sich bei der Bewag eine Störung, die in bezug auf ihre Ursachen und Wirkungen von besonderem Interesse ist. Um $6^h\ 45^m$ trat im gesamten 30 kV-Netz eine Spannungschwankung von rd. 15 000 V auf, die zur Folge hatte, daß zwei Haupt- und eine Vorwärmmaschine im Großkraftwerk Klingenberg, zwei Sammelschienen-Längskuppelschalter und eine Reihe von 30 kV-Kabeln auslösten. Daß trotz dieser umfangreichen Störung nur 4 Abspannwerke kurzzeitig spannungslos wurden, ist auf die grundsätzliche Durchführung des Prinzips der Gruppenschaltung (Speisung jeder 12 500 kVA-Umspannwerksgruppe von 2 Kraftquellengruppen) bei der Bewag zurückzuführen. Daß es überhaupt zu einer Stromunterbrechung in Abspannwerken kam, ist dadurch zu erklären, daß zwei dieser Werke leider nur aus Gründen, die durch die Entwicklung bedingt sind, von den beiden gestörten Maschinengruppen in Klingenberg gespeist wurden, während das 3. und 4. Werk durch einen Sammelschienen-Kurzschluß auslösten. Abb. 1 gibt ein Bild über den Verlauf der Spannung sämtlicher Kraftwerke und 30/6 kV-Abspannwerke der Bewag mit der zugehörigen Störungsdauer. Die Leistung der z. Z. der Störung in Betrieb befindlichen Maschinen betrug 530 000 kVA. Die Kurzschlußleistung war jedoch durch Drosselspulen auf ein erträgliches Maß herabgesetzt, so daß die meisten 30 kV-Ölschalter einwandfrei arbeiteten. Nur bei einem Ölschalter des Klingenberg-Werks trat durch Beschädigung der Drosselspule eine für den Schalter gefährliche Abschaltleistung auf. Der Verlauf der Störung kann aus Diagrammen der schnellschreibenden Spannungsabfall-Meßgeräte entnommen werden, die an vier verschiedenen Stellen des Bewag-Netzes eingebaut sind (Abb. 2).



Kl. K.-W. Klingenberg III Mau. A.-W. Mauerstr.
Mo. K.-W. Moabit Ko. A.-W. Kottbuser Ufer

Abb. 1. Diagramme der Spannungsabfall-Meßgeräte.

Die nähere Untersuchung hat ergeben, daß folgende vier Störungsherde vorhanden waren, wobei die Störung in Klingenberg am umfangreichsten war:

1. Durchschlag eines 30 kV-Kabels zwischen dem Kraftwerk Moabit und dem Abspannwerk Humboldt.

2. Überschlag im Nullpunkt eines 12 500 kVA-Transformators in Kottbuser Ufer und Kurzschluß an den Vorstufen-Widerständen des zugehörigen Ölschalters.

3. Durchschlag eines 30 kV-Kabels unterhalb des Endverschlusses im Abspannwerk Karlshorst, und schwere Abschaltung des zugehörigen Ölschalters, wobei ein Kurzschluß an den Durchführungen außerhalb des Schalters infolge starker Verqualmung erfolgte.

4. Schwere Beschädigung je eines 30 kV-Ölschalters in den Gruppen 1 und 2 des Klingenberg-Werks. Die Öl-



schalter sind als Dreikesselschalter ausgebildet. Der eine 30 kV-Ölschalter, der für eine garantierte Abschaltleistung von 600 000 kVA bei dreiphasigem Kurzschluß ausgelegt war, hatte durch das Zusammentreffen mehrerer unglücklicher Umstände eine höhere Abschaltleistung in einer Phase zu bewältigen. Diese hohe Beanspruchung wurde durch Eintreten eines Erdschlusses bei gleichzeitiger Überbrückung der Schutzdrosselspule infolge Spritzerscheinungen am Parallelwiderstand hervorgerufen. Dadurch wurde ein Doppelerdschluß eingeleitet und die Schutzwirkung der Drosselspule aufgehoben, so daß bei der schweren Abschaltung der eine Kessel des Ölschalters

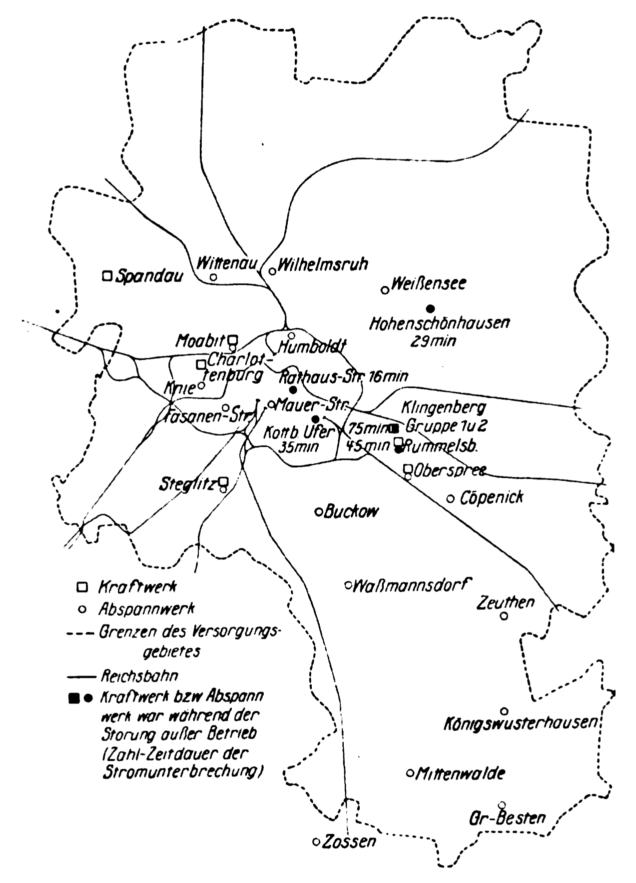


Abb. 2. Versorgungsgebiet.

zu Schaden kam. Ein Kessel des anderen Ölschalters, dessen Schutzdrossel unversehrt war, wurde trotzdem beschädigt, da der Schalter den Kurzschlußstrom mit den Hauptkontakten allein und nicht mit den Schnellkontakten abgeschaltet hat. Die Ursache für diesen Fehler ist wahrscheinlich in falscher Traversenstellung durch elastische Veränderungen im Antrieb zu suchen. Durch Beschädigung beider Ölschalter geriet brennendes Öl in die Schaltanlage der Gruppen 1 und 2 und bewirkte eine starke Verqualmung, durch welche die verhältnismäßig lange Zeit der Störung zu erklären ist. Die Gruppen 3 und 4 blieben vollkommen unversehrt.

Bei der Löschung des Ölbrandes haben sich Schaumlöschgeräte und Handfeuerlöscher bewährt. *of*

Leitungen.

Stabilität von Starkstromkabeln im Betrieb. — Zu dem unter obigem Titel von Höchstädter und Barrat veröffentlichten Aufsatz[1] nimmt M. Sesini (Pirelli) Stellung. Im Gegensatz zu der von den Verfassern vertretenen Auffassung hält er an der Ansicht fest, daß zufolge der bei Belastung des Kabels auftretenden Erwärmung das Tränkmittel von den dem Leiter nächstgelegenen Schichten in Richtung zum Bleimantel abwandere und dadurch bei nachfolgender Abkühlung die inneren Isolationsschichten an Tränkmasse verarmen. Er stützt diese Ansicht durch eine Berechnung der bei Annahme einer bestimmten Viskosität der Masse und einer bestimmten Porosität des Papiers in der Zeiteinheit die Isolationsschicht durchwandernden Menge von Tränkmasse, wenn ein Druckunterschied von 1 at herrscht. Bei einem bleimantellosen, normal belasteten Kabel sei das Austreten von Tränkmasse aus der obersten Papierschicht zu beobachten; der Druckunterschied verschwinde nach Stunden und damit auch die Filtration.

Höchstädter und Barrat verweisen auf den Ausgangspunkt ihrer Überlegungen, auf die Tatsache, daß H-Kabel bis zu Temperaturen zwischen 65 ° und 75 ° bei guter Herstellung stabil sind. Die Ansicht von Sesini bezieht sich nach ihrer Auffassung nur auf dünnflüssige Öltränkung. Seine Berechnung der Menge der verlagerten Tränkmasse beruhe auf der unstatthaften Voraussetzung, daß das Dielektrikum überall gleiche Temperatur habe, also auch mit einer mittleren gleichen Viskosität gerechnet werden könne. In Wirklichkeit unterscheiden sich die Viskositäten der Masse in den innersten und äußersten Schichten sehr beträchtlich, etwa um das 25fache, so daß letztere als praktisch undurchlässig gelten müssen und sich dem Abwandern von Tränkmasse nach außen widersetzen. Diese Ansicht wird ihrerseits durch Feststellungen über Aufweitungen an metallisierten Kabeln gestützt, wie sie sich bei Versuchen ergaben. Filtrationserscheinungen in dem von Sesini angegebenen Ausmaße hätten Hohlraumbildungen nach sich ziehen müssen, deren Existenz durch die dielektrischen Verlustmessungen aufgedeckt worden wäre. Der früher angegebene Elastizitätskoeffizient 0,01 des Kabelpapiers ist ebenfalls durch Versuche ermittelt worden. Es genügt zum Hervorbringen schädlicher Wirkungen, daß einzelne Papierlagen angegriffen werden, und es bedarf nicht der Zerstörung aller Schichten durch Beanspruchung über die Elastizitätsgrenze hinaus.

Der praktischen, von Höchstädter und Barrat aus ihren Untersuchungen abgeleiteten Folgerung, daß kein Anlaß vorläge, zur Erzielung stabiler Kabel in hinreichend weiten Grenzen völlig andere Tränkmethoden anzuwenden, kann wohl zugestimmt werden; dagegen werden in manchen Fällen beide Vorgänge zusammentreffen und die langsame Zerstörung des Dielektrikums herbeiführen. (Sesini, Höchstädter u. Barrat, Rev. Gén. de l'El. Bd. 24, S. 328.) *Eg.*

[1] ETZ 1928, S. 1303.

Apparate.

Elektrisches Türschloß. — Es gibt zweierlei Türöffner, u. zw. für hebende und solche für schließende Falle. Für erstere Art eignet sich am besten der Kettentüröffner, eine Type, die auf der Tür befestigt und mittels Kette mit dem Drücker verbunden wird. Der Kettentüröffner hat eine gewisse Universalität, da er für rechts und links aufgehende Türen und für beide obengenannten Fallenarten sowie unabhängig von der Schließblechgröße verwendet werden kann. Die zweite Type, Fallenöffner, können nur für Schlösser mit schließender Falle Verwendung finden, da sich die Falle in wagerechter Bewegung in den Schloßkasten hineinschiebt. Die Anwendung eines elektrischen Türöffners ist meist abhängig von der Schloßgröße. Diese ist außerordentlich verschieden; hinzu kommt, daß die Anbringung eines Türöffners zu solch einem Schloß schon Erfahrungen und eine gewisse Routine verlangt, die nicht jedem Monteur zu eigen ist. Ferner ist das Aussehen einer solchen Tür nicht besonders schön, da der Türöffner, gewöhnlich ein ziemlich großer eiserner Kasten, auf dem Türrahmen montiert wird.

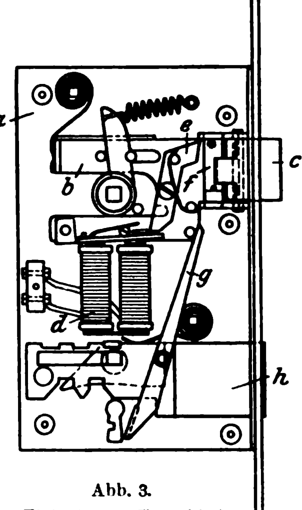


Abb. 3. Elektrisches Türschloß.

Das Elektroschloß Unitas II, D.R.G.M., D.R.P. angem., der Firma Georg V. Schott Würzburg, Spezialfabrik elektrischer Türöffner, ist nun sowohl ein Einsteckschloß als auch elektrischer Türöffner, in Größe eines gewöhnlichen Schlosses, jedoch nur 19 mm stark, so daß es in jede Tür unsichtbar eingelassen werden kann. Die Montage ist denkbar einfach und das Aussehen einer solchen Tür ein ganz anderes; auch ist der Wunsch der Architekten erfüllt. Die Kosten eines solchen kombinierten Schloßöffners

sind nicht höher bzw. niedriger als die bisherige Art, die Montage dagegen sehr vereinfacht. Aus Abb. 3 ist die Bauart ersichtlich.

Auf einer Grundplatte *a* sitzt ein Schieber *b*, welcher die Sperrfalle *c* trägt. Die Auslösung erfolgt nach Kontaktgabe durch den Elektromagnet *d* und mittels des Hebels *e*, welcher einen hammerartigen Schieber auslöst und auf eine Sperrwalze *f* wirkt, wodurch sich dies um 25° dreht und die Nase der Sperrfalle freigibt, so daß die Tür nun in gewohnter Weise durch Hineindrücken in den Flur geöffnet werden kann, wobei sich die Falle um ihre Achse so weit dreht, daß sie an einem im Türrahmen befindlichen Schließblech vorbeigleiten kann. Eine um die Achse gelegte Feder bewirkt sodann das Zurückschnellen der Falle, ebenso bewirkt eine um die Sperrwalze gelegte Feder das Zurückdrehen der Achse, wodurch die Arretierung wieder hergestellt ist. Beim Schließen der Tür schlägt die Falle auf das obengenannte Schließblech auf und drückt den Schieber zurück, so daß die Falle durch die Feder wieder in das Fallenloch springt und die Tür verschließt.

Soll die Tür, die außen keinen Drücker hat (Straßenseite), von Hand geöffnet werden, dann wird der Schieber mittels Schlüssel durch den Hebel *g* zurückgedrückt. Durch den Riegel *h* wird das Schloß in üblicher Weise mechanisch verschlossen. *fi*

Beleuchtung.

Neue Starklichtlampen mit Wolfram-Einkristall. — Nach Beschreibung bekannter Verfahren zur Herstellung von Einkristalldrähten berichtet Dr. Salmony über die Verwendung von Wolfram-Einkristalldrähten zur Herstellung einer besonderen Form von Glühlampen-Leuchtkörpern, die durch das D. R. P. 459 651 geschützt ist. Diese Leuchtkörper sind sogenannte Sternwendeln, das sind Flachwendeln mit gegeneinander versetzten Windungen. Von den lichttechnischen Daten der mit diesen Leuchtkörpern ausgerüsteten Lampen wird nur der spezifische Verbrauch einer 10 kW-Lampe zu 0,45 W/HK_0 angegeben. (Dieser spezifische Verbrauch stimmt mit dem der im Handel befindlichen Starkstromlampen überein. Anm. d. Ber.) — Außer über die Sternwendeln wird noch über andere Leuchtkörperformen aus Einkristalldraht in gedrängter Anordnung, z. B. Kugelspiralen, berichtet. Von einer solchen Lampe ist die Leuchtdichte zu 1700 ... 1800 HK/cm^2 angegeben. (Diese Leuchtdichte wird bei den im Handel befindlichen Projektionslampen ebenfalls erreicht, doch dürfte die Anwendung von Lampen mit Kugelspiral-Leuchtkörpern dort von Vorteil sein, wo es auf Erzeugung eines schmalen Lichtbündels ankommt. Anm. d. Ber.) — Weiter wird angegeben, daß Wolfram-Einkristalldrähte weniger zerstäuben und somit die Glasglocken von Lampen mit Einkristall-Leuchtkörpern keine Schwärzung aufweisen. (Ein Einfluß der Kristallgrößen auf die Verdampfung von Wolfram ist bisher nicht festgestellt. Für die beschriebenen Lampentypen dürfte eine Verringerung der Zerstäubung außerdem belanglos sein, da bei allen gasgefüllten Lampen die Niederschlagsbildung an Stellen der Glockenwand, die nicht im Lichtweg liegen, erfolgt. Anm. d. Ber.) (Salmony, Chemiker-Zg. Bd. 52, S. 577.) *al*

Bergbau und Hütte.

Beschleunigte induktive Hochfrequenzerhitzung. — E. F. Northrup brachte in einem Vortrag vor der American Electrochemical Soc. in großer Ausführlichkeit unter Beifügung von gut schematisierten Zeichnungen, Abbildungen und Zahlentafeln ein Beispiel einer Hochfrequenzofenanlage. Es handelt sich um einen Schmelzofen, der in der Hauptsache für handelsübliche Eisenlegierungen bestimmt ist. Die Anlage hat ein Fassungsvermögen für etwa 136 kg Eisenlegierungen und wird durch einen Generator für 150 kVA, 1920 Hz, 900 V, gespeist.

Der Vortragende machte weiter Angaben über die Temperatur der Spulen, Wasserverbrauch, damit verbundenem Energieverlust sowie über Energieverbrauch. So z. B. wurde für eine Nickelchromlegierung ein Verbrauch von 647 kWh festgestellt. Die Konstruktion des Ofens, welche näher beschrieben wird, gestattet ein besonders schnelles Erhitzen, wodurch ein hoher Schmelzwirkungsgrad erzielt wird. Zum Schluß werden verschiedene Beispiele angeführt, in Verbindung mit einer Berechnung des Wirkungsgrades. (E. F. Northrup, Vortrag vor der Am. Electrochem. Soc., Advance Copy Nr. 50, Philadelphia 28. IV. 1927.) *V. E.*

Anwendung des elektrischen Ofens im Eisengießereibetrieb unter besonderer Hervorhebung des Duplexverfahrens. — R. P. Lemoine brachte auf dem letzten internationalen Gießerkongreß in Paris interessante Betrachtungen über die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Ofens für die Herstellung von Gußstücken verschiedener Art unter verschiedenen Arbeitsbedingungen und schlägt als wirtschaftlicher eine Verbindung der Kuppelofenschmelze mit dem Elektroofen vor. Unter Beibehaltung aller Vorteile des Elektroofens wird bei diesem Duplexverfahren der Stromverbrauch unter gewissen Bedingungen bis auf 150 kWh/t herabgesetzt. Das Verfahren findet daher wirtschaftliche Anwendung selbst noch bei höheren Strompreisen als den gegenwärtig üblichen und gibt einer Gießerei die Möglichkeit, ohne Schwierigkeiten ihr Arbeitsgebiet zu erweitern. (R. P. Lemoine, St. u. E. Bd. 47, S. 2121.) *V. E.*

Fernmeldetechnik.

Telegraphie auf Anschlußleitungen. — In vielen Orten des In- und Auslandes hat man für den Verkehr von Abonnenten mit einer Zentralvermittlung, hier und da auch für den Verkehr der Abonnenten untereinander unter Benutzung der Fernsprechkabel Telegraphennetze geschaffen. Diese Telegraphenleitungen dienen in erster Linie zur Beförderung von Telegrammen zwischen den Teilnehmern und dem Haupttelegraphenamt, sie können aber auch, wenn ein Bedürfnis vorliegt, zum Verkehr der Teilnehmer untereinander benutzt werden. Als Telegraphenapparate werden Ferndrucker und neuerdings Springschreiber (télétype) verwendet.

Der französische Telegrapheningenieur Toly macht nun den Vorschlag, die Fernsprech-Anschlußleitung selbst auch für diesen Verkehr auszunutzen, um die Anlagekosten für den Teilehmer geringer zu halten (télémixte). Zu diesem Zweck sieht er bei der Teilnehmerstelle einen Umschalter vor, der es gestattet, die Anschlußleitung entweder auf Fernsprecher oder auf den Telegraphenapparat zu schalten. Als Telegraphenapparat ist der Springschreiber von Carpentier verwendet. Naturgemäß kann jeder andere Springschreiber an die Stelle treten. Will der Teilnehmer eine telegraphische Nachricht übermitteln, so ruft er zunächst in der üblichen Weise mit dem Fernsprecher das Amt an und fordert die Telegrammvermittlung. Die Abfragebeamtin verbindet seine Leitung mit einer Meldestelle, die die Verbindung zwischen dem Anrufenden und Gerufenen an einem besonderen Verbindungsplatz (position télémixte) herstellen läßt. Die Schnurpaare dieser Verbindungsstelle sind so geschaltet, daß sie sowohl Fernsprech- als auch Telegraphenverkehr zulassen. Sie erhalten zu diesem Zweck neben den im Fernsprechbetrieb üblichen Sprechschlüsseln, Übertragern und Schlußlampen noch eine aus zwei Baudotrelais bestehende Telegraphenübertragung. Verzögerungsrelais bekannter Form sorgen dafür, daß die beim Telegraphieren entstehenden Leitungsunterbrechungen die Schlußzeichen nicht beeinflussen. Für den Fall, daß die Teilnehmer an verschiedene Ämter des Ortsnetzes angeschlossen sind, erhalten einige Verbindungsleitungen, die mit Dienstleitung betrieben werden, entsprechende Zusatzschaltungen. Nach diesen Vorschlägen soll in Paris ein Versuch gemacht werden.

Es erscheint fraglich, ob der Fortfall der geringen Leitungszuschläge für diese Art Telegraphie zu stärkerer Benutzung führen wird. Nach den bisherigen Erfahrungen besteht ein Bedürfnis für Teilnehmer, in unmittelbaren telegraphischen Verkehr zu treten, nur in wenigen Fällen und bei ganz bestimmten Berufszweigen, bei denen die Gebührenfrage keine ausschlaggebende Rolle spielt. Demgegenüber steht für den Fernsprechbetrieb die Einfügung von Zusatzeinrichtungen mit ihren Störungsquellen, die bei den stets höher werdenden Anforderungen an die Fernsprechleitungen hinsichtlich Betriebsicherheit und Geräuschfreiheit unbequem werden können. (Toly, Bull. Soc. Franç. des El. Bd. 8, S. 921.) *Kw.*

Gleichzeitige Erregung zweier Schwingungen in einer Dreielektrodenröhre. — In einer umfangreichen Experimentaluntersuchung werden die tonfrequenten Vorgänge mit einem Zweischleifen-Oszillographen von Siemens-Blondel aufgenommen, die hochfrequenten mit einer Braunschen Röhre. Für die Störschwingungen, die in normalen Schaltungen vorkommen, werden zwei mögliche Ursachen gefunden: entweder kann beim Aussetzen des Gitterstromes eine gedämpfte Schwingung angeregt werden, die als Gitterstoßschwingung bezeichnet wird, oder die Grundschwingung verschiebt den Arbeitspunkt für die Stör-

schwingung in das Gebiet fallenden Gitterstroms. In beiden Fällen kann durch zufällige oder absichtliche Rückkoppelung die Schwingung verstärkt werden. Die Bedingungen für das gleichzeitige Auftreten einer tonfrequenten und einer hochfrequenten Schwingung werden eingehend untersucht. Bei großem Unterschied der Frequenzen erscheint die höhere Frequenz immer stark durch die niedere moduliert, und bei kleinem Frequenzunterschied ist der Wirkungsgrad der Anordnung gering, so daß es in praktischen Fällen vorzuziehen sein wird, für die Erzeugung von zwei Schwingungen zwei Rohre zu verwenden. (H. Mögel, Jahrb. drahtl. Telegr. Bd. 31, S. 33 u. 72.) *Kb.*

Verschiedenes.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1927. — Die Reichsanstalt hat im Berichtsjahre zwei alte und bewährte Mitglieder verloren, nämlich die Herren Jaeger und Grützmacher, die infolge Erreichung der Altersgrenze in den Ruhestand getreten sind. Die Leitung der Abteilung 3 (Wärme) hat Herr Henning übernommen. Von den in der Anstalt durchgeführten Arbeiten sollen hier nur die der Abteilung 2 (Elektrizität) besprochen werden, soweit sie nicht bereits in Sonderreferaten behandelt wurden. In der wissenschaftlichen Abteilung wurde die Messung der elektrischen und thermischen Leitfähigkeit einer Reihe von Metallen, besonders von Einkristallen, bis zu den tiefsten Temperaturen hinunter weiter durchgeführt. Die Beziehung zwischen Wärmewiderstand w und elektrischem Widerstand ϱ $w = w_i + \frac{\varrho}{Z\,T}$ wurde bei nicht zu stark verunreinigten Metallen bestätigt. Bei tiefer Temperatur unterscheidet sich die Zahl Z nur wenig von der Wiedemann-Franz-Lorenzschen Zahl $2{,}22 \cdot 10^{-8}$. Zur Untersuchung der Temperaturabhängigkeit der elastischen Konstanten von Metallen bei tiefen Temperaturen wurde eine Methode ausgearbeitet, welche die Torsions- und Transversalschwingungen eines Kristallstabes im Telephon hörbar machte und ihre Messung durch Überlagerung mit einem Normaltonsender ermöglichte. Die bei der Glimmentladung entstehende Aufspaltung der Moleküle in Atome wurde manometrisch gemessen, indem durch einen Katalysator, der die Atome sofort zu Molekülen vereinigt, in einem engen Spalt ein Konzentrationsgefälle erzeugt wurde. Die Kühlung einer Elektrode einer Gasentladung durch Auflegen auf eine gekühlte Metallfläche erwies sich zwar bei Gasen von höherem Druck als sehr wirksam, sie nimmt aber stark mit dem Gasdruck ab, wenn dieser unter einige Millimeter Quecksilber sinkt, und ist im Hochvakuum sehr gering.

Die technische Abteilung war im Berichtsjahr stark mit Prüfungsanträgen überlastet, so daß eine Reihe von Arbeiten zurückgestellt werden mußten. Es wurden 94 Proben von deutschem Aluminium auf ihre elektrische Leitfähigkeit untersucht und die Ergebnisse dem deutschen Ausschuß für Aluminiumleitungsnormen mitgeteilt. Versuche zur Verstärkung von Galvanometerausschlägen nach einem dem Mollschen Thermogalvanometer ähnlichen Prinzip und zur Messung der Luftfeuchtigkeit durch Kapazitätsmessung eines Luftkondensators wurden eingeleitet. Eine Reihe von Metallen, Kobalt, Aluminium, Wismut, Monelmetall, Kobalt-Eisen- und Kobalt-Nickel-Legierungen, wurden auf ihre Konstanten und ihre Umwandlungspunkte hin untersucht. Auf Magnetostriktion hin wurde besonders eine Zahl von Eisenlegierungen untersucht. Die Annahme, daß die hohe Anfangspermeabilität von Permalloy mit dem Fehlen einer Magnetostriktion in ursächlichem Zusammenhang steht, konnte nicht bestätigt werden.

Internationale Frequenzvergleichungen wurden mittels piezoelektrischer Oszillatoren ausgeführt. Während frühere Messungen Differenzen bis zu 0,4 ‰ ergaben, scheinen die neuen, noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen bessere Übereinstimmung, nämlich innerhalb von 0,1 ‰, zu ergeben. Die piezoelektrischen Untersuchungen wurden fortgesetzt. Es gelang, die 53te transversale Oberschwingung von 880 000 Hz eines 80 mm langen Quarzstabes anzuregen. Im Laufe der Untersuchung des Wirkwiderstandes von Induktivitätsnormalen zeigte es sich, daß der Widerstand von Litzenspulen nicht nur Änderungen in größeren Zeitabständen aufweist, sondern auch manchmal in kurzer Zeit, etwa während der Messung. Da diese Änderungen, die offenbar auf Aderbrüche innerhalb der Litze zurückzuführen sind, die von der Technik geforderte Meßgenauigkeit von wenigen Promille übersteigen, ist eine sehr weitgehende Unterteilung der Litze unzweckmäßig. — Die französische und die deutsche Röntgendosiseinheit wurden miteinander verglichen. Es ergab sich daß eine deutsche Einheit 2,25 französischen Einheiten entspricht. Die amerikanische Einheit, die, wie die deutsche, auf dem Ionisationsprinzip beruht, zeigte große Abweichungen, bis zu 40 %, gegenüber der deutschen. Zur Klärung dieser Differenz wurde Herr Behnken mit mehreren Dosismessern nach Amerika gesandt. Die noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen zeigen immerhin schon, daß der Unterschied im Mittel etwa 3 % beträgt. Doch erwies sich die Notwendigkeit, die praktischen Dosismesser mit Kontrolleinrichtungen zu versehen, die die Feststellung etwaiger Veränderungen sicher ermöglichen. Eingebaute Stromnormale in Gestalt von Luftkondensatoren, deren Platten mit Uranoxyd überzogen sind, scheinen hierfür geeignet zu sein. Solche Uranstandards erwiesen sich auch als brauchbar zur Kompensationsmessung von Ionisationsströmen und lichtelektrischen Strömen.

Preßgaskondensatoren als verlustfreie Vergleichskapazitäten zur Messung des dielektrischen Verlustwinkels bei Hochspannung wurden in ein 2 m langes Hartpapierrohr von ausreichender mechanischer Festigkeit eingebaut anstatt wie bisher in ein Metallgehäuse. Dadurch erübrigte sich der schwer abzudichtende Durchführungsisolator. Der Preßgaskondensator arbeitet einwandfrei bis zu 300 kV und läßt sich auch für noch höhere Spannungen herstellen. Auf Anregung der Isolierstoffkommission des VDE wurde der Schneidenapparat zur Bestimmung des Oberflächenwiderstandes von Isolierstoffen für Temperaturen bis etwa 130° verwendbar eingerichtet. Die Öl- und Lagerversuche, besonders die Messungen der Ölfilmdicke durch Kapazitätsbestimmung, wurden fortgesetzt. Die Messungen zur Bestimmung der Zusatzverluste aus den beim synchronen Kurzschluß auftretenden Pulsationsverlusten wurden an kleineren Motoren durchgeführt. Die Pulsationsverluste bei asynchroner Belastung wurden in einem bestimmten Verhältnis kleiner gefunden als die Pulsationsverluste beim synchronen Kurzschlußversuch. Zur stroboskopischen Beobachtung von Bewegungsvorgängen wurde eine Schaltung konstruiert, durch welche die Frequenz der Lichtquelle von dem Bewegungsvorgang selbst gesteuert wird. Die magnetische Meßeinrichtung wurde in mehreren Punkten verbessert. Zur Absolutmessung von Normalstäben größeren Querschnitts aus Magnetstahl, wie sie bei den Magnetstahlwerken zur genauen Kontrolle und Eichung der Meßapparate gebraucht werden, wurde eine besondere Jocheinrichtung konstruiert, die die Feldstärke mit Hilfe des magnetischen Spannungsmessers zu messen gestattet. Zur Verbesserung der ballistischen Methode wurden Versuche über Spannungsverstärkung durch Erhöhung der Steilheit von Elektronenröhren fortgesetzt. Als praktische Grenze erwiesen sich die Schwankungen des Heizstromes. Versuche über den Einfluß der chemischen Zusammensetzung und der thermischen Behandlung auf die Magnetisierbarkeit ferromagnetischer Metalle und Legierungen wurden besonders an Materialien mit hoher Anfangspermeabilität und an den Heuslerschen Legierungen durchgeführt.

Von den Untersuchungen der anderen Abteilungen sollen nur einige herausgegriffen werden. Das Kältelaboratorium verfügt außer einer Luft- und Wasserstoffverflüssigungsanlage über eine Heliumverflüssigungsanlage und einen Betriebsvorrat von 3000 l Helium. Umfangreiche Arbeiten wurden in der Abteilung 1 zur Vorbereitung des Meteranschlusses durchgeführt. Während früher die rote Cadmiumlinie als Normale in Aussicht genommen war, sind jetzt im Spektrum des Kryptons noch schärfere Linien gefunden, durch deren Wellenlänge die Längeneinheit festgelegt werden soll. Sie werden bereits zur Prüfung von Endmaßstäben mit höchst erreichbarer Genauigkeit verwendet. Eine internationale Temperaturskala wird vorbereitet. Der Vorschlag stimmt zwischen 0° und 630° mit der im deutschen Gesetz festgelegten Temperaturskala überein und weicht im übrigen Temperaturgebiet nur um Beträge ab, die kleiner als die Beobachtungsfehler sind. Versuche, Platin-Widerstandsthermometer noch zwischen 660° und 1063° als sekundäre Normalthermometer zu verwenden und das Thermoelement dort auszuschalten, sind mit Aussicht auf Erfolg wieder aufgenommen worden. Versuche über den Wärmeübergang bei Kondensation von Satt- und Heißdampf widerlegen die vielfach verbreitete Ansicht, daß der Heißdampf als Medium für Wärmeübertragung dem Sattdampf grundsätzlich unterlegen wäre. Die Ursache eines schlechteren Wirkungsgrades beim Beschicken eines Wärmeaustauschers mit Heißdampf dürfte vielfach auf der Flüssigkeitsseite liegen. Von den Arbeiten der Abteilung 4 (Optik) soll auf die photometrischen Untersuchungen hingewiesen werden. Es wurden Versuche eingeleitet, eine absolute Lichteinheit zu schaffen. Dazu ist erforderlich, die Gesamt-

strahlung eines absolut schwarzen Körpers bei einer bestimmten Temperatur auf etwa 4 ‰ zu messen, wenn die Lichteinheit auf 1 % genau festgelegt werden soll. Diese Vorarbeiten sind dem internationalen Beleuchtungstechnischen Kongreß in Bellagio überreicht worden. Auf diesem Kongreß wurde auch ein Arbeitsprogramm in der Frage der photometrischen Überbrückung des Farbsprunges verabredet. Die Methode der lichtelektrischen Lampenphotometrierung auf lichtelektrischer Grundlage wurde weiter ausgebaut. (Z. Instrumentenk. Bd. 48, S. 145, 202 u. 257.)
Br.

Energiewirtschaft.

Das Jahrbuch der Verkehrsdirektion der BEWAG für 1927. — Wenn das wieder sehr gut ausgestattete Jahrbuch für 1927 seinem Inhalt und Aufbau nach auch den Berichten über die Jahre 1925/26[1] eng angepaßt ist, so enthält es doch eine ganze Reihe neuer und beachtenswerter Ausführungen. Zunächst einige statistische Angaben im Vergleich mit dem Vorjahr:

	1926	1927
Nutzbare selbsterzeugte und bezogene Arbeit in Milliarden kWh	0,809	1,025
Zunahme		0,216 = 26,7 %
davon Eigenerzeugung in %	51	67
Spitzenleistung in 1000 kW	293	328
Zunahme		35 = 11,9 %
Benutzungsdauer der Spitzenleistung in h	2761	3123

Bereits Ende Oktober 1927 war der Energiebedarf so groß, daß die Eigenerzeugung der BEWAG und der gesamte Fremdstrombezug täglich 4 Mill. kWh überstieg und im Dezember die Höhe von fast 4,9 Mill. kWh erreichte.

Über die Größe der Anschlußwerte sind im Jahrbuch keine Angaben enthalten und werden auch in Zukunft nicht mehr gemacht werden, weil diese Werte infolge nicht angemeldeter Nachinstallationen und vor allem wegen der völlig unkontrollierbaren Anschaffung beweglicher Stromverbrauchsgeräte völlig unzuverlässig sind und statistisch nicht verwertet werden können. Man hat sie, wie schon ETZ 1928, S. 1588, erwähnt, durch die Meßbereiche der Zähler bzw. die vertraglich zur Verfügung gestellten Leistungen ersetzt, beides Werte, die sich eindeutig bestimmen lassen.

Ausführliche Angaben enthält das Jahrbuch über den für die Vereinheitlichung der Berliner Stromversorgung sehr wichtigen Vertrag mit der Elektricitätswerk Südwest A. G., dessen wesentliche Bestimmungen in der ETZ 1927, S. 1920, wiedergegeben worden sind. Die BEWAG selbst hat ihre bisherigen Tarife vom 12. XII. 1927 ab etwas geändert, im besonderen den Zählermeßbereich von der Zählertype unabhängig gemacht und eine feste Tabelle dafür aufgestellt. Diese neuen Tarife und Bedingungen sind im Jahrbuch, S. 46 bis 49, vollständig abgedruckt.

Abgesehen von der Tarifvereinheitlichung muß dem Abkommen mit Südwest deshalb besondere Bedeutung zuerkannt werden, weil damit das Bestreben der BEWAG, nicht nur für Nachtstrom-, sondern auch für Sommerstromabsatz zu sorgen, zum ersten Male klar hervortritt, ein Bestreben, welches für die gesamte deutsche Elektrizitätswirtschaft bei der hervorragenden Stellung der BEWAG in ihr von hohem Werte werden kann. Das Jahrbuch widmet in diesem Sinne auch eine ausführliche Untersuchung „der Abhängigkeit des Stromverbrauches von der Jahreszeit" (S. 58 ff.), auf die hier näher einzugehen leider der Raum fehlt. Sie schließt mit den Worten: „Wir können bei richtiger Wertung der Zahlen mit Recht behaupten, daß jedes Prozent, um das der Belastungs- und Ausnutzungsfaktor verbessert wird, einen großen Erfolg für das Unternehmen darstellt."

Dankbar zu begrüßen ist es, daß die BEWAG — trotz mancher Hemmungen — sich im Berichtsjahre stärker mit der Verwendung elektrischer Arbeit für Wärmezwecke beschäftigt hat. Soll den Elektrizitätswerken infolge der großzügigen und energisch in Durchführung genommenen Pläne der Gasfernversorgung und der Gruppengaswerke das aussichtsreiche Gebiet der Elektrowärmewirtschaft nicht von vornherein verloren gehen, so müssen sie auf ihm eine ganz besonders rege Werbetätigkeit entfalten, u. zw. ist es dabei nicht mit den üblichen Werbemethoden getan; sehr sorgfältige und auch kostspielige Prüfungen und Versuche und eine ernste Aufklärungsarbeit bei der Abnehmerschaft, vor allem in den Kreisen der Gewerbetreibenden, sind unbedingt erforderlich. Als besonders wertvolle Elektrowärmeverbraucher nennt das Jahrbuch elektrische Schmelzöfen in den Gießereien und Hüttenwerken sowie elektrische Trocken- und Brennöfen in der keramischen Industrie und der Lackdraht-Fabrikation. Weitere Anwendungsgebiete, hauptsächlich in den metallbearbeitenden Industrien, wie Elektroessen, Nietwärmer, Schweißen und Schneiden, werden sich bei eingehender Bearbeitung bald finden.

Auch bezüglich der vollelektrischen Großküchen ist die BEWAG mit gutem Beispiel vorangegangen. Sie hat in ihrem Verwaltungsgebäude eine Speiseanstalt für die Angestellten und Arbeiter eingerichtet und diese vollelektrisch unter Vermeidung großer Herde mit unmittelbar beheizten Kesseln und Einzelkochgeräten ausgestattet. Es steht zu hoffen, daß diese Maßnahme dazu beitragen wird, die Einführung dieser besonders in hygienischer Hinsicht so überaus wertvollen Einrichtungen auch in Berlin bald durchzusetzen. Thierbach.

Aus dem Geschäftsbericht der Elektrobank[1]. — „Auf elektrischem Gebiet", so äußert sich der Verwaltungsrat der Bank für elektrische Unternehmungen, Zürich, in seinem Geschäftsbericht für 1927/28, „wird weiterhin allerorts eine sehr rege Tätigkeit entwickelt. Durch intensive Propaganda und kluge Aufklärungsarbeit wird das Publikum immer mehr mit den unzähligen Möglichkeiten der praktischen Verwendung elektrischer Energie vertraut gemacht. Parallel hierzu gehen die Bemühungen, durch rationellen Zusammenschluß kleinerer und größerer Betriebe sowie durch Ausnützung der neuesten Errungenschaften der Technik in nach modernsten Grundsätzen erstellten Großzentralen den Preis der Kilowattstunde so weit als irgend möglich zu verbilligen und auf diese Weise immer wieder neue Verwertungsmöglichkeiten zu schaffen. Besonders intensiv kommt diese Gründungs- und Bautätigkeit für elektrische Produktions- und Verteilungsanlagen in den Ländern zur Geltung, die aus diesem oder jenem Grunde in der Elektrizitätsversorgung noch zurückgeblieben waren. Von den uns z. Z. am meisten interessierenden Ländern seien in diesem Zusammenhang speziell Frankreich und Spanien erwähnt, wo unter dem Schutze kluger staatlicher Förderungsmaßnahmen ein großzügiges Elektrifizierungsprogramm in Durchführung begriffen ist. Italien, dessen Elektrifizierung sich in vollster Entwicklung befindet, verdankt die hervorragenden Leistungen im Ausbau hydroelektrischer Anlagen ebenfalls in hohem Maße den sehr praktischen und weitsichtigen staatlichen Subventionen und Unterstützungen. Doch auch in andern Ländern mit bereits hohen Verbrauchsziffern je Kopf der Bevölkerung, wie z. B. in der Schweiz, aber auch in Deutschland, geht die Entwicklung immer noch rüstig weiter; nur macht sich leider hier wie dort eine stets zunehmende Tendenz bemerkbar, die Elektrizitätsversorgung ganz oder teilweise unter staatlichen Einfluß zu bringen, so daß es für private Unternehmungen, wie die unsrige, immer schwieriger wird, in diesen Ländern passende Beteiligungsmöglichkeiten zu finden."

Aus dem Bericht über die Beteiligungen der Bank geht u. a. hervor, daß der Bedarf an elektrischer Arbeit in Italien i. a. einen wesentlich geringeren Zuwachs hatte wie im Vorjahr; bei einzelnen Industrien war sogar eine Verminderung des Verbrauchs festzustellen. Die Italian Superpower Corporation hat sich an einer ganzen Reihe italienischer elektrischer Unternehmungen beteiligt. In Frankreich sind die Konzessionsrechte der Forces Motrices du Haut-Rhin S. A. für ein Rheinkraftwerk bei Kembs an die mit 125 Mill. Fr. gegründete Energie Electrique du Rhin (Usine de Kembs) übergegangen. Die Wasserkraftanlage wird für etwa 88 000 kW und eine Jahresproduktion von 600 Mill. kWh ausgebaut; ihre Kosten, ohne die des Stauwehrs, die der französische Staat trägt, hat man auf 300 Mill. Fr. veranschlagt. Die im Bau begriffenen Wasserkraftanlagen Jousseau an der Vienne und Saint-Marc am Taurion der Société des Forces Motrices de la Vienne, Paris, dürften 1929 in Betrieb kommen. Um seine verschiedenen Zentralen zu verbinden und zur Ausdehnung des Versorgungsgebiets, besonders auch zur Lieferung erheblicher Strommengen an Nachbargesellschaften baut das Unternehmen eine 110 kV-Leitung. Die 1928 mit 20 Mill. Fr. gegründete Union Electrique et Financière, Paris, hat sich vorerst an Elektrizitätsunternehmungen im Südwesten Frankreichs interessiert. Zweck der Ende 1927 von belgischen, schweizerischen und französischen Instituten errichteten Société Générale d'Exploitations Electriques de Lodz et Extensions S. A., Brüssel,

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1579.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1893.



ist die Interessenahme an Unternehmungen, die sich mit der Erzeugung und Verteilung von Elektrizität und Gas befassen, hauptsächlich in Polen. Veranlassung zur Gründung der Elektroanlagen A. G., Basel, war die Wahrung der Interessen der Aktionäre der russischen Gesellschaft für elektrische Beleuchtung vom Jahre 1886 in Petersburg, wobei in erster Linie die Herbeiführung eines angemessenen Ausgleichs zwischen den Gläubiger- und den Aktionärinteressen in Betracht kam. Eine überwiegende Mehrzahl der Aktionäre der russischen Gesellschaft hat ein Angebot auf Umtausch ihrer Aktienausweise gegen Aktien der Elektroanlagen A. G. angenommen. Der Aktivsaldo der Berichterstatterin (einschließlich 321 576 Fr Vortrag) betrug 9 656 472 Fr, woraus auf nunmehr 75 Mill. Fr Aktienkapital wieder 10 % Dividende verteilt worden sind.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13302.

Festabend des Elektrotechnischen Vereins e. V.

am Freitag, dem 4. Januar 1929.

Der in Heft 45 der ETZ angekündigte „Gesellige Abend" im Marmorsaal des Zoologischen Gartens am Freitag, dem 4. I. 1929, wird folgende Form haben:

7½ Uhr: Versammlung der Gäste, zwanglose Begrüßung durch den Vorstand;

8 bis 9 Uhr: Gemeinsames warmes Essen (an kleinen Tischen);

hierauf Tanz.

Dunkler Anzug erbeten.

Die Mitglieder nebst ihren Angehörigen werden gebeten, der Einladung recht zahlreich Folge zu leisten; eingeführte Gäste sind willkommen.

Eintrittskarten zum Preise von 6 RM, die auch zur Entnahme des warmen Abendessens (ohne Getränk) berechtigen, sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Potsdamer Straße 118 a II, zu haben. Da mit einer Kartenausgabe am Festabend selbst nicht gerechnet werden kann, sind schriftliche Bestellungen bis 30. XII. unter gleichzeitiger Einsendung oder Überweisung des Betrages auf Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302 an den Elektrotechnischen Verein zu richten.

Vorbestellungen auf Tische werden in der Geschäftstelle des Vereins, in der ein Plan ausliegt, entgegengenommen.

Von Aufführungen wird Abstand genommen; dafür ist ein größerer Betrag zur Unterstützung von Blinden bewilligt worden.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule zu Berlin und der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft über „Elektrische Lichttechnik".

A. Vorträge.

1. 7. I. 1929.
   a) Einleitung: Herr Geheimrat Prof. Dr. Wedding;
   b) Lichttechnische Grundgrößen: Physiologische Grundlagen der Lichttechnik: Herr Obering. L. Schneider (Osram G. m. b. H.).
2. 14. I. 1929. Wissenschaftliche Probleme der Lichterzeugung: Herr Prof. Dr. M. Pirani.
3. 21. I. 1929.
   a) Messung des Lichtes: Herr Regierungsrat W. Dziobek (Physikalisch-Technische Reichsanstalt);
   b) Methoden zur Berechnung der Beleuchtung: Herr Ing. Lingenfelser (Osram G. m. b. H.).
4. 28. I. 1929.
   a) Elektrische Lichtquellen: Herr Dr. W. Köhler (Osram G. m. b. H.);
   b) Beleuchtungskörper und ihre lichttechnischen Baustoffe: Herr Dr. H. Lux.
5. 4. II. 1929. Beleuchtung und Leistung: Bewertung der Beleuchtung: Herr Obering. L. Schneider.
6. 11. II. 1929. Beleuchtung in Fabriken, Büros, Läden, Schaufenstern, Bühnen: Herr Obering. Wissmann (Siemens-Schuckertwerke A. G.).
7. 18. II. 1929. Verkehrsbeleuchtung: Herr Dr.-Ing. L. Bloch (Osram G. m. b. H.).
8. 25. II. 1929.
   a) Licht- und Raumgestaltung: Herr Dipl.-Ing. Summerer (Osram G. m. b. H.);
   b) Grundsätze und Probleme der Lichtreklame: Herr Dipl.-Ing. Kircher (Osram G. m. b. H.).

B. Übungen.

9. 4. III. 1929. Photometrische Übungen: Die Herren Bloch, Schneider, Summerer und Kircher.
10. 11. III. 1929. Berechnung von Beleuchtungsanlagen: Herr Lingenfelser.

Die Übungen sollen nach Beendigung sämtlicher Vorträge im Osram-Lichthaus stattfinden, die Beteiligung wird den Teilnehmern der Vortragsreihe freigestellt.

Zeit: Montag abends pünktlich 6½ bis 8 Uhr.

Ort: Physikalischer Hörsaal der Technischen Hochschule zu Berlin.

Teilnehmerkarten zu haben

a) in der Technischen Hochschule, Zimmer Nr. 138 a;
b) im Elektrotechnischen Verein, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118a II, Postscheckkonto: Berlin Nr. 133 02.

Der Preis für sämtliche Vorträge und Übungen beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins und der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft	8.— RM
b) für deutsche Studenten	4.— „
c) für andere Teilnehmer	12.— „

Karten für einzelne Vorträge werden nicht abgegeben.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt B 1 Kurfürst Nr. 5962—64.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Betrifft: Fachbericht-Sonderheft der VDE-Jahresversammlung, Berlin 1928.

Wir machen auf die Beilage in Heft 49/1928 aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des Fachbericht-Sonderheftes enthält. Der Inhalt der Fachberichte ist besonders wertvoll und aktuell. Die Preise liegen erheblich niedriger als im Vorjahre:

	für Mitglieder des VDE	für Nichtmitglieder des VDE
geheftet:	RM 4,—	RM 7,—
gebunden:	„ 5,—	„ 8,—

Bestellungen bitten wir umgehend an die Geschäftsstelle des VDE zu richten; der Versand erfolgt sofort.



Kommission für Hochspannungschaltgeräte.

Die in den „Vorschriften für Porzellan-Isolatoren" enthaltenen Normen für Stützer und Durchführungen (ETZ 1920, S. 737, 1921, S. 473, 1922, S. 26, 1923, H. 7) sind durch Beschluß der letzten Jahresversammlungen außer Kraft gesetzt.

Die „Normgruppe Innenraumisolatoren" beim Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie hat auf Antrag der Vereinigung der Elektrizitätswerke für Stützer und Durchführungen neue Normen ausgearbeitet, die möglichst bald in Kraft treten sollen.

Die Kommission für Hochspannungschaltgeräte gibt zunächst nachstehend die Normblattentwürfe für Stützer nebst Erläuterungen bekannt:

Normblattentwürfe:

DIN VDE 8100, Blatt 1 „Stützer für Innenräume. Gruppe A. Zusammenstellung."
" " " Blatt 2 „Stützer für Innenräume. Gruppe A. Isolatoren."
" " " Blatt 3 „Stützer für Innenräume. Gruppe A. Kappen und Sockel."
DIN VDE 8101, Blatt 1 „Stützer für Innenräume. Gruppe B. Zusammenstellung."
" " " Blatt 2 „Stützer für Innenräume. Gruppe B. Isolatoren." *
" " " Blatt 3 „Stützer für Innenräume. Gruppe B. Kappen und Sockel."*
DIN VDE 8102, Blatt 1 „Stützer für Innenräume. Gruppe C. Zusammenstellung." *
" " " Blatt 2 „Stützer für Innenräume. Gruppe C. Isolatoren." *
" " " Blatt 3 „Stützer für Innenräume. Gruppe C. Kappen und Sockel." *
DIN VDE 8103, „Stützer für Innenräume. Gruppen A, B und C. Abschlußteller."*

Die mit * bezeichneten Normblattentwürfe werden in ETZ H. 52 veröffentlicht.

Die Normblattentwürfe für Durchführungen werden demnächst ebenfalls bekanntgegeben.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Februar 1929 an die Geschäftstelle zu richten.

Erläuterungen

Stützer

Die Abmessungen eines elektrischen Isolators sind im wesentlichen festgelegt, wenn seine elektrische und mechanische Festigkeit vorgeschrieben ist. Die am 28. November 1927 zum erstenmal einberufene „Normgruppe Innenraumisolatoren" beim Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie hat für die neu zu schaffenden Isolatoren die nachstehenden Richtlinien aufgestellt:

a) mechanische Festigkeit.
Für die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Umbruchkräfte P sind drei Gruppen A, B, C von Isolatoren zu schaffen:

I. Stützer
Gruppe A, Reihe 1 bis 30 für $P = 375$ kg Umbruchkraft,
Gruppe B, Reihe 1 bis 45 für $P = 750$ kg Umbruchkraft,
Gruppe C, Reihe 10 und 20 für $P = 1250$ kg Umbruchkraft.

II. Durchführungen
Gruppe B bis 600 A ausschließlich Reihe 6 (Reihe 30 und 45 bis 1000 A) für $P = 750$ kg,
Gruppe C bis 1500 bzw. 2000 A Reihe 1, 3, 10 und 20 für $P = 1250$ kg.

b) elektrische Festigkeit.
Die Überschlagspannung der Isolatoren bei Prüfung mit Wechselstrom der Frequenz 50 Per/s muß mindestens die vom VDE vorgeschriebenen Werte erreichen. Ferner ist anzustreben, auch die um eine Stufe nach oben versetzten IEC-Prüfbedingungen zu erfüllen. Als weitere an sich selbstverständliche Vorschrift gilt, daß die vom VDE vorgeschriebene Schlagweite nicht unterschritten werden darf.

Eine Zusammenstellung der geforderten Bedingungen gibt Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1.

V D E Vorschriften			Tiefste Werte der gemessenen Überschlagspannung		IEC-Vorschriften	
Reihe	Schlagweite mm	Überschlagspannung kV	Stützer kV	Durchführung kV	Entspricht IEC-Reihe	Überschlagspannung kV
1	40	11	26	29	1 u. 3	16,8
3	75	28,6	41	42	6	23,1
(6)	(100)	36,6	52	—	10 u. 15	42
10	125	46,2	56	55	20	52,5
20	180	70,4	83	75	30	73,5
30	260	94,6	104	112	45	105
45	360	130,9	137	150	60	136,5

Schließlich wurde festgesetzt, daß im Gegensatz zu den bisherigen Porzellannormen nicht nur die Porzellane, sondern auch sämtliche Armaturteile sowie die fertig armierten Isolatoren zu normen sind.

Zu a. Zur Festlegung der Stützerabmessungen führte folgender Gedankengang:

Die Schlagweiten sind mit Rücksicht auf die IEC-Forderungen festzulegen. Zu diesem Zweck haben mehrere Firmen Überschlagwerte von Stützern verschiedenster Ausführung in Funktion der Schlagweite zur Verfügung gestellt, so daß eine Mittelwertskurve gebildet werden konnte. Nachdem man sich auf Grund der bisherigen Erfahrungen über die ungefähre Tiefe der Einkittung geeinigt hatte, war die Gesamthöhe des armierten Stützers bis auf einige Prozent genau bekannt. Damit lag aber auch das auftretende Biegungsmoment fest. Um eine möglichst wirtschaftliche Ausnutzung des Porzellans zu erzielen, wurden die Isolatoren in ihrer Grundform als kubisches Rotationsparaboloid ausgebildet. Diese Form hat bekanntlich den Vorteil, daß die mechanische Bean-

Zahlentafel 2.

VDE-Reihe	Porzellankörper hergestellt bei den Firmen:	Stückzahl	Armaturteile, in nachstehender Stückzahl hergestellt und aufgekittet bei den Firmen:							
			Gruppe A			Gruppe B			Gruppe C	
			Kappe	Sockel rund	Sockel oval	Kappe	Sockel rund	Sockel oval	Kappe	Sockel quadr.
1	Hescho	15	30	20	10	30	20	10	—	—
	Neuhaus	15	BBC	BBC	BBC	SSW	SSW	SSW	—	—
3	Hennigsdorf	15	30	20	10	30	20	10	—	—
	H & M	15	BBC	BBC	BBC	AEG	AEG	AEG	—	—
6	Teltow	15	30	20	10	30	20	10	—	—
	Veilsdorf	15	SSW	SSW	SSW	B	B	B	—	—
10	Hennigsdorf	15	30	20	10	30	20	10	30	30
	H & M	15	AEG	AEG	AEG	B	B	B	SW	SW
20	Teltow	15	—	—	—	30	20	10	30	30
	Veilsdorf	15	—	—	—	V & H	V & H	V & H	V & H	V & H
30	Hescho	15	—	—	—	30	20	10	—	—
	Neuhaus	15	—	—	—	SW	SW	SW	—	—
45	Hennigsdorf	10	—	—	—	15	15	—	—	—
	Kronach	5	—	—	—	BBC	BBC	—	—	—

Stützer für Innenräume

Gruppe A (kleinste Umbruchkraft P = 375 kg)

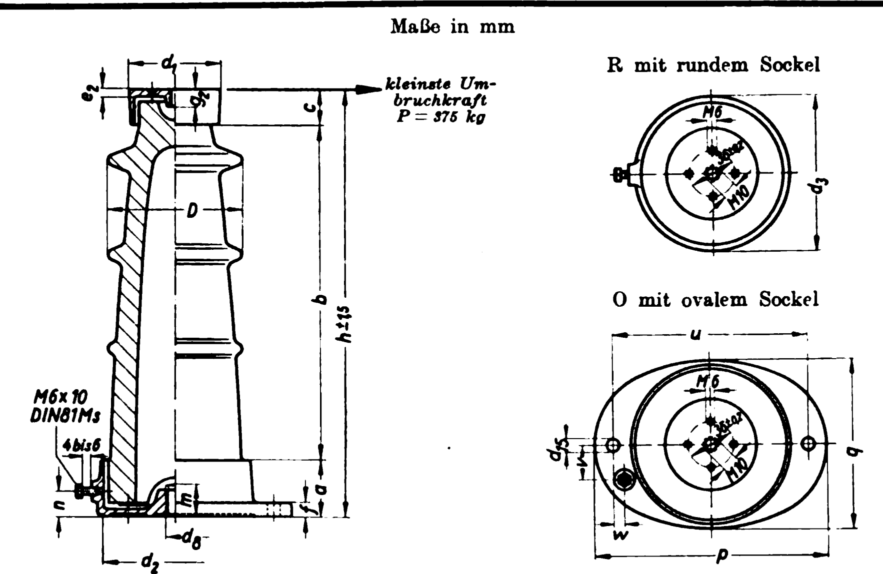
Zusammenstellung

Noch nicht endgültig

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 8100
Blatt 1

Maße in mm



Bezeichnung eines Stützers S, Gruppe A mit rundem Sockel R, Reihe 10: Stützer SAR 10 VDE 8100

Stützer mit rundem Sockel R

Kurzzeichen	Nennspannung kV nach R.E.H.	a	b [1]	c	D	d_1	d_2	d_3	d_8	e	g_2	h	m [2]	n
SAR 1	1	27	42	26	63	58	75	80	½″	6	12	95	15	16
SAR 3	3	32	77	26	73	58	85	90	½″	6	12	135	15	16
SAR 6	6	36	102	27	83	62	95	100	½″	6	13	165	22	16
SAR 10	10	36	127	27	88	62	100	105	⅝″	6	13	190	22	16
SAR 20	20	43	185	32	98	74	105	115	⅝″	7	15	260	25	20
SAR 30	30	48	265	32	108	74	115	125	⅝″	7	15	345	25	20

Stützer mit ovalem Sockel O

Kurzzeichen	Nennspannung kV nach R.E.H.	a	b [1]	c	D	d_1	d_{15}	e_2	f	g_2	h	p	q	u	v	w
SAO 1	1	27	42	26	63	58	11	6	8	12	95	135	85	110	21	11
SAO 3	3	32	77	26	73	58	11	6	8	12	135	145	95	120	21	9
SAO 6	6	36	102	27	83	62	11	6	10	13	165	155	105	130	23	8
SAO 10	10	36	127	27	88	62	11	6	10	13	190	160	110	135	23	8
SAO 20	20	43	185	32	98	74	14	7	12	15	260	180	120	150	27	8
SAO 30	30	48	265	32	108	74	14	7	12	15	345	190	130	160	27	8

[1] Das Maß *b* darf die Schlagweite in Luft nach R.E.H. nicht unterschreiten.
[2] Größte Einschraubtiefe

Isolatoren nach DIN VDE 8100 Blatt 2
Kappen und Sockel nach DIN VDE 8100 Blatt 3
Abschlußteller nach DIN VDE 8103 mit Erdwachs oder dergl. wasserdicht am unteren Rande der Isolatoren festkleben.
Erdungschrauben nach DIN VDE ....

Dezember 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

spruchung in jedem Querschnitt die gleiche ist. Nachdem auf Grund der bisherigen Erfahrungen der Porzellanfabriken die Wandstärken der Isolatoren festgelegt waren, konnten die Fußdurchmesser der Isolatoren eindeutig bestimmt werden. Dabei war es allerdings noch nötig, eine vorläufig ziemlich hypothetische Zahl für die spezifische Festigkeit des Porzellans anzunehmen. Bei den ersten Probestützern wurde mit einer Festigkeit von 125 bis 150 kg/cm² gerechnet, wobei der höhere Wert für die kleineren Stützer gilt, in der Annahme, daß kleinere Porzellankörper gleichmäßiger hergestellt werden können.

Da keinerlei zuverlässige Angaben über die spezifische Festigkeit von Porzellan vorlagen, hat es die Normgruppe auch als ihre Aufgabe betrachtet, durch vergleichende Untersuchungen an Porzellankörpern der verschiedensten Firmen Mittelwerte von K_b festzulegen. Es wurden deshalb Probestützer der Gruppe B (vgl. mechanische Festigkeit) bei 7 verschiedenen Porzellanfabriken aufgegeben, und zwar je 15 Stück. Um die Ungleichheiten auszumerzen, die durch ungleichmäßige Kittung entstehen können, wurden diese Stützer bei 6 verschiedenen apparatebauenden Firmen gekittet, und zwar derart, daß immer Isolatoren von zwei Porzellanfirmen bei einer Apparatefirma zusammengebaut wurden. Einen Übersichtsplan über die Verteilung der Muster gibt Zahlentafel 2.

Während der Fertigstellung der Muster wurde mit dem Porzellan-Syndikat über die Festlegung der Porzellantoleranzen verhandelt. Nach längeren Aussprachen einigte man sich schließlich auf nachstehende Bedingungen, die jedoch nur für das genormte Porzellan gelten:



Stützer für Innenräume

Gruppe A (kleinste Umbruchkraft P = 375 kg)

Isolatoren

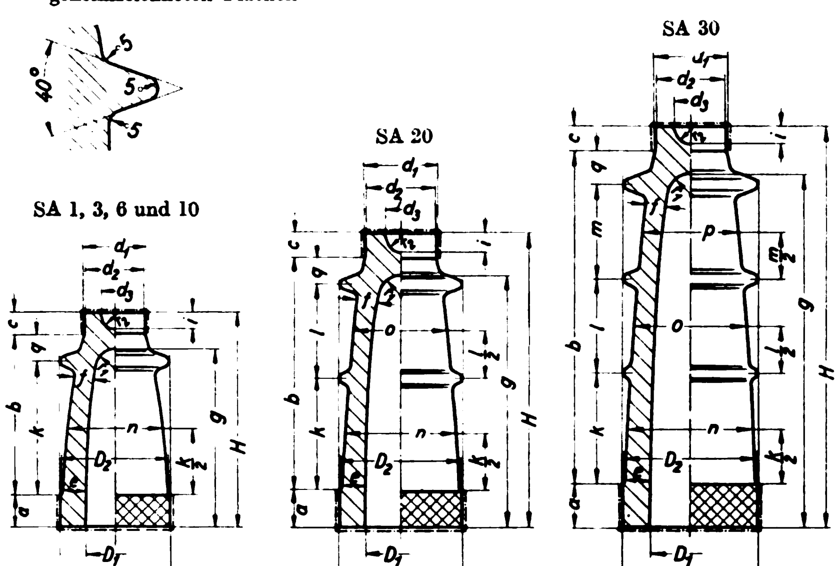
Noch nicht endgültig

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 8100
Blatt 2

Maße in mm

Weiß glasiert, mit Ausnahme der durch —·—·— gekennzeichneten Flächen



Bezeichnung eines Isolators zum Stützer S Gruppe A Reihe 10:
Isolator SA 10 VDE 8100

Kurzzeichen[1])	Prüfspannung kV	a	b	c	D	D_1	D_2	d_1	d_2	d_3	e	f	g	H	i
SA 1	10	20	42	17	63	32	60	47	46	22	15	15	53	79	13
SA 3	26	23	77	17	73	37	70	47	46	22	17	15	91	117	13
SA 6	33	26	102	18	83	45	80	50	49	22	18	15	118	146	13
SA 10	42	26	127	18	88	46	85	50	49	22	20	16	141	171	13
SA 20	64	30	185	20	98	56	95	59	58	24	20	17	200	235	15
SA 30	86	35	265	20	108	62	105	59	58	26	22	17	283	320	15

Kurzzeichen[1])	k	l	m	n	o	p	q	r_1	r_2	Zulässige Abmaße: Höhe *H* u. Durchmesser *D*, d_1 und d_2	Zulässige Abmaße: Alle übrigen Maße
SA 1	30	—	—	57	—	—	12	13	10	± 3%	± 5%
SA 3	62	—	—	64	—	—	15	13	10		
SA 6	84	—	—	73	—	—	18	15	10		
SA 10	106	—	—	77	—	—	21	15	10		
SA 20	89	75	—	89	76	—	21	17	10		
SA 30	88	75	75	102	90	78	27	18	12		

[1]) Die Isolatoren sind mit dem Kurzzeichen zu versehen.

Werkstoff: keramischer Werkstoff nach den Bestimmungen des VDE
Riffelung nach DIN VDE 8108

Dezember 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Für Maße bis	350 mm . .	± 3 %
„ „ „	500 „ . .	± 2½ %
„ „ „	1000 „ . .	± 2 %
darüber		± 1½ %.

Diese Toleranzen gelten für Höhe und Durchmesser. Zur Erreichung der Grenzmaße ist ein Nachschleifen zulässig. Die Möglichkeit des Nachschleifens muß bei genormten Isolatoren konstruktiv von vornherein gegeben sein. Für alle übrigen Maße der Konstruktionszeichnungen gelten die üblichen Porzellantoleranzen in der Größe von ± 5 %. Bei Durchführungen ist zu beachten, daß sich die Toleranzangaben nur auf die halbe Gesamtlänge des Isolators beziehen, z. B. besitzt die Durchführung Gruppe B Reihe 20 eine Gesamtlänge von 568 mm; für die halbe Länge (284 mm) gilt daher eine Toleranz von ± 3 %. Damit sind die Toleranzbestimmungen für Stützer und Durchführungen in Übereinstimmung gebracht. Beim Nachschleifen der Durchführungen ist zu beachten, daß dies symmetrisch zur Mitte der Riffelung erfolgt.

Von den SSW wurden umfangreiche Untersuchungen über Kittfestigkeit durchgeführt, und zwar mit Bleiglätte-Glyzerinkitt, Marmorzement und Portlandzement. Dabei ergab sich, daß die drei Kittsorten ungefähr gleichwertig sind. Die Festigkeit der Kittung wächst schneller als linear mit der Höhe der Einkittung, kleinere Kittstärken (2 bis 3 mm) ergeben höhere Festigkeitswerte als dicke Kittungen (5 bis 8 mm). Am 23. März 1927 wurden in dem mechanischen Prüffeld der Porzellanfabrik Hermsdorf etwa 100 Stützer Gruppe B umgebrochen. Um möglichst einwandfreie Ergebnisse zu gewinnen, stellte die Porzellanfabrik Hermsdorf drei verschiedene Zerreißmaschinen zur Verfügung. Durch vielfachen Austausch der Stützer konnten Fehler ausgemerzt werden, die in

Stützer für Innenräume

Gruppe A (kleinste Umbruchkraft P = 375 kg)

Kappen und Sockel

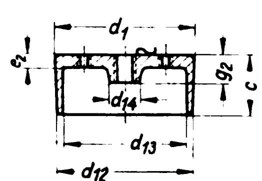
Noch nicht endgültig

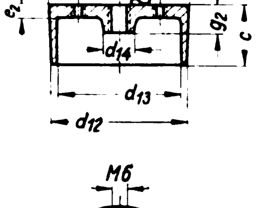
Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 8100
Blatt 3

Maße in mm

Kappen K

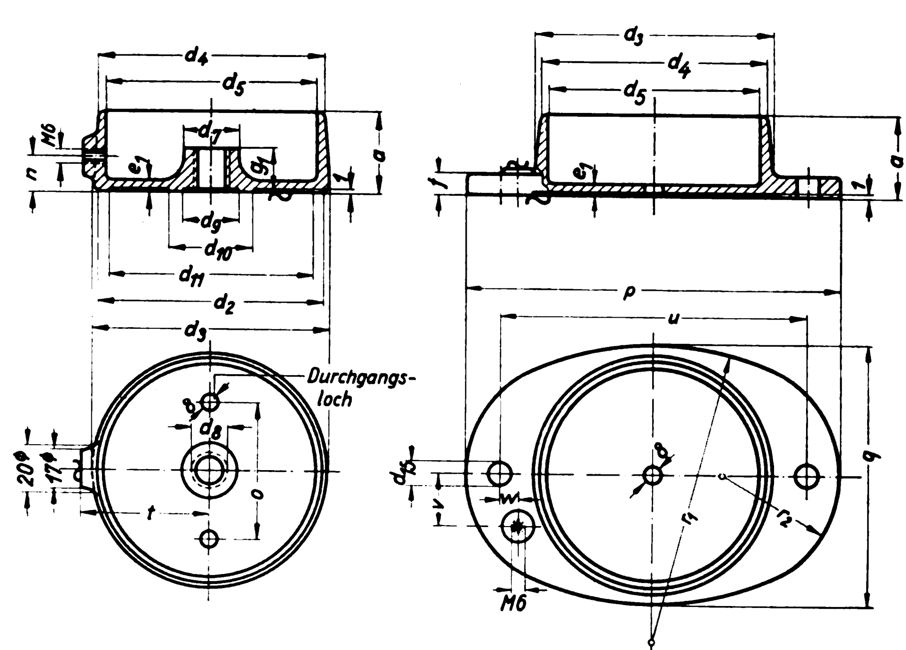




Bezeichnung einer Kappe K zum Stützer S, Gruppe A, Reihe 10: Kappe KSA 10 VDE 8100

Kurzzeichen	c	d_1	d_{12}	d_{13}	d_{14}	e_2	g_2
KSA 1	26	58	56	51	14	6	12
KSA 3	26	58	56	51	14	6	12
KSA 6	27	62	60	54	14	6	13
KSA 10	27	62	60	54	14	6	13
KSA 20	32	74	72	64	15	7	15
KSA 30	32	74	72	64	15	7	15

Runde Sockel R Ovale Sockel O



Bezeichnung eines runden Sockels R zum Stützer S, Gruppe A, Reihe 10: Sockel RSA 10 VDE 8100

Runde Sockel R

Kurzzeichen	a	d_2	d_3	d_4	d_5	d_7	d_8	d_9	d_{10}	d_{11}	e_1	g_1	n	o	t
RSA 1	27	75	80	75	67	20	½″	20	30	65	5	14	16	55	45
RSA 3	32	85	90	85	78	20	½″	20	30	75	5	14	16	55	50
RSA 6	36	95	100	95	88	20	½″	20	30	85	6	20	16	60	55
RSA 10	36	100	105	100	93	25	⅝″	25	35	90	6	20	16	60	57
RSA 20	43	105	115	110	103	28	⅝″	35	45	95	7	22	20	70	63
RSA 30	48	115	125	120	113	28	⅝″	35	45	105	7	22	20	75	68

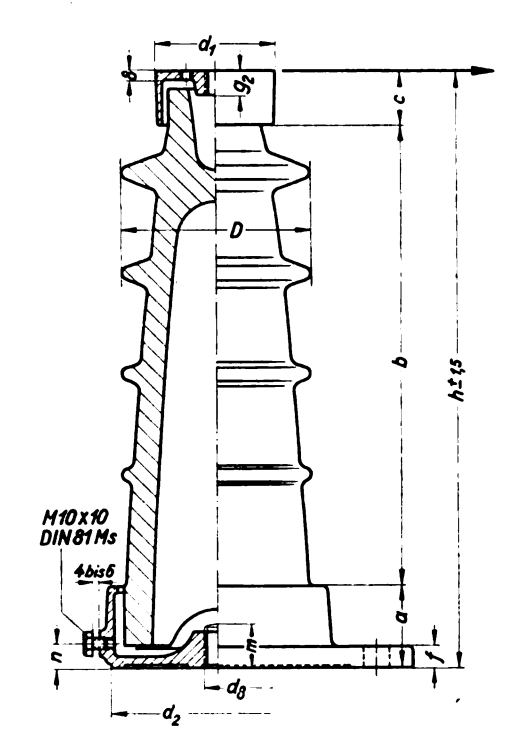
Ovale Sockel O

Kurzzeichen	a	d_3	d_4	d_5	d_{15}	e_1	f	p	q	r_1	r_2	u	v	w
OSA 1	27	80	75	67	11	5	8	135	85	100	32	110	21	11
OSA 3	32	90	85	78	11	5	8	145	95	103	37	120	21	9
OSA 6	36	100	95	88	11	6	10	155	105	106	42	130	23	8
OSA 10	36	105	100	93	11	6	10	160	110	110	44	135	23	8
OSA 20	43	115	110	103	14	7	12	180	120	127	47	150	27	8
OSA 30	48	125	120	113	14	7	12	190	130	130	51	160	27	8

Werkstoff: Gußeisen
Gewinde: Metrisch nach DIN 13. Whitworth nach DIN 11

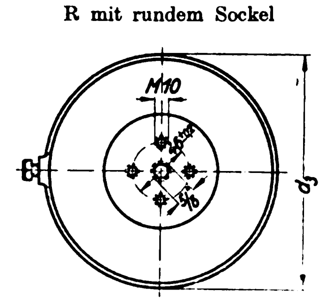
Stützer für Innenräume Gruppe B (kleinste Umbruchkraft P = 750 kg) Zusammenstellung	Noch nicht endgültig Elektrotechnik	DIN Entwuf 1 VDE 8101 Blatt 1

Maße in mm

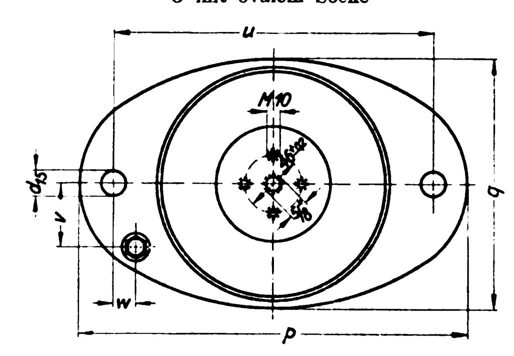


kleinste Umbruchkraft P = 750 kg

R mit rundem Sockel



O mit ovalem Socke



Bezeichnung eines Stützers S, Gruppe B mit rundem Sockel R, Reihe 10:
Stützer SBR 10 VDE 8101

Stützer mit rundem Sockel R

Kurzzeichen	Nennspg. kV nach R.E.H.	a	b [1]	c	D	d_1	d_2	d_3	d_8	g_2	h	m [2]	n
SBR 1	1	34	42	34	80	75	92	102	5/8″	16	110	25	16
SBR 3	3	40	76	34	90	75	102	112	5/8″	16	150	25	16
SBR 6	6	43	103	39	100	80	112	123	5/8″	18	185	25	16
SBR 10	10	48	128	39	105	80	118	130	3/4″	18	215	30	18
SBR 20	20	55	186	44	120	93	135	150	3/4″	20	285	30	20
SBR 30	30	60	266	44	135	93	150	165	7/8″	20	370	35	20
SBR 45	45	65	366	44	155	93	170	187	7/8″	20	475	35	20

Stützer mit ovalem Sockel O

Kurzzeichen	Nennspg. kV nach R.E.H.	a	b [1]	c	D	d_1	d_{15}	f	g_2	h	p	q	u	v	w
SBO 1	1	34	42	34	80	75	11	10	16	110	170	110	140	22	8
SBO 3	3	40	76	34	90	75	11	10	16	150	185	120	150	24	8
SBO 6	6	43	103	39	100	80	14	11	18	185	200	132	165	30	12
SBO 10	10	48	128	39	105	80	14	12	18	215	215	140	175	32	14
SBO 20	20	55	186	44	120	93	17	12	20	285	250	160	205	40	14
SBO 30	30	60	266	44	135	93	17	14	20	370	270	175	225	44	18
SBO 45	45	65	366	44	155	93	22	16	20	475	310	200	255	50	18

[1] Das Maß b darf die Schlagweite in Luft nach R.E.H. nicht unterschreiten.
[2] Größte Einschraubtiefe.

Isolatoren nach DIN VDE 8101 Blatt 2
Kappen und Sockel nach DIN VDE 8101 Blatt 3
Abschlußteller nach DIN VDE 8103 mit Erdwachs oder dergl. wasserdicht am unteren Rande der Isolatoren festkleben
Erdungschrauben nach DIN VDE ....

Dezember 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

dem verschiedenen Arbeiten der einzelnen Maschinen begründet sein konnten. Es zeigte sich, daß die entworfenen Stützer im großen und ganzen den gestellten Bedingungen entsprochen haben. Die vorausberechneten Werte wurden mit wenigen Ausnahmen erreicht, bei einer großen Anzahl der Probestützer jedoch überschritten. Als Mittelwert der spezifischen Festigkeit des Porzellans bei Stützern in Paraboloidform ergab sich $K_b = 175$ kg/cm². Abb. 1 zeigt die Bruchbilder einiger Isolatoren. Daraus geht hervor, daß tatsächlich die angestrebte gleichmäßige Verteilung der Beanspruchung über die sämtlichen Querschnitte erreicht war. In vereinzelten Fällen sind auch Armaturbrüche aufgetreten, wie Abb. 2 zeigt, d. h. die Armaturen, die gegenüber der bisherigen Gepflogenheit



wesentlich verstärkt wurden, waren nicht überdimensioniert. Auf Grund dieser günstigen Ergebnisse wurden nun die Stützer Gruppe A und C entworfen und ebenfalls Muster davon hergestellt. Die Verteilung geht aus Zahlentafel 2 hervor. Wie zu erwarten war, haben auch diese Stützer den gestellten Bedingungen entsprochen. Die vorausberechneten Festigkeitswerte wurden mit ganz wenigen Ausnahmen überschritten.

Da unter Umständen Stützer auch auf Zug oder Torsion beansprucht werden, wurden entsprechende Versuche durchgeführt. Es zeigte sich dabei, daß die zum Zerreißen des Isolators bei Zug erforderliche Kraft um etwa ⅓ höher liegt als diejenige Kraft, die zum Umbrechen des Isolators bei Biegung aufgewendet werden muß. Das zulässige Torsionsmoment liegt im allgemeinen bei ⅓ bis ½ des Biegemomentes. Da Torsionsbeanspruchungen äußerst selten auftreten, erscheint auch dieser Wert als ausreichend. Die Torsionsversuche haben weiterhin gezeigt, daß die Befestigung der Kappe an den Stützern auch ohne Riffelung genügt.

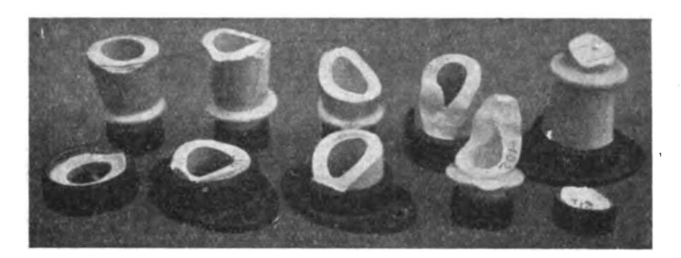


Abb. 1.



Abb. 2.

Zu b) Die bei der elektrischen Prüfung mit Wechselstrom der Frequenz 50 Per/s erreichten tiefsten Werte der Überschlagspannung sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Daraus geht hervor, daß sämtliche Stützer und Durchführungen die VDE-Vorschriften erfüllen. Mit einer einzigen Ausnahme, nämlich dem Stützer Reihe 30, trifft es auch für die IEC-Vorschriften zu[1]). Es wurden innerhalb der Normgruppe eingehende Betrachtungen darüber angestellt, ob es mit einfachen Mitteln möglich sei, den Stützer Reihe 30 auf eine Überschlagspannung von über 105 kV zu bringen. Im wesentlichen sind zwei Wege gefunden worden; der eine Weg besteht darin, den Stützer statt mit einer Schlagweite von 260 mm mit einer solchen von 300 mm zu versehen. Bei der anderen Lösung ist es erforderlich, den Boden des Stützers um etwa 60 mm tiefer zu legen und das Potential der Kappe z. B. durch ein eingelegtes Metallrohr bis zu diesem tiefer gelegten Boden herabzuziehen. Da Stützer für Reihe 45 als Weltmarktlieferung für die deutsche Industrie außerordentlich selten in Betracht kommen, anderseits jedoch die VDE-Spannung 30 kV eine der gebräuchlichsten Spannungen ist, wurde beschlossen, bei diesem Stützer die IEC-Forderung nicht zu erfüllen. Der Unterschied ist, wie aus Zahlentafel 1 hervorgeht, nur etwa 1 kV. Um jedoch keine Prüfschwierigkeiten zu haben, muß unbedingt ein gewisser Überschuß gefordert werden.

[1]) Der Stützer Reihe 45 liegt allerdings auch sehr knapp.

Die genormten Isolatoren wurden weiter untersucht bei Gleichspannung, Stoßspannung und Hochfrequenzspannung. Dabei ergaben sich im Mittel folgende Überschlagwerte:

1. Gleichspannung.

Bei positiver Kappe liegen die Überschlagwerte nur etwa 5 % höher als bei Wechselspannung der Frequenz 50 Per/s.

Bei negativer Kappe wurden um etwa 20 % höhere Überschlagspannungen gemessen.

2. Stoßspannung.

Bei positiver Kappe lagen die Stützer der Reihen 6 und 10 im Mittel um 10 %, die Stützer der Reihen 20 und 30 im Mittel um 30 % höher.

Bei negativer Kappe ergaben sich wesentlich höhere Überschlagwerte, und zwar betrug die Erhöhung bei den Reihen 6 und 10, 25 %, bei den Reihen 20 und 30, 70 %.

3. Hochfrequenzspannung.

Bei Prüfung mit Hochfrequenzspannung von 30 000 bis 50 000 Per/s ergab sich eine im Mittel um 15 % höhere Überschlagspannung als bei Frequenz 50 Per/s. Dies ist auf die längs der Oberfläche verteilten Wulste zurückzuführen.

Bei Benebelung der Stützer derart, daß sich eine feine Feuchtigkeitshaut über den Stützer legt, sinkt die Überschlagspannung bei Frequenz 50 Per/s auf 80 bis 90 %. Bei Tau, wobei die Oberfläche mit Wassertropfen besetzt war, die jedoch keine zusammenhängenden Pfade bildeten, sank die Überschlagspannung bei Frequenz 50 Per/s auf 40 bis 60 %. Bei der Stoß- und Hochfrequenzprüfung hatten sowohl Nebel wie Tau keinen Einfluß auf die Höhe der Überschlagspannung.

Die Stützer sämtlicher Reihen zeigen keinerlei Gleitfunkenbildung.

Im Auftrage der Normgruppe Innenraumisolatoren:
Dr. Kesselring.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Bekanntmachung.

Der Firma: Drustvo Za Elektrotehniku J Fabrika Kabela A D, Zagreb (Jugoslavien) ist das Recht erteilt worden, den dem VDE gesetzlich geschützten schwarz-roten Verbandskennfaden in Verbindung mit einem rot-weiß-gelb-weißen Firmenkennfaden in den Leitungen zu verwenden, welche den Vorschriften des VDE entsprechen, sowie die geschützte Bezeichnung „Codex" neben den nachstehenden Typenbezeichnungen anzuwenden.

Die Genehmigung gilt für die Typen: NGA, NGAW, NSA, NFA und NPL.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft zu Magdeburg. 20. XII. 1928, abds., im Pschorrbräu: 29. Stiftungsfest verbunden mit einer Weihnachtsfeier, gemeinsames Essen, Kommers.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

M. Albrecht †. — Am 3. XII. d. J. starb in Dortmund plötzlich und unerwartet Herr Direktor Max Albrecht, Geschäftsführer der Dortmunder Straßenbahnen G. m. b. H. Der Verstorbene gehörte seit 1907 dem genannten Unternehmen als Betriebsingenieur, später als Direktor an. Seine Sondergebiete, Werkstatt- und Wagenbau, haben ihm manche bahnbrechenden Verbesserungen zu danken.

K. Singer †. — Am 31. X. d. J. verschied plötzlich und unerwartet in Nürnberg infolge eines Herzschlages auf dem Wege zu seiner Arbeitsstätte Herr Oberingenieur Konrad Singer, Bevollmächtigter der Siemens-Schuckertwerke, im Alter von 59 Jahren.

Singer stammt aus einer Nürnberger Künstlerfamilie und hat sein ganzes Leben dem Zählerbau der Schuckert- und der Siemens-Schuckertwerke Nürnberg gewidmet. Nach seiner Lehrzeit in der Feinmechanik trat er 188?



bei der damals aufblühenden Firma Sigmund Schuckert ein und unterbrach nur seine Tätigkeit, um sein Wissen durch technisches Studium zu vertiefen. Die Firma erkannte frühzeitig die ungewöhnliche Befähigung zur Bearbeitung konstruktiver Aufgaben und machte Singer, nachdem er zuvor im Laboratorium und Eichraum gearbeitet hatte, zum Chef des Zählerkonstruktionsbureaus. Die Singerschen Zählerkonstruktionen und Konstruktionsprinzipien sind vorbildlich und richtunggebend für die Entwicklung der Elektrizitätszähler. Seine Kleinkonstruktionen, wie die Spurlager, die Oberlager, die Anker und Kommutatoren der verschiedenen Zählertypen, wurden als mustergültige Konstruktionen anerkannt, und diese Ideen finden sich bei den späteren Konstruktionen der verschiedenen Zählertypen aller Länder in irgendeiner Variation wieder. Seine reichen Geistesgaben machten ihn zu einem produktiven Erfinder. Er verstand es, Wesentliches vom Unwesentlichen zu trennen und fand auch für die schwierigste Aufgabe stets eine ideelle Lösung. So stammen auch die Prinzipien mehrerer Spezialtarifzähler, z. B. die des Maximum- und Subtraktionszählers, von Singer. Sein Meisterstück aber wurden die in Millionen von Exemplaren auf der ganzen Welt verbreiteten kleinen Wechsel- und Drehstromzähler, bei denen er durch geschickte Kombination von Stanzteilen dem Gestell bei aller Leichtigkeit eine ungeahnte innere Festigkeit gab und so den Weg wies zu der modernen Massenfabrikation im Zählerbau.



K. Singer †.

Nun hat der Tod ihn herausgerissen aus all seinen Plänen und Hoffnungen, aus seinem glücklichen Familienleben und aus einem großen Kreis von Mitarbeitern und Freunden. Mit ihm ist ein reiches Können und Wissen viel zu früh vernichtet worden, aber auch ein außerordentlich liebenswürdiger, hilfsbereiter Mensch, der allen, die ihn kannten, unvergeßlich bleiben wird.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Drahtlose Rangierbefehlsübermittlung (Rangierfunk).

Lediglich zur Klarstellung und Vermeidung von irrtümlichen Auffassungen über die Entstehung des Rangierfunks komme ich auf den Aufsatz von Herrn K. STEINNER in ETZ 1928, S. 792 und den darauf erfolgten Einwand (S. 1494) von Herrn Professor THOMA und Erwiderung von STEINNER zurück.

Die Anwendung von elektrischen Wellen zur Befehlsübermittlung im Rangierbetrieb ist ursprünglich weder von LORENZ noch von Dr. BÄSELER ausgegangen, sondern meines Wissens von mir. Ich habe nach den mühevollen und kostspieligen Versuchen mit direkter Stromübertragung auf Bahnhof Neudietendorf den Gedanken der Anwendung von elektrischen Wellen aufgegriffen und praktisch durchgeführt, und zwar nicht zur Übertragung von Morsezeichen, sondern zur direkten Übertragung der Sprache. Prof. THOMA gibt als Beginn der Gemeinschaftsarbeit zwischen Herrn Dr. BÄSELER, ihm und der Firma Lorenz das Jahr 1925 an. Ich habe aber schon mit der technischen Durchbildung der Sache in Gemeinschaftsarbeit mit Telefunken zu Beginn des Jahres 1922 angefangen und im Sonderheft der Verkehrstechnischen Woche „Verschiebebahnhöfe in Ausgestaltung und Betrieb" vom Dezember 1922 eine technische Abhandlung über die beabsichtigte Ausführung gebracht. Die erste praktische Ausführung einer solchen Anlage wurde auf der Ausstellung in Seddin im Jahre 1924 vorgeführt. Anschließend daran wurde im Jahre 1925 auf Bahnhof Pankow eine solche Anlage in Betrieb genommen. In beiden Ausführungen wurde, im Gegensatz zu der von Herrn STEINNER beschriebenen Verständigung mit Morsezeichen, die sprachliche Befehlsübermittlung zwischen dem Rangierleiter und dem Lokomotivpersonal, welches die Abdrückarbeit leistet, durchgeführt. Da dieses Personal jedoch nur ein Teil des im Gesamtrangierdienst beteiligten und von gegebenen Befehlen abhängigen Personals ist, wurden weitergreifende Wege beschritten, die eine Verständigung des Gesamtpersonals zum Ziele hatten. An dieser Entwicklung wurde durch Telefunken, AEG bzw. die Vereinigten Eisenbahn-Signalwerke bisher in zielbewußtem Streben weitergearbeitet und die Durchbildung des Rangierfunks so vervollkommnet, daß die praktische Anwendung einer Rangierfunkanlage in Duisburg-Hochfeld Süd vor kurzem in Betrieb genommen werden konnte, in welcher das gesamte am Ablaufbetrieb beteiligte Personal verständigt werden kann, und zwar in der Weise, daß auch sprachliche Rückverständigung von dem die Befehle empfangenden Personal möglich ist. Nur durch solche Auswertung der Verwendung elektrischer Wellen im Ablaufbetrieb wird ein Rangierfunk erzielt, welcher sich der heute in Auswirkung befindlichen Rationalisierung des Ablaufdienstes mit befriedigendem Nutzeffekt einfügt.

Der Beginn der Entwicklung fällt also nicht, wie Prof. THOMA irrtümlich meint, in das Jahr 1925, sondern in das Jahr 1922. Der Gedanke der drahtlosen Befehlsübermittlung scheint demnach zweifellos von mir und nicht von Dr. BÄSELER ausgegangen zu sein. Die technische Durchbildung und Entwicklung des sprachlichen Rangierfunkverkehrs ist von der AEG bzw. den Vereinigten Eisenbahn-Signalwerken einerseits und Telefunken anderseits durchgeführt worden.

Berlin, 3. XI. 1928. H. Diehl.

Erwiderung.

Den Angaben des Herrn Dir. DIEHL ist hinsichtlich des Beginnes der Entwicklung der drahtlosen Rangierbefehlsübermittlung von dem Jahre 1925 wohl beizustimmen. Der Gedanke an sich, drahtlos Befehle auf Fahrzeuge zu übermitteln, war jedoch schon lange vor 1922 bekannt, wenngleich erst in diesem Jahre die praktische Entwicklung entsprechender Einrichtungen für Sonderzwecke des Eisenbahnbetriebes in Angriff genommen wurde.

Berlin, 14. XI. 1928. Kurt Steinner.

Prüfung des Anschlusses von Drehstromzählern.

In Heft 42 der ETZ 1928 ist ein interessantes Verfahren zur Prüfung der Schaltung von Drehstromzählern mittels eines Gerätes, das im wesentlichen aus einem Doppelumschalter und einem Drehfeldrichtungszeiger besteht, beschrieben. Das Verfahren mag recht zweckmäßig sein, um das Verhalten des Zählers bei den verschiedensten Schaltungen vorzuführen und zu studieren. Ob es sich jedoch in die Praxis einführen wird, erscheint immerhin fraglich; denn einmal erfordert das Studium der vielen Einzelfälle schon ziemlich viel Zeit und sind Irrtümer bei der Ausübung des Verfahrens nicht ausgeschlossen. Ferner ist es ein Nachteil, daß man erst ein Gerät einbauen muß, um die Prüfung vornehmen zu können, denn dabei kann sich auch leicht ein Schaltfehler einschleichen, durch den die ganze Prüfung gefälscht wird. Endlich besteht noch die Möglichkeit, daß beim Wiederausbau des Hilfsgerätes ein Schaltfehler vorkommt. Für die Praxis wird es wohl immer das Einfachste sein, zunächst die Sicherungen zu untersuchen und die beiden Spannungsspulen nacheinander spannungslos zu machen, um durch Beobachtung der Drehzahländerung oder durch Berühren der Spannungseisen mit einem Eisenstückchen festzustellen, ob die Spannungsspulen erregt sind. Entsprechend kann man durch Kurzschließen der Stromspulen prüfen, ob diese von Strom

durchflossen sind. Weiter ist dann immer das sicherste Mittel das Durchklingeln der Leitungen. Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, daß es ein sehr einfaches Mittel gibt, festzustellen, ob ein Drehstromzähler richtig angeschlossen ist. Man braucht nämlich nur die Zuleitung zu dem gemeinsamen Punkt beider Spannungsspulen (also zu Punkt *S*, wenn die Spannungsspulen an *RS* und *TS* liegen) zu lösen oder die Niederspannungsicherung in dieser Leitung zu entfernen. Wenn dann der Zähler mit der halben Drehzahl vorwärts läuft, war er richtig angeschlossen. Bedingung ist dabei, daß der $\cos\varphi$ von 1 abweicht und daß die Belastung ziemlich gleichseitig ist und während der beiden Messungen konstant bleibt. Es gibt nämlich nur eine Anschlußmöglichkeit, bei der der Zähler beim Lösen der besagten Zuleitung bei jeder Phasenverschiebung mit halber Drehzahl vorwärts läuft, und diese Schaltung ist der richtige Anschluß. Bei $\cos\varphi = 1$ sind die Drehmomente beider Meßwerke gleich. Der Zähler läuft in diesem Falle auch dann mit halber Drehzahl vorwärts, wenn ein Meßwerk unterbrochen wird. Sowie aber der $\cos\varphi$ auch nur ganz wenig von 1 abweicht, sind die Einzeldrehmomente schon ganz erheblich ungleich. Bei $\cos\varphi = 0{,}99$ ($\varphi = 8°$) z. B. verhalten sich die Momente schon wie 0,79 zu 0,93 ($\cos 38°$ zu $\cos 22°$). Hierbei hat der Zähler also bei Ausfall eines Meßwerkes nicht die halbe Drehzahl. Die Bedingung, daß der $\cos\varphi$ kleiner als etwa 0,99 ist, wird immer erfüllt sein, so daß sich das Verfahren ohne vorherige Prüfung des $\cos\varphi$ durchführen läßt. Auch wird man leicht eine Zeit finden, zu der die Belastung während einiger Minuten konstant ist. Besteht der Verdacht, daß bei einem der Wandler die Klemmenbezeichnung falsch ist, so vertauscht man die betreffenden Leitungen und prüft nach der angegebenen Methode wieder, ob der Zähler jetzt richtig angeschlossen ist.

Nürnberg, 7. XI. 1928. Beetz.

Erwiderung.

Das einfache Verfahren des Herrn BEETZ ist gut anwendbar, solange es sich nur um die Feststellung handelt, ob eine Fehlschaltung vorliegt oder nicht, oder bei Anschlüssen, die außer Betrieb gesetzt werden können, so daß das Durchklingeln der Leitungen und eine beliebige Vertauschung der Stromwandler- und Spannungswandleranschlüsse ungestört vorgenommen werden kann; insbesondere also bei Neuanschlüssen.

Wie liegen aber die Verhältnisse in zahlreichen alten Anlagen, die sich in Betriebszustand befinden? Mit der Feststellung, ob eine Fehlschaltung vorliegt, ist nur ein Teil der Aufgabe, wenn auch ein sehr wichtiger Teil, gelöst. Es kommt dann darauf an, festzustellen, welche Fehlschaltung vorhanden ist, und nun beginnen die Schwierigkeiten. Wer es erlebt hat, daß Spezialmonteure großer Firmen nach Einbau eines Vergleichsmeßsatzes unter Berücksichtigung schwieriger Betriebsverhältnisse wochenlang vergebens nach dem Fehler gesucht haben, oder daß mangels der Möglichkeit einer Betriebsunterbrechung die eingehende Untersuchung einer Anlage zum Schaden eines Beteiligten weiter und weiter hinausgeschoben werden mußte, und wer erfahren hat, daß nach mehrfacher Vertauschung der Anschlüsse die beweiskräftige Festlegung der ursprünglichen Fehlschaltung, die für die nachträgliche Verrechnung des Schadens von ausschlaggebender Bedeutung ist, kaum mehr möglich ist, der wird es dankbar begrüßen, ein Verfahren zur Hand zu haben, das ihm auf einfachste Weise gestattet, die Art der Fehlschaltung ohne Betriebsunterbrechung und ohne Vornahme einer Änderung der Schaltung festzulegen.

Irrtümer beim Einbau oder Ausbau des Prüfgerätes sind bei einiger Aufmerksamkeit ausgeschlossen, da die Reihenfolge der Spannungsdrähte durch die Löcher in der Schalttafel ein für allemal festliegt.

Ilmenau, 14. XI. 1928. Gocht.

LITERATUR.

Besprechungen.

Über die Schmierschicht in Gleitlagern und ihre Messung durch Interferenz. (Heft 308 der Forsch.-Arb. a. d. Geb. d. Ing.-Wesens.) Von Dr.-Ing. R. Wolff Mit 20 Abb., 8 Zahlentaf. u. 25 S. in 4°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geh. 5 RM, für VdI-Mitgl. 4,50 RM.

Es liegt eine verdienstvolle Arbeit vor, die bei Behebung einiger Unsicherheiten und Ausmerzung nicht begründeter Schlußfolgerungen einen wichtigen Beitrag zur Theorie der Schmierung, insbesondere der Grenzschmierung, leisten dürfte. — Die Meßmethode, die der Verfasser aus einer „Arbeitshypothese" entwickelt hat, muß noch sorgfältig experimentell nachgeprüft werden. Es fällt auf, daß über die Oberflächenbeschaffenheit der Welle an der Meßstelle nichts gesagt ist, ob dieselbe etwa als total reflektierend oder als matt einzuschätzen ist. Dies ist sicher von Einfluß auf den Absolutwert des errechneten Spaltes *d*, möglicherweise ohne Bedeutung für das relative Verhältnis der Schichtdicken bei den untersuchten Ölen, das überraschend genug ist und weitere Untersuchungen in dieser Richtung als geboten erscheinen läßt.

Die Schlußfolgerung des Verfassers bez. der Ungültigkeit der hydrodynamischen Theorie ist völlig unbegründet. Die Berufung auf Petrow kann dabei nichts helfen, denn Petrow stützt sich auf die Grundlagen der hydrodynamischen Theorie und hat lediglich andere Grenzbedingungen als Reynolds und seine Nachfolger. Was auf S. 24 als Ergebnis der hydrodynamischen Theorie herausgerechnet wird: $\mu = \text{konst}\,\sqrt{h}$ (nach Falz) ist unrichtig, denn die Gl. 30 nach Falz ist daselbst ausdrücklich als Annäherung gekennzeichnet und bezieht sich auf den Schmierfilm zwischen zwei exzentrischen Kreiszylindern. Bei dem Versuchslager des Verfassers aber war ein sog. Spiegel vorhanden, dessen Einfluß nach der hydrodynamischen Theorie rechnerisch gar nicht untersucht wurde. Auch wenn das Öl (Heißdampfzylinderöl) nur an der Welle und nicht an der Lagerschale haftet, ergibt die hydrodynamische Theorie einen Druckanstieg. Es geht nicht an, Näherungsformeln, die sich auf etwas ganz anderes beziehen, in der Weise zu konfundieren, wie es hier geschehen ist, wenn man eine bisher wohlbegründete Theorie zu Fall bringen und durch Neues ersetzen will.

Es wäre zu wünschen, daß bei künftigen Untersuchungen der Verfasser sich dieser Punkte gründlicher als bisher annimmt, da er nur hierdurch seiner umfangreichen mühevollen Arbeit überzeugende Wirkung zu verleihen vermag. G. Duffing.

Données numériques d'électricité, magnétisme et électrochimie. Von Dr. A. Buffat, Dr. G. I. Higson, K. Gordon u. M. Malapert. Mit Vorwort v. G. Semenza, zahlr. Textabb., X u. 517 S. in 8°. Auszug aus Bd. 5 der „Tables annuelles de constantes et données numériques. Verlag von Gauthier-Villars et Cie., Paris 1926. Preis geh. 40 Fr, geb. 55 Fr.

Das „Comité International", nommée par le VII. Congrès de Chimie appliquée, welches diese Jahrestabelle herausgibt und sich aus Professoren von 21 Staaten zusammensetzt, hat die so wichtige Brücke nach Deutschland abgebrochen. Es hat aber nicht umhin gekonnt, die deutschen Fachzeitschriften sorgsam auszuziehen, und hat auch bei den vier Sprachen der Seitenüberschriften und des Inhaltsverzeichnisses die deutsche Weltsprache nicht ausschließen können. Wir Deutschen besitzen in Landolt-Börnsteins Physikalisch-Chemischen Tabellen, deren 5. Auflage 1923 erschienen ist, ein einzigartiges Sammelwerk; aber manches habe ich doch in dem vorliegenden Hefte gefunden, was ich im Landolt-Börnstein vergeblich suchte, z. B. eine Anzahl Daten über die elektrische Leitfähigkeit von Oxyden. K. Arndt.

La Grande Trazione Elettrica. Von Ing. Pietro Verole. Mit XVI u. 921 S. in 8°, 573 Textabb. u. 23 Taf. Verlag v. Ulrico Hoepli, Mailand 1926. Preis 80 Lire.

Ein mit großem Fleiß bearbeites Lehrbuch der elektrischen Hauptbahnen. Von der Stromerzeugung über die Stromverteilung hinweg zu den Bewegungswiderständen, Lokomotiven, Triebwagen und den Betrieb, mit allen Stromarten rein und gemischt, bleibt keine Lücke, weder in Berechnung noch im Bau der ineinandergreifenden Bestandteile der ganzen Anlage. Dem Verfasser stehen die Erfahrungen des groß angelegten und systematisch durchgeführten elektrischen Hauptbahnbetriebes seines Landes zur Verfügung, doch bleibt er nicht in deren Grenzen. Man sucht in seinem Werke nichts aus der internationalen Praxis vergebens. Zu den Berechnungen werden die Begründungen und Zahlenbeispiele gegeben. Das Buch ist ein getreuer Spiegel der heutigen Ausführung elektrischer Zugförderung. Zehme.

Optische Methoden der Chemie. Von Prof. E. Weigert. Mit 431 Abb. im Text u. auf 16 Taf., 1 farb. Tafel, XXXII u. 632 S. in 8°. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1927. Preis geh. 36 RM, geb. 38 RM.

Der Titel dieses Werkes ist zweifellos irreführend. Denn es füllt nicht nur eine Lücke in der chemischen

Literatur aus, sondern wird auch an zahllosen anderen Stellen, vornehmlich auch in der Industrie, freudig begrüßt werden. Optische Meßmethoden sind heute für viele Gebiete ausgebildet und dringen immer mehr nicht nur in die Forschungslaboratorien sondern auch in die Untersuchungslaboratorien der Industrie ein. Das vorliegende Werk ist ein umfassendes Kompendium, in dem man sich Rat holen kann, gleichgültig, ob es sich um die Auswahl eines Spezialapparates, um einen technischen Kunstgriff oder den Vergleich der Fehlergrenzen verschiedener Methoden handelt. Es behandelt in 15 Kapiteln allgemeines über optische Instrumente, Lichtquellen, Strahlenfilter, photographische Operationen, Spektroskopie, Photometrie, Spektralphotometrie, Koloro- und Nephelometrie, Farbenmessung, Energiemessung, photochemische Messungen, Mikroskop und Ultramikroskop, Refraktion, Messungen im polarisierten Licht und Lumineszenzerscheinungen. Schon der Name des Autors bürgt dafür, daß nur erprobte Methoden aufgenommen sind. Angesichts der vielen Spezialinstrumente wird auch ein nicht eingearbeiteter Benutzer in der Lage sein, an Hand dieses Buches vielfach die sauberen und schnellen optischen Methoden heranzuziehen. R. Samuel.

Betriebsorganisation und Betriebsabrechnung. Von Dr.-Ing. H. D. Brasch. (Betriebswissensch. Bücher, herausg. v. Dr.-Ing. W. Bondi Bd. 6.) Mit 32 Abb. u. 139 S. in kl. 8°. Verlag von Georg Stilke, Berlin 1928. Preis geb. 5 RM.

Auch in diesem Buch wird, wie dies in letzter Zeit wiederholt festzustellen war, eine Synthese zwischen Kaufmann und Ingenieur gesucht mit dem Ziel eines Wirtschaftlers, dem durch das Buch Mittel und Wege gewiesen werden, sein Ziel zu erreichen, nämlich, das Fabrikat mit geringstem Aufwand in optimaler Zeit und Güte herzustellen.

Der Verfasser geht systematisch auf die einzelnen Hauptstufen der Betriebsorganisation ein, als welche er

die Arbeitsvorbereitung — die Vorschau,
die Arbeitsführung — die Fertigung bzw. „Mitschau",
die Betriebsabrechnung — die Rückschau

betrachtet und zerlegt sie in ihre einzelnen Elemente, immer unter dem Gesichtswinkel, daß die Organisation sich „den gegebenen Verhältnissen anzupassen hat und stets die theoretischen Betrachtungen dem lebendigen Zweck des Einzelfalls unterzuordnen sind".

Alles in allem ein Buch, das infolge seines systematischen Aufbaus bestens geeignet ist, dem, der Interesse dafür zeigt, mit dem neuzeitlichen Stand der Betriebsorganisation und Betriebsabrechnung vertraut zu machen und ihm Anwendungsmöglichkeiten für seinen besonderen Fall zu bieten bzw. zu weisen. Abbildungen von Formularen, Schemata usw. erleichtern diesen Zweck. A. Nimbach.

Meyers Lexikon. 7. Aufl. in vollständ. neuer Bearb. 7. Bd.: Korrektor—Marunke. Mit etwa 5000 Textabb., über 1000 Taf., Karten, Textbeil. u. 895 S. in gr. 8°. Bibliographisches Institut, Leipzig 1927. Preis geb. 30 RM.

Der letzthin erschienene 7. Band erweist sich wie seine Vorgänger als zuverlässige Auskunftstelle auch für technische Fragen aller Art. Als Beispiel für die Vielseitigkeit der Behandlung sei der Artikel „Kraftwagen" genannt, der nicht nur technisch und geschichtlich in leicht verständlicher Form über den Kraftwagen und seine Einzelteile unterrichtet, sondern auch rechtliche Fragen behandelt, die Verkehrszeichen abbildet und die einschlägige Industrie sowie die Vereine namhaft macht. Während zwar unter „Korrosion" nur die medizinische Bedeutung erläutert wird, so läßt sich doch die weitgehende Berücksichtigung technischer Fragen z. B. dadurch belegen, daß man unterm Buchstaben „L" liest, daß derselbe auch als Formelzeichen für die Induktivität dient. Die vorzügliche buchtechnische Ausstattung des Werkes kommt den Naturwissenschaften u. a. in der farbigen Tafel „Lumineszenzerscheinungen" zugute. Nochmals sei auch darauf hingewiesen, daß am Schluß der einzelnen Artikel die einschlägige Literatur genannt wird, was den Wert dieses Lexikons wesentlich erhöht. Winkler.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Rückgang der elektrotechnischen Aufträge der UdSSR an Deutschland[1]. — Im Wirtschaftsjahr 1927/1928 betrugen die elektrotechnischen Bestellungen der UdSSR-Handelsvertretung in Deutschland wertlich 8,542 Mill. Rbl (35,488 i. V.) und einschl. der von den kontrollierten Organisationen erteilten 8,633 Mill. Rbl (35,603 i. V.), wovon 5,117 Mill. Rbl (34,866 i. V.) auf Elektromaschinen entfielen. Der beträchtliche Rückgang seit 1926/27 wird von der Handelsvertretung mit dem entscheidenden Einfluß der jeweiligen Kreditbedingungen auf ihre Bestellungsmöglichkeiten begründet. Die Abteilung für Kraftanlagen und Elektrotechnik der Handelsvertretung hat seit ihrer Gründung im Jahr 1925 bis Oktober 1928 Umsätze im Gesamtwert von 39,301 Mill. $ gehabt, wovon der Hauptteil in das Wirtschaftsjahr 1926/27 fiel, in welchem allein 85 Dampfturbinensätze von zusammen etwa 0,6 Mill. kW in Auftrag gegeben wurden. Der größte Teil dieser Lieferungen (einschl. Kesselanlagen) kommt allmählich in Betrieb; so wurde vor kurzem der erste 44 000 kW-Satz (1500 U/m) für das Elektrizitätswerk Schatura mit Volllast an das Moskauer Netz angeschlossen. Für dieses Werk ist ein zweiter solcher Satz in Deutschland bestellt worden und außerdem ein dritter für das Elektrizitätswerk Kaschira. Darüber hinaus hat die genannte Abteilung noch 7 Aggregate von je 22 000 kW für verschiedene Elektrizitätswerke, hauptsächlich solche im Donezgebiet, in Auftrag gegeben; der größte Teil davon wird z. Z. bereits montiert. Daneben laufen Bestellungen für ungefähr 40 industrielle Kraftanlagen mit kompliziertem Anzapf, Gegendruck, Mehrdruckturbinen, Wärmespeicheranlagen usw. Infolge einer zeitweise nicht befriedigenden Preisstellung hat die Handelsvertretung zwischendurch Turboaggregate von ungefähr 140 000 kW Gesamtleistung mit den entsprechenden Kesseln nach England, der Tschechoslowakei und Frankreich vergeben. Die schon erwähnte Senkung der Bestellungen von Kraftanlagen im Wirtschaftsjahr 1927/28 auf ungefähr 24 % der vorjährigen erklärt der Abteilungsbericht hauptsächlich damit, daß zunächst abgewartet werden solle, bis die großen Bestellungendes vorangegangenen Jahres in Betrieb kommen und bezügliche Erfahrungen vorliegen.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[2]. — Das Statistische Reichsamt weist in einer Vorbemerkung zu dem monatlichen Nachweis für Oktober darauf hin, daß die Ergebnisse des Außenhandels in letzterem durch die Veränderungen in der Erhebungsmethode infolge der am 1. X. in Kraft gesetzten Reform der Außenhandelsstatistik (RGBl. I. 1928, S. 111) stark beeinflußt seien. Aus technischen Gründen erscheine in diesem ersten Übergangsmonat die Einfuhr überhöht, weil deren Anmeldung durch statistische Anmeldescheine gegenüber der bisherigen Anmeldung auf Grund der Zollpapiere eine beschleunigte Erfassung bewirke. Anderseits werde die Ausfuhr zu niedrig ausgewiesen, weil die statistische Anmeldung der über Hamburg seewärts ausgehenden Waren später erfolge als bisher (beim Übergang über die Zollgrenze), d. h. etwa 2 Wochen nach Abgang des die Ware tragenden Schiffes. Diese Verlegung der Anmeldung von der Freihafengrenze an die Seegrenze bedeute an sich eine wesentliche Verbesserung in der Erfassung des Exports, habe aber zunächst zur Folge, daß ein großer Teil der im Oktober über Hamburg expedierten Waren statistisch nicht im gleichen Monat erfaßt werden konnte. Die Reparationssachlieferungen würden durch die technische Umstellung der Statistik kaum berührt.

Im Oktober 1928 ist nun die von Tarifunterabschnitt 18 B erfaßte elektrotechnische Einfuhr nach der Zahlentafel gegen den September (9023 dz bzw. 3,537 Mill. RM) um 667 dz oder 7 % zurückgegangen, wertlich aber um 0,52 Mill. RM, d. s. 15 %, gestiegen. Die Ausfuhr hat sich im Vergleich zum Vormonat (152 211 dz bzw. 50,045 Mill. RM) um 36 496 dz bzw. 24 % und dem Wert nach um 10,151 Mill. RM, d. h. 20 %, verringert. Sie enthält an Reparationssachlieferungen 1395 dz im Wert von 0,73 Mill. RM. Für die abgelaufenen zehn Monate zeigt der Vergleich mit derselben Periode des Vorjahres bei der Einfuhr eine Erhöhung um 17 830 dz bzw. 26 % und um 10,707 Mill. RM oder 42 %. Importiert wurden in dieser Zeit 16 628 Lichtmaschinen (10 511 i. V.), 105 586 Dynamos, Elektromotoren usw. (75 499 i. V.), 886 Bogen- usw. Lampen (1105 i. V.), 4,274 Mill. Metalldrahtlampen (4,791 i. V.) und 0,107 Mill. Kohlefaden- usw. Lampen (0,08 i. V.). An Reparationssachlieferungen hat Deutschland in den zehn Monaten 46 339 dz im Wert von 15,716 Mill. RM geliefert, einschließlich derer die Ausfuhr im Januar/Oktober gegen die gleiche Zeit von 1927 um 225 509 dz, d. s. 23 %, bzw. um 85,779 Mill. RM oder 27 % gewachsen ist. Sie

[1] Nach „Die Volkswirtsch. d. UdSSR" 1928, Nr. 22.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 1863; 1928, S. 1663.



Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz Oktober 1928	Einfuhr in dz Januar/Oktober 1928	Einfuhr in dz Januar/Oktober 1927	Ausfuhr in dz Oktober 1928	Ausfuhr in dz Januar/Oktober 1928	Ausfuhr in dz Januar/Oktober 1927
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	47	1 488	1 337	485*	5 996*	4 169*
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	3 791	41 424	29 660	20 622*	257 238*	207 704*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	15	1 374	1 107	1 539*	22 814*	13 122*
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	883	6 321	3 180	6 144*	46 539*	41 972*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	1 070	13 671	16 804	43 556*	394 612*	336 995*
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	6	97	257	482	3 987	2 689*
911 a	Metallfadenlampen	404	2 052	2 541	1 413	10 648*	7 945*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	6	50	45	33	618*	723
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	3	42	113	14	177	121
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon.	76	497	451	1 226*	12 750*	9 606*
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	344	2 888	1 640	3 565	32 321*	25 246*
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	164	1 682	1 237	2 101*	24 807*	23 341*
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	2	16	40	407	5 275	4 758
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	97	1 307	699	1 148*	10 560*	6 812*
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	0	10	4	11	109*	84
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	219	2 396	3 081	1 944*	15 745*	10 305*
912 F 1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	1	136	154	821*	9 643*	7 680*
912 F 2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	1 056	10 008	5 363	23 922*	259 919*	193 232*
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	37	795	583	1 096*	13 610*	10 787*
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	122	621	732	3 156	46 376*	47 698*
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a)	6	212	270	[6]	[6]	[6]
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	7	111	70	41	448*	514*
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	1 984	20 975*	14 182*
—	Elektrotechnische Erzeugnisse, unvollständig angemeld.	—	—	—	5	27	—
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz	8 356	87 198	69 368	115 715*	1195 194*	969 685*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*4 057*	*36 031*	*25 324*	*39 894**	*399 512**	*313 733**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	46	375	322	1 059	11 543	7 633
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	5	52	79	57	660	533
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	9	168	10	461	5 874	5 706
648 d	Elektroden	730	9 803	5 102	28 931	229 999	183 013*
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	53	239	59	5 004	51 964*	59 428*
740 a	Glühlampenkolben	11	305	102	889	9 049	7 585
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	168	2 463	832	[8]	[8]	[8]
799 c	dsgl. aus schmiedbarem Eisen	64	687	466			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	207	1 873	2 819	8 410*	94 274*	79 955*

umfaßte mit den Reparationssachlieferungen 70 551 Lichtmaschinen (53 423 i. V.), 495 922 Dynamos, Elektromotoren usw. (404 564 i. V.), 23 102 Bogen- usw. Lampen (15 530 i. V.), 55,607 Mill. Metalldrahtlampen (42,798 i. V.) und 1,816 Mill. Kohlefaden- usw. Lampen (2,291 i. V.). Der **Überschuß des Exports** stellte sich für diese Berichtszeit auf 1 107 996 dz im Wert von 363,481 Mill. RM (900 317 dz bzw. 288,409 Mill. RM i. V.).

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr. 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan. — [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 271: Welche Firma stellt Preßpulver für Isolierpreßmaterial her?

Abschluß des Heftes: 14. Dezember 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 300 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

Wegen Neujahr muß der Anzeigenteil des Heftes 1 am Sonnabend, den 29. Dezember, vormittags 8 Uhr, abgeschlossen werden.



Anfertigung des AEG-Rundfunkgerätes „Geatron" am fließenden Bande.

. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 27. DEZEMBER 1928
[…]69—1892)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 27. Dezember 1928 | Heft 52

Umschau über die Verwendung der Elektrizität in der Textilindustrie.

Vor und nach dem Kriege war das Verhältnis der von Textilanlagen gegebenen Aufträge zu dem der Elektroindustrie wie etwa 1,25 : 1, also ein recht guter gegenseitiger Austausch der beiderseitigen Ware. Im Laufe des Jahres 1927 sind diese Zahlen jedoch wesentlich gestiegen, und zwar mindestens auf 3 : 1, also um das 2,4fache. Aus diesen Zahlen erkennt man sofort, wie die elektrische Kraftübertragung und damit der elektrische Antrieb, insbesondere der Einzelantrieb, beim Textiltechniker sich eingebürgert hat und auch noch weiter immer mehr und mehr Fuß fassen muß, und zwar nicht nur im Inland sondern dank der Vorzugstellung unserer Elektroindustrie auch im Ausland.

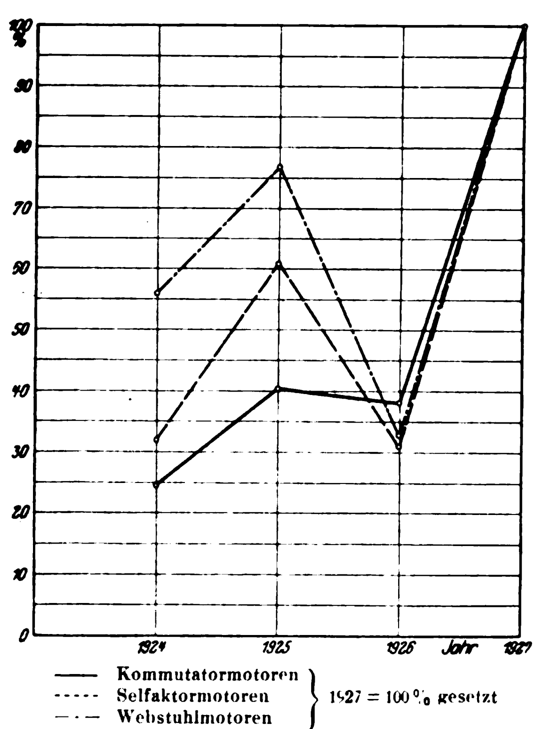


Abb. 1. Lieferung von elektrischen Sonder-Einzelantrieben für die Textilindustrie in den Jahren 1924 ... 1927.

Noch besser erkennt man diese Steigerung, wenn man an Hand von Kurven die Zunahme der Lieferungen von Sonderantrieben betrachtet. Leider werden auf beiden Gebieten nicht gern Zahlen veröffentlicht; es ist daher nur möglich, ungefähre Angaben zu machen. An Hand von zugänglichen Zahlen wurde in Abb. 1 die Lieferung im Jahre 1927 gleich 100 % gesetzt und die Lieferungen in den Vorjahren in entsprechenden Prozentsätzen ausgewertet. Es wurden 3 Antriebsarten gewählt, die für die Textiltechnik besonders charakteristische Eigenschaften haben, und zwar Kommutator-Spinnmotoren, Selfaktormotoren und Webstuhlmotoren. Das Schaubild zeigt deutlich den außerordentlichen Rückgang im Jahre 1926 und infolge der darauf folgenden guten Konjunktur auf dem Textilgebiete im Jahre 1927 die mindestens doppelte bzw. 3fache Lieferung gegen 1926.

Man kann heute sagen, daß es glücklicherweise nur noch recht wenig Textilleute gibt, die die außerordentlichen Vorteile der elektrischen Kraftübertragung nicht erkannt haben. Anderseits ist der Erfolg für den Elektrotechniker um so größer, je mehr er das Wesen der Textilmaschinen studiert und erkannt hat und so auch wirklich dem Spinner und Weber usw. bedeutende Vorteile bringen und ihn durch Neuerungen und Besserungen anregen kann.

Im Laufe des letzten Jahres haben allgemein wohl fast alle Elektrofirmen vor allem die kleineren Motortypen, wie sie in großer Anzahl für Textilanlagen in Frage kommen, verbessert. Das Streben ging dahin, mit möglichst hochwertigem Material, geringem Gewicht, einfacher Konstruktion, geringen Reibungs- und sonstigen Verlusten unter Berücksichtigung der neuen VDE- und DIN-Vorschriften und unter Erfüllung der R.E.M.-Bedingungen preiswerte Normaltypen zu schaffen, die im Textilbetrieb mit seiner großen Feuchtigkeit und starken Staubbildung überall verwendet werden können, und zwar in möglichst geschützter Bauart, damit mechanische Beschädigungen der Wicklung vermieden werden. Bekanntlich sind Feuchtigkeit und vor allem Faserflausch böse Feinde der Elektromotoren, insbesondere wenn letztere offen sind. Die Wicklungswärme soll hauptsächlich durch die Spulenköpfe abgeführt werden. Sofern diese nun noch die alte Spulenform haben, befinden sich innerhalb der Wicklungsköpfe Luftkanäle, durch die die Ventilationsluft streichen soll. Bei starker Flauschablagerung setzen sich aber diese Luftlöcher zu, die Ventilation wird verhindert und die Erwärmung der Wicklung wesentlich gesteigert.

Außerdem muß in Textilanlagen die Wartung, insbesondere die Lagerschmierung auf ein Mindestmaß beschränkt werden, da man es meist mit recht ungeschicktem und unerfahrenem Personal zu tun hat. Ferner darf Funkenbildung irgendwelcher stromführender Teile nicht stattfinden, da die meisten Faserstoffe außerordentlich feuergefährlich sind.

Unter Berücksichtigung dieser Hauptpunkte beschreibt u. a. W. Peincke in der ETZ 1927, S. 264, neue kleine Drehstrommotoren[1]. Es wird keine Spulenwicklung mehr verwendet, sondern gleichmäßig verteilte Faßwicklung. Bei dieser kann der Faserstaub nicht mehr bezüglich der Abkühlung so schädlich wirken, wie bei der früher durchgeführten, normalen Spulenwicklung. Für Sonderzwecke kann diese Faßwicklung auch noch vollkommen eingepackt und vergossen werden, so daß dann eine Verschmutzung der Wicklung überhaupt ganz ausgeschlossen ist und man die Motoren wesentlich besser, bequemer und ohne Schaden anzurichten, reinigen kann. Durch diese Art der Wicklung ist die Isolation selbst auch erhöht, ein Vorteil, der für diese meist künstlich mit Feuchtigkeit stark angereicherten Arbeitsräume von ganz besonderer Wichtigkeit ist. Um möglichst jede Wartung und Schmierung zu vermeiden, werden Kugel- bzw. Rollenlager verwendet, die nur ganz selten (einmal im Jahre) mit Fett nachgefüllt zu werden brauchen und auch nur selten zu Lagerschwierigkeiten Veranlassung geben. Wo gelegentlich Schleifringe in Frage kommen, können diese vollkommen abgeschlossen werden, so daß feuergefährliches Material aus dem Arbeitsraum nicht an die Schleifringe herankommen kann. Auf diese Weise ist der Verwendung offener Typen, auch dort, wo man früher nur mit ganz geschlossenen, teueren, wenig

[1] Vgl. auch ETZ 1927, S. 285. D. S.

ausgenutzten Motoren auszukommen glaubte, größter Spielraum gelassen.

Wo es unmöglich ist, offene Motoren zu verwenden, greift man am liebsten auf die mantelgekühlte Type zurück. Diese war aber bisher durch ihren vollkommenen Mantel, also gewissermaßen Doppelzylinder-Ausführung, außerordentlich teuer. Durch Vereinfachung der Konstruktion sind auch diese Ausführungen wesentlich verbilligt worden, indem man den Mantel über dem Rücken spart und den rippenförmig ausgebildeten Rücken anbläst.

Hand in Hand mit diesen Bestrebungen sucht man möglichst mit Kurzschlußmotoren auszukommen, u. zw. um sanften Anlauf einerseits und geringen Stromstoß anderseits zu bekommen, entweder mechanische Anlasser und dgl. oder Sonder-Läufer-Ausführungen zu verwenden. Es würde an dieser Stelle viel zu weit führen, auf diesen überaus interessanten Streit näher einzugehen[2]. Es laufen nunmehr viele solcher Anlasser und Motoren auch in Textilanlagen. Erst nach längerem Betriebe im Verlaufe von einigen Jahren läßt sich sagen, ob sie sich auch bewähren. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß man natürlich beim Leeranlauf des Motors auch durch geeignetes Anlassen mit einer Leitrolle ähnliche Erfolge erzielen kann, und daß eine Reihe von bedeutenden Transmissionsfirmen sich in den letzten Jahren insbesondere mit der Frage beschäftigt haben, eine derartige Leitrollenausführung unmittelbar am Motorlager bzw. dessen Abschlußdeckel anzubringen.

Hand in Hand mit obigen Bestrebungen geht ferner im Laufe der letzten Jahre die Einführung von besonderen Sicherungsausführungen, Motorschutzschaltern u. dgl. Um den höheren Anlaufstrom der Kurzschlußmotoren für die Sicherung einerseits unschädlich zu machen und anderseits den Motor bei Normallast oder dem Ausbleiben einer Phase doch genügend zu schützen, versieht man derartige Sicherungen z. B. mit thermischer Verzögerung, Nullspannungs-Auslösung oder dgl. Auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1927 war derartiges Installationsmaterial in großer Menge zu sehen. Derartige Automaten und Schalter haben in Textil- und ähnlichen Anlagen, wie das jeder Praktiker weiß, noch einen ganz besonderen Vorteil. Geht gelegentlich eine normale Sicherung durch, so dauert es meist sehr lange, bis man den Elektriker oder den für das Einsetzen oder Aufbewahren der neuen Sicherungen in Frage kommenden Helfer findet. Es geht recht viel Zeit verloren, bis die betreffende Arbeitsmaschine ordnungsgemäß wieder läuft. Bei diesem neuzeitlichen Material kann der Meister oder der Arbeiter gleich wieder einschalten, ohne daß unnötige Zeit versäumt wird. Aus diesem Grunde haben die neuen Sicherungen bei einsichtigen Betriebsleitern recht viel Anklang gefunden und sich überall trotz des etwas höheren Preises eingebürgert, zumal sich bald herausstellte, daß sie im praktischen Betriebe billiger zu stehen kommen und einfacher und ungefährlicher zu handhaben sind als die früheren Sicherungen.

Für die außerordentliche Steigerung der Anwendung elektrischer Kraftübertragung haben sich dank recht vernünftiger Stromtarifpolitik eine ganze Reihe von Großkraftwerken im Laufe der letzten Jahre mit eingesetzt. Viele deutsche Textilgroßkonzerne bevorzugen daher den Strombezug in ähnlicher Weise, wie es schon seit langem in Amerika der Fall ist[3]. Sie verzichten wegen der meist hohen Anlagekosten auf eigene Krafterzeugungsanlagen. Es sind im Laufe der letzten Jahre viele und längerfristige Stromtarife abgeschlossen worden. Von wirtschaftlichem Standpunkte aus kommen tatsächlich eigene Stromanlagen hauptsächlich nur da noch in Frage, wo entweder außerordentlich großer Wärmeverbrauch in der eigenen Fabrikation vorliegt, also insbesondere in Färbereien, oder der Fremdstrom zu teuer bzw. die Stromlieferung zu unsicher ist[4]. Der gewaltige Ausbau der Landesstromversorgung, insbesondere der gegenseitige Anschluß und die Unterstützung der Großkraftwerke, die natürlich dort angelegt sind, wo der Rohstoff unmittelbar zur Verfügung steht, geben einem jeden Industriellen die Möglichkeit, durch Anschluß an eine Überlandzentrale für die eigene Fabrikation wirtschaftlich preiswerten Strom zu beziehen.

Bei der Frage, ob ein Heizkraftwerk wirtschaftlich ist, müssen viel genauer als dies schon früher der Fall war, infolge der wesentlich höheren Gestehungskosten alle Unterlagen für den Vergleich, ob Eigen- oder Fremdstrom, zusammengestellt und geprüft werden. Die Hauptsache hierbei ist die genaue Berechnung, ob die zur Verfügung stehende Kohlenwärme bei der Vereinigung der Kraft- und Wärmelieferung vollkommen und wirtschaftlich ausgenutzt wird. Es kommt hierbei vor allem auf das Verhältnis von Kraft- und Wärmebedarf, Heizungsdrucke, Verbrauchschwankungen und Ausgleichmöglichkeiten usw. an. Begünstigt wurde im Laufe der letzten Jahre der Anschluß an Fremdstrom dadurch, daß viele Textilanlagen durch die äußerst günstige Marktlage am Ende ihrer eignen Krafterzeugung waren, vorab größere Neuanlagen zurückstellten und auf diese Weise auf Anschluß bzw. Vergrößerung des Anschlusses an Fremdstrom angewiesen waren. Hierbei muß anerkannt werden, daß durch wesentliche Verbesserungen bei den Freileitung-Kraftübertragungen insbesondere die Störungen im Sommer von Jahr zu Jahr bei Fremdstrombezug geringer geworden sind.

Die Anlagen mit Fremdstrombezug müssen anderseits wieder für wirtschaftliche Heizung, die ja in Textilanlagen sehr reichlich benötigt wird, sorgen. Auf diesem Gebiete haben sich nun elektrisch betätigte Ölfeuerungen, vor allem in kleineren Anlagen, gut eingeführt. Durch Thermostate, die jede beliebige Temperatur in dem Arbeitsraum einstellen lassen, wird durch einen elektrisch gesteuerten Motor die Heizung so durchgeführt, daß die gewünschte Temperatur unbedingt eingehalten wird. Der Thermostat ist ein Kontaktthermometer, welches bei 1° Unterschied sofort anspricht. Derartige Anlagen brauchen praktisch überhaupt keine Bedienung. Auf diese Weise ist die Heizung Tag und Nacht ohne irgendwelche teuren Bedienungskosten möglich. Es steht zu erwarten, daß sich für derartig elektrisch gesteuerte Ölfeuerungen im Laufe der Zeit immer mehr und mehr Freunde finden werden. — Weiter sei ganz allgemein hervorgehoben, daß auf dem Gebiete der Beleuchtung, Lüftung, Befeuchtung usw. durch recht zweckentsprechende neue Leuchten oder durch direkt gekuppelte Apparate ein großer Teil der Textilfirmen die Arbeitsräume immer besser in bezug auf Licht, Luft usw. gestaltet. Je nach der Art der Arbeitsmaschine wird entweder halbindirekte oder direkte Beleuchtung bevorzugt. Eine gute halbindirekte Beleuchtung läßt sich so einrichten, daß störende Schlagschatten vollkommen vermieden werden. Dies ist dort erforderlich, wo man die Fäden, die zum Teil recht dünn sind, gut erkennen muß. Die direkte Beleuchtung ist dort am Platze, wo man entweder die Teile der Arbeitsmaschine, beispielsweise die Nadeln bei der Wirkmaschine, Nähmaschine usw., gut erkennen muß, bzw. das Erzeugnis der Werkzeuge, also z. B. die Maschenbildung auf das genaueste beobachtet werden muß. Für die letzteren Zwecke sind entweder Soffittenlampen von allen möglichen Formen oder Werkplatzleuchten eingeführt. Erwähnt sei beispielsweise auch das schon im Haushalt viel verwertete „Nählicht" für die Nähmaschine. In Färbereien führen sich für Musterungszwecke die Tageslampen immer mehr und mehr ein. Man kann allgemein sagen, daß die Erkenntnis sich immer mehr Bahn bricht, daß durch gutes Licht nicht nur die Quantität, sondern auch die Qualität des Erzeugnisses gebessert wird. Man geht glücklicherweise schon so weit, daß man u. U. in dieser Hinsicht größere Betriebskosten nicht scheut[5].

Im Anschluß an diese allgemeinen Angaben sollen im folgenden noch einzelne Neuerungen bei elektrischen Einzelantrieben kurz gestreift werden[6].

In Spinnereien ist im Laufe der letzten Jahre für Karden-Einzelantriebe eine recht gute neue Lösung gefunden worden, u. zw. durch geringe Umkonstruktion der Trommelseitenfläche. Auf diese Weise kann der Motor auf die Seitenwand der Karde aufgesetzt werden und über ein Zahnradgetriebe an der Trommelwand auf diese unmittelbar treiben[7]. Für den Krempelantrieb, also den Gleichlauf mehrerer Arbeitsmaschinen mit motorischem Antrieb, sind auch eine Reihe von recht guten Ausführungen gefunden worden, die sich insbesondere bei Zwei-, Drei- und Mehrkrempelsätzen mit Drehstromantrieb außerordentlich bewährt haben, indem z. B. die besonders gewickelten und eingestellten Läufer parallel geschaltet werden. Die gleiche Anordnung kommt auch für andere Maschinengattungen in Frage, so z. B. in Tuchfabriken,

[2] Vgl. u. a. ETZ 1927, S. 42, 721, 645, 1143, 1151.

[3] Vgl. „Die Betriebskosten in Baumwollspinnereien und Webereien der Vereinigten Staaten", ETZ 1925, S. 855.

[4] Über die Frage Eigen- oder Fremdstrom hat im Laufe der letzten Jahre u. a. insbesondere Prof. Eberle ausführliche Vorträge gehalten (s. Wärmearchiv 1927, S. 204) „Neuzeitliche Kraft- und Heizanlagen industrieller Werke und ihre Wirtschaftlichkeit" und auch P. Grondorf: „Einfluß der Abdampfverwertung auf die Krafterzeugungskosten", ETZ 1927, S. 1480.

[5] Siehe Bloch, „Mehr Licht" ETZ 1927, S. 530 und Regnault ETZ 1927, S. 1118, wo genaue Angaben über Beleuchtung für die einzelnen Arbeitsräume in Textilanlagen angegeben sind.

[6] Vgl. ETZ 1923, S. 825, 845.

[7] Vgl. E. Baltz u. O. Kääb 1928, Siemens-Z. 1928, S. 377.



wo mehrere Rauhmaschinen oder Naßstreichmaschinen, die im Arbeitsgang hintereinander geschaltet sind, vollkommen synchron miteinander laufen müssen. Meistens werden die zu veredelnden langen Tücher zusammengenäht, und sie müssen ohne Warenausgleich durch die betreffenden Arbeitsmaschinen längere Zeit durchlaufen. Besonderen Anreiz bot uns Elektrikern immer der Ringspinnmaschinenantrieb. Der Drehstrom-Kommutator-Nebenschlußmotor[8] vermeidet bekanntlich die Schwächen der bisherigen Regelantriebe, die von der Netzspannung und vom Drehmoment stark abhängig sind. Gerade diese unangenehmen Eigenschaften der Regelmotoren mit Reihenschlußcharakter machen sich in Spinnereibetrieben sehr bemerkbar. Viele Anlagen haben insbesondere bei Fremdstrombezug keine genau gleiche Netzspannung, und außerdem schwankt das Drehmoment der Ringspinn- und Ringzwirnmaschinen ganz außerordentlich. Im Winter, Montag früh nach längerem Stillstand, kann es bis über 50 % höher sein, je nach der Ausführungform der Arbeitsmaschine. Im Gegensatz zu diesen Reihenschlußcharaktermotoren hat der Drehstrom-Nebenschlußmotor praktisch vollkommen gleichbleibende Drehzahl, ist also von der Netzspannung und dem Drehmoment vollkommen unabhängig. Die Spinnreglerkonstruktionen wurden durchweg von allen Firmen wesentlich verbessert. Kommutatormotoren mit Spinnregler kommen hauptsächlich dort in Frage, wo auf Produktion und Qualität besonderer Wert gelegt wird. Daneben geht nun das Bestreben, als einfachen Antrieb normale Drehstrommotoren entweder mit Anschluß an Netze verschiedener Frequenzen, z. B. 40, 50 und mehr Hz, oder auch mit Stufenscheibenwechsel einzuführen, u. zw. insbesondere dort, wo man mit bestimmten gleichbleibenden Drehzahlen billiger auskommen zu können glaubt. Der Ringspinnmaschinen-Einzelantrieb arbeitet um so wirtschaftlicher, je genauer der Antriebsmotor dem Kraftbedarf der betreffenden Ringspinnmaschine angepaßt ist. Letzterer ist jedoch außerordentlich unterschiedlich und hängt ganz von der Ausführung der Maschine, der Spindelausführung, der Garnart, den Übertragungsmitteln, Tageszeit und sonstigen Umständen ab. Bezüglich dieser Frage sind ausführliche Messungen in der Süddeutschen Baumwolle-Industrie A.-G. in Kuchen an einer Reihe von verschiedenartigen Spinnmaschinen gemacht worden, die einen recht guten Beitrag für diese Fragen bringen. Die Versuche sind in den Mitteilungen des Deutschen Forschungs-Instituts für Textilindustrie in Reutlingen-Stuttgart, Januarheft 1928, zusammengestellt. Es wurden in Kuchen sowohl eine Reihe von verschiedenartigen Spindelausführungen als auch verschiedene Garnnummern und Garnarten, abhängig von der Spindeldrehzahl, im Kraftbedarf genau durchgeprüft. — Im letzten Jahre ist es endlich auch gelungen, z. B. bei Kammgarn-Selfaktoren, auf den Riemenantrieb vollkommen zu verzichten und den Elektromotor unmittelbar auf den Selfaktor-Headstock zu setzen und von dort aus mit Zahnrädern anzutreiben, u. zw. mit einem Differentialgetriebe in dem Wagen. Das Hauptunterschiedliche bei diesem neuen Selbstspinner gegenüber dem bisher üblichen besteht darin, daß die Einleitung der einzelnen Arbeitsvorgänge innerhalb eines Arbeitspieles durch Differentialgetriebe geschieht. Diese sind in die Trommel eingebaut und übernehmen infolgedessen die unmittelbare, fast verlustlose Beschleunigung der Trommeln und Spindeln und ebenfalls das Abbremsen und Abschlagen. Die außerordentlich große Masse im Headstock, die früher bei jedem Arbeitspiel beschleunigt und abgebremst wurde, z. T. 5 ... 6mal in 1 min, also den Hauptanteil im Kraftbedarf ausmachte, wird vollkommen umgangen, der Headstock läuft bei dieser neuen Anordnung mit konstanter Drehzahl, infolgedessen wird der Kraftbedarf wesentlich vermindert, die Beschleunigungs- und Bremszeit gekürzt und an Erzeugung gewonnen. Dieser Selfaktor ist also unabhängig von seinem Standort und verspricht eine außerordentliche Verbreitung des elektrischen Einzelantriebes, zumal bei alten Selfaktoren Umbauten meist möglich sind. Auch die Unterteilung auf zwei Motoren ist gelungen, so daß man nunmehr endlich von dem „Elektro-Selfaktor" sprechen kann. Ähnliche Versuche sind schon früher von Lauth, Harthau, durchgeführt[9], aber leider nicht in den allgemeinen Fabrikationsgang übernommen worden.

Eine große Anzahl von neuen Patenten, Anmeldungen bzw. Gebrauchsmustern deutet darauf hin, daß auch der Zweizylinderselfaktor in Kürze wesentlich verbessert wird. Die Bestrebungen gehen dahin, die jeweilig für Garnart, Garnnummer und Garnqualität erforderliche Spindeldrehzahl-Steigerung mit Regelmotoren bzw. ähnlichem, also nicht wie bisher stufenweise, sondern allmählich zu erreichen. Es gibt glücklicherweise eine große Anzahl von Spinnereien, die nur noch mit elektrischem Selfaktor-Einzelantrieb in ihrer Anlage arbeiten. Nicht unerwähnt bleiben soll an dieser Stelle, daß auch in England der Selfaktorantrieb sich großer Beliebtheit erfreut, und daß größere Anlagen trotz des sonst konservativen Verhaltens eine große Anzahl derartiger Antriebe im Betrieb haben, in einer Spinnereianlage allein 250 Stück. In Bastfaserspinnereien hat Dr. Schneider[10] im letzten Jahre mit seinen Spinnflügelmotoren gute Erfolge erzielt und nach zwölfjährigem eisernen Fleiß nunmehr schon über 9000 Stück in Betrieb. Jeder Spinnflügel wird durch einen Elektromotor von 25 ... 1600 W je nach Teilung und Spindeldrehzahl angetrieben, indem die Spinnflügel unten auf den Wellenstumpf des Vertikalmotors aufgeschraubt sind und die Spule selbst, auf die gesponnen wird, nachgezogen wird. Die Drehzahländerung geschieht durch besondere Frequenzumformer. Die Bestrebungen auf diesem Gebiete gehen nunmehr dahin, insbesondere die ganz großen Flügel zu elektrisieren, weil man bei den groben Teilungen mit dem elektrischen Antrieb die Flügeldrehzahl mindestens auf das Doppelte steigern kann. Die bisher gebauten größten Bastfaser-Spinnmaschinen sind sämtlich mit diesem elektrischen Einzelantrieb ausgeführt.

Auf dem Kunstseide-Spinngebiet war für den Fabrikanten das letzte Jahr ein reines Krisenjahr, während es für den Elektriker von größter Wichtigkeit war, indem die großen Lieferungen an Spinnzentrifugenmotoren international in Betrieb und zur Erprobung kamen. Der Antrieb für das sog. Topfspinnverfahren ist aus vielen Veröffentlichungen zur Genüge bekannt[11]. Umgekehrt zu dem Spinnflügelmotor wird hier der Spinntopf oben auf den Wellenstumpf der Vertikalmotoren von kleiner Leistung aufgesetzt, u. zw. so, daß der Spinntopf bequem ausgewechselt werden kann. Unverbindlich geschätzt laufen von derartigen Antrieben jetzt international nicht ganz 170 000 Stück. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß die Hauptentwicklung des Spinnverfahrens erst 4 ... 5 Jahre alt ist. Die Antriebe haben wegen des Anlaufs der verhältnismäßig großen Massen und infolge der hohen Drehzahl und damit Schwingungserscheinungen Geduld erfordert, bis sie sich für die Praxis, in der es sich außerdem noch um stark säurehaltige Räume handelt, als geeignet herausstellten. Sie haben aber dann im Gegensatz zu den mechanischen Antrieben, z. B. Schnecke, die Feuerprobe glänzend bestanden. Durch Wegfall aller mechanischen Übertragungsteile, wie Welle, Kuppelung, Lager, Getriebe, ist der Kraftverbrauch wesentlich geringer, zumal die Elektromotoren trotz ihrer Kleinheit auch mit einem verhältnismäßig hohen Wirkungsgrad gebaut werden können. Man kann heute sagen, daß die Kunstseide die Naturseide in bezug auf die Fabrikationsmenge längst überholt hat. Es ist zu hoffen, nachdem offenbar die Kunstseideherstellung sich Ende des Jahres infolge Besserung bezüglich der Absatzschwierigkeiten erholt hat, daß nunmehr auch für die anderen Spinnverfahren der elektrische Absatz wieder zunimmt, und daß so manches Vorurteil gegen elektrische Antriebe gerade auf diesem Gebiete verschwindet.

Auf dem Gebiete der Weberei mit zugehörigen Zweigen ist nichts wesentlich Neues zu berichten. Das Schaubild zeigt im Jahre 1927 gegen 1926 fast die dreifache Lieferung an Webstuhlmotoren. Man sieht also deutlich, wie die Webindustrie, nachdem die Absatzschwierigkeiten auch auf diesen Gebieten beseitigt waren, sich von den Vorteilen der Einzelantriebe immer mehr überzeugt hat und zu neuen Bestellungen übergegangen ist. Über Schalter und Sicherungen, Leitungsverteilungen und dgl. ist, abgesehen von den früheren Mitteilungen, auch nichts besonders Wichtiges zu berichten. Schätzungsweise sind bisher von der deutschen Elektroindustrie insgesamt nicht ganz ½ Mill. Webstuhlsondermotoren geliefert worden.

Auf dem Gebiete der Textilveredelung sind neben den vielen Regelantrieben, die in Frage kommen, hauptsächlich die Elektropendelzentrifugen im Laufe der letzten Jahre wesentlich vervollkommnet worden. Gerade für den Massenanlauf eignet sich, wie wir schon vorher bei der Spinnzentrifuge gesehen haben, der unmittelbar eingebaute Elektromotor ganz besonders. Es läßt sich durch die günstige elektrische Beschleunigung gegenüber dem früheren äußerst unsicheren Riemenschlupf an der Schleuderzeit und am Kraftbedarf viel sparen und die Erzeugung erhöhen. Auf der einen Seite geht

[8] Vgl. Stiel, Siemens-Z. 1926, S. 536 u. 1927, S. 703.

[9] G. Rohn, „Die Weltausstellung in Paris 1900", Z. d. V. D. I. 1902, S. 203.

[10] Der elektrische Spinnflügel-Antrieb, ETZ 1923, S. 829.

[11] F. Bunzl-Gecmen, „Die Herstellung von Kunstseide nach dem Viskoseverfahren", Leipziger Monatsschrift für Textil-Industrie 1925, H. 9 u. 10, „Die Elektrotechnik in der Kunstseideindustrie" Siemens-Z. 1925, S. 571.

man mit Schaltuhren, Selbstanlassern usw. so weit, daß der ganze Schleudervorgang von dem Personal nur eingeschaltet wird und alles andere selbsttätig elektrisch vor sich geht, also auch Bremsen, Abstellen usw. Auf der anderen Seite erreicht man das gleiche mit einfacheren Mitteln, indem man feste Anlaßwiderstände einbaut, also die Beschleunigungswärme aus dem Motor in den Widerstand verlegt und auf diese Weise beste elektrische Beschleunigung erzielt. Bei voller Drehzahl ist der eingebaute, feste Widerstand infolge des außerordentlich geringen Kraftbedarfs ohne wesentlichen Einfluß. Auch die neuzeitliche Tauchpumpe mit unmittelbar eingebautem Elektromotor ist in Färbereien, wo meist größte Förderhöhen in Frage kommen, sehr beliebt, da beim Einbau und im Betriebe der Tauchpumpe an Kosten wesentlich gespart wird. Der Durchmesser der Tauchpumpe ist gering, entweder 190 oder 140 mm Dmr. Trotzdem werden große elektrische Leistungen eingebaut, u. zw. 13,0 oder 6,5 kW. Da die Pumpe mit dem Motor direkt gekuppelt im Sumpf der Sonde allseitig von der betreffenden Flüssigkeit umgeben ist, werden an die Konstruktion des Motors scharfe Bedingungen gestellt. Sie muß vor allem allseitig vollkommen geschlossen sein. Auf dem Gebiete der Leitungsverlegung sind für die säure- und dämpfehaltigen Räume in Färbereien ebenfalls bedeutende Fortschritte gemacht. Die Anthygron-Rohrdrähte und die Gummi-Bleikabel und ähnliche Ausführungen bewähren sich für obige Zwecke gut und haben über manche frühere Schwierigkeit hinweggeholfen. An dieser Stelle sei auch noch erwähnt, daß vor allem in heißen und feuchten Räumen sich für die Kraftübertragung bei den elektrischen Einzelantrieben Textilerzeugnisse sehr gut bewährt haben, u. zw. beispielsweise Novotext[12] oder Turbax und ähnliche Erzeugnisse, die nunmehr viel für Zahnräder genommen werden und Metallmaterialien voll ersetzen, nachdem sie schon seit 10 Jahren im Automobilbau ausgeprobt sind. Sie haben auch den Vorteil, daß sie geräusch- und schwingungsdämpfend arbeiten und ein elastisches Bindeglied sind. Sie zeichnen sich ferner dadurch aus, daß sie sich in den heißen bzw. feuchten Räumen nicht mehr ausdehnen oder schwinden, so daß also derartige Anstände, wie sie früher mit anderem Material üblich waren, nicht mehr vorkommen. Das Material ist öl-, wasser- und wärmefest. Die Festigkeit ist gleich der von Eisen. Die Zahnräder müssen jedoch sauber und sorgfältig auf die Wellenstümpfe aufgepaßt werden; bei schlechter Montage nutzen sich sonst infolge der Zähigkeit des Materials der Eisenkeil und die Eisenwelle stark ab.

[12] ETZ 1925, S. 725.

In vorstehendem wurde gezeigt, daß schon manche Elektro-Textilmaschine geschaffen oder im Werden begriffen ist, und dieses dank der sachkundigen gemeinsamen Zusammenarbeit zwischen Textil- und Elektro-Ingenieur. Glücklicherweise haben sich diese Bestrebungen auch auf Normungen ausgedehnt, die bei der unendlich großen Zahl von Fabrikaten unbedingt erforderlich aber um so schwieriger durchzuführen sind. Normblätter für Webantriebe liegen bereits im Entwurf vor, und für Spinnantriebe erscheinen sie in allerkürzester Zeit[13]. Es ist zu wünschen, daß dem Normenausschuß nach diesen ersten Klärungen die übrigen nachfolgenden um so leichter gelängen.

Weiter haben eine Reihe modern angelegter Textilschulen meist mit selbstloser, bereitwilligster Unterstützung der Elektrogroßfirmen dazu beigetragen, dem Textiltechniker richtige elektrische Antriebe schon in jungen Jahren vor Augen zu führen. Es seien u. a. hier erwähnt die 1927 neu errichtete Höhere Fachschule für Wirkerei- und Strickerei-Industrie in Chemnitz mit ihren mustergültigen Einrichtungen und Übungsräumen, die neu gebaute Sächsische Höhere Fachschule für Textilindustrie zu Reichenbach i. Vogtl. und die wesentlichen Erweiterungsbauten mit elektrischer Kraftübertragung im Technikum Reutlingen. Die Schule ist natürlich der geeignetste Platz, unseren deutschen Nachwuchs richtig anzuweisen und für das spätere Leben zu belehren und auszurüsten. Die Bestrebungen gehen in den Schulen auch glücklicherweise dahin, für einen guten Unterricht in der Elektrotechnik zu sorgen, da im heutigen Leben niemand mehr ohne solche Vorkenntnisse durchkommen kann. Bedauerlich ist es jedoch, daß außer ganz vereinzelten Propragandadruckschriften und Vorträgen auf dem Literaturgebiete in letzter Zeit über all diese Fragen sehr wenig erschienen ist, im Gegensatz zu anderen Industriezweigen, in denen durch großzügige offenherzige Veröffentlichungen die Allgemeinheit dauernd Kenntnis von allen Neuerungen und Verbesserungen hat, letzten Endes nicht zum Schaden der in Frage kommenden Industrien.

Willi Mühlens.

[13] „Normung der elektrischen Einzelantriebe für Textilmaschinen, insbesondere Webstühle", ETZ 1927, S. 1466.

Über Schutzarmaturen für Durchführungen und Freileitungs-Isolation.

Von **Harald Müller,** Hermsdorf i. Thür.

Übersicht. Die in neueren Veröffentlichungen der in- und ausländischen Literatur mitgeteilten Versuche mit Schutzarmaturen werden zusammen mit den Ergebnissen besprochen, die im Versuchsfeld der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. durch Versuche mit Schutzarmaturen für Durchführungen und Freileitungs-Isolation gewonnen worden sind. Angaben über die Wirksamkeit solcher Armaturen werden gemacht. Zur Bewertung der in Hermsdorf für Mittelspannungsnetze gewonnenen Erfahrungen werden die Ergebnisse der zusammen mit der Reichsbahndirektion München in deren Versuchstation Pasing durchgeführten Versuche beschrieben, die die Richtigkeit der Hermsdorfer Versuchsergebnisse bestätigen.

Während man bisher in der Isolatorentechnik und im Apparatebau lange Zeit vorwiegend der elektrischen Durchschlagfestigkeit und der mechanischen Bruchfestigkeit der Isolierstoffe besondere Aufmerksamkeit geschenkt hat, wurden neuerdings die bei Überschlägen an Isolatoren und ihren Armaturen als Folge des nachfolgenden Betriebstromes auftretenden Zerstörungen zum Anlaß, auf Abhilfemaßnahmen zu sinnen. Den bisherigen Anstrengungen der Keramik ist es noch nicht gelungen, ein Material zu schaffen, das längere Zeit, bei hohen Stromstärken einige Sekunden lang, der außerordentlich starken, einseitigen Erhitzung des Isolierstoffes durch einen in großer Nähe verlaufenden Lichtbogen standhalten könnte. Hochwertiges Material erträgt den einsetzenden Bogen im ersten Moment ohne schwere Beschädigung. Somit muß die Aufgabe gestellt werden, den Lichtbogen einschließlich seiner Fußpunkte zur Verminderung der Wärmewirkungen so rasch wie möglich von der Isolatorenoberfläche wegzuverlegen, da sonst die Hitze des glühenden Lichtbogens allen betroffenen Teilen, Isolierstoff und Armaturen, bei Freileitungen auch den Seilen, verderblich wird.

Austin[1] hat gelegentlich der Hochspannungskonferenz in Paris, Juli 1927, vorgeschlagen, das Übel an der Wurzel zu packen und die Lichtbogenstromstärke auf ein weniger gefährliches Maß zu drücken, etwa durch Verwendung hölzerner Traversen an Eisenmasten usw. Da dies aber nicht immer möglich ist, bleibt nur mehr der andere bereits angegebene Weg, die Lichtbogenfußpunkte und damit die Lichtbogen selbst durch besondere Schutzarmaturen von der Isolation samt ihren Befestigungsarmaturen wegzuverlegen.

Als erster hat wohl Nicholson[2] als Lichtbogenschutz metallische Schutzringe angegeben, und die von ihm geschilderten Betriebserfahrungen nach Einführung der Ringe sind die denkbar besten gewesen. Die Schutzringe fanden damals Verwendung für Stützenisolatoren. Durch ihre Einführung konnte das unter Einwirkung der Lichtbogen häufige Abspringen der unteren Mäntel der Stützenisolatoren verhindert werden, das den Isolationswert der Glocken stark minderte oder überhaupt vernichtete. In gleicher Weise wurden von Nicholson auch schon für Hängisolatoren je ein Schutzring oben und unten vorgeschlagen.

Die Bemessung der Schutzarmaturen muß nach Grundsätzen geschehen, die den Anforderungen des Betriebes entsprechen. Dieser Umstand bewog die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H., ausführliche Untersuchungen über die Wirkung an Lichtbogenarmaturen durchzufüh-

[1] ETZ. 1928, S. 726. El. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 405.
[2] Proc. Am. Inst. El. Engs. 1910, S. 241. El. World 1911, S. 727. Vgl. a. W. Welcker, El. Kraftbetr. u. Bahnen 1910, H. 15.



ren[3], nachdem die Vervollkommnung ihrer Anlagen Versuche mit hohen Stoßspannungen und großen Stromstärken durchzuführen erlaubte.

Zuerst war die Frage zu klären, welchen Umständen in der Hauptsache die Entstehung von Überschlägen zuzuschreiben ist. Man kann da wohl sagen, daß, abgesehen von einigen besonders schwierigen und vereinzelt dastehenden Fällen, in denen eine außerordentlich starke Verschmutzung der Oberfläche schon bei Betriebspannung bzw. knapp über ihr liegenden Spannungen zum Überschlag geführt hat, als Ursache des Überschlags rasch veränderliche Vorgänge angesehen werden müssen. Auch in den eben erwähnten Ausnahmefällen lassen sich durch geeignete Formgebung Überschläge bei Betriebspannung praktisch beseitigen[4]. Voraussetzung ist natürlich, daß es sich nicht etwa um Abscheidungen handelt, die infolge ihrer chemischen Zusammensetzung eine Zerstörung des Isolierstoffes und damit eine nie wieder zu beseitigende Strombahn schaffen. In der überwiegenden Zahl der Fälle wird also auch bei verschmutzter Isolation die Einleitung eines Überschlages auf rasch veränderliche Vorgänge zurückgeführt werden müssen, wenn auch die zum Überschlag erforderliche Stoß- und Hochfrequenzspannung durch Verschmutzung herabgesetzt werden kann[5].

Die zweckmäßigste Ausbildung der Schutzarmaturen müßte also darauf ausgehen, diejenigen Formen und Ausmaße zu finden, bei denen schon der einsetzende Überschlag frei durch die Luft von Schutzarmatur zu Armatur ohne Berührung der Isolation geht. Diese Forderung führt, zumal für den Fall benebelter Isolatorenoberflächen sowohl für Isolatorenketten als auch für Durchführungen, zu, der üblichen Auffassung nach, viel zu geringen Schlagweiten. Abb. 1 zeigt als Beispiel denjenigen Abstand von Schutzhorn und Korb für eine sechsgliedrige Hängekette, bei dem der rasch veränderliche Überschlag und der nachfolgende Betriebstrom mit Sicherheit frei zwischen den Schutzarmaturen verliefen. Der Gedanke, die Gliedzahl bei einer solchen Kette bei gleichem Abstand der Armaturen verringern zu können, ist nicht ausführbar, weil dann Stoß- und auch Hochfrequenzüberschläge längs der Isolatorenoberfläche verlaufen. Solche engen Einstellungen ergeben sich mit Rücksicht auf die Tatsache, daß zum Überschlag von Ketten wie auch Durchführungen eine u. U. niedrigere Hochfrequenz- als Normalfrequenz-Überschlagspannung erforderlich ist, während bei Schutzfunkenstrecken — und unter diese fallen die Schutzarmaturen — die Verhältnisse gerade umgekehrt liegen. Betrachtet man das als einen Nachteil, so muß man auch auf den Vorteil verzichten, schon den ersten Überschlag frei von der Isolationsanordnung zu bekommen.

Abb. 1. Sechsgliedrige Hängekette mit so eingestellten Schutzarmaturen, daß sowohl die den Überschlag einleitende, rasch veränderliche Spannung als auch der nachfolgende Betriebstrom frei von der Kette gehen.

Abb. 2 und 3 zeigen Kurven, aus denen man für Durchführungen, die etwa mit 5 cm-Kugelfunkenstrecken als Schutzarmaturen ausgerüstet werden sollen, diejenige Schlagweite der Schutzfunkenstrecke ermitteln kann, bei der der Überschlag frei von der Durchführung geht. So hat z. B. Durchführung 16 eine Hochfrequenzüberschlagsspannung von 300 kV_{max}. Also muß die Schutzfunkenstrecke mit 5 cm-Kugelelektroden so eingestellt werden, daß ihre Überschlagsspannung bei Hochfrequenz gleicher Art niedriger liegt als die der Durchführung, das hieße nach Abb. 3 etwa 40 cm Schlagweite. Wegen der mit dieser verhältnismäßig engen Einstellung verknüpften Erscheinungen sei auf die schon erwähnten Mitt. Hermsd.-Schomb. H. 41/42, verwiesen. Wie man sich überhaupt zu dem Problem der Ausrüstung von Durchführungen mit Schutzarmaturen stellen soll, ist sehr schwer zu sagen. Zweifelsohne ist der Wunsch berechtigt, einen so wichtigen Anlageteil wie eine Durchführung vor Lichtbogeneinwirkungen zu schützen. Bei richtiger Bemessung der Schutzfunkenstrecke wird die Schutzwirkung auch eintreten. Eine zu knappe Bemessung der Armaturen kann aber ganz besonders gefährlich werden, wenn nämlich die Fußpunkte des Lichtbogens so dicht an der Durchführung und ihrer Befestigungsarmatur zu liegen kommen, daß eine starke Hitzeeinwirkung auf den Isolierstoff eintritt. Bei senkrecht stehenden Durchführungen ist diese Gefahr besonders naheliegend. Will man die von mancher Seite[6] als gefährlich angesehene Ausstattung der Durchführungen mit Schutzfunkenstrecken vermeiden, so kommt die Schaffung eines schwachen Punktes in der Nähe der schützenden Apparate in Frage[7]. Nach Auffassung des Verfassers müßte man bei Durchführungen dann, wenn man an ihre Ausstattung mit Schutzarmaturen gehen will, diese unbedingt so eng einstellen, daß ein vollkommener Schutz eintritt, da sonst durch die Armatur eher eine Gefährdung als ein Schutz zu erwarten ist.

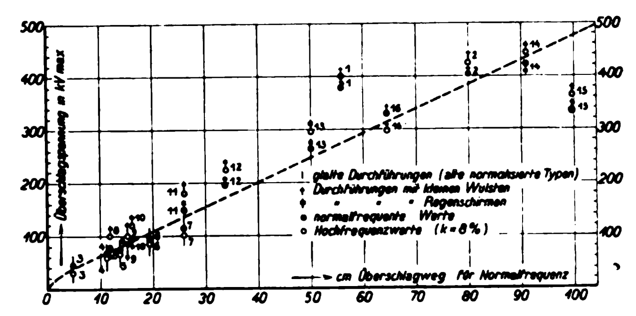


Abb. 2. Überschlagsspannung verschiedener Durchführungen über dem Überschlagweg des normalfrequenten Überschlags aufgetragen. (Die Kurve ist den Mitt. Hermsd. Schomb. H. 41/42 entnommen, wo auch die näheren Daten der Durchführungen in Tafel I und II zu finden sind.)

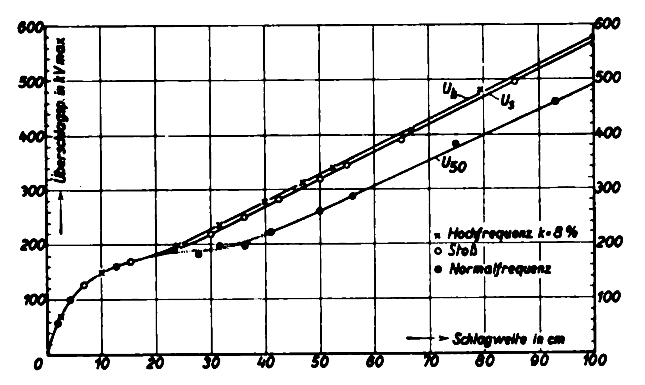


Abb. 3. Überschlagsspannungen einer 5 cm-Kugelfunkenstrecke bei Hochfrequenz loserer Koppelung ($k = 8\%$, U_h), bei Stoß (U_s) und bei 50 Hz (U_{50}).

Anderseits darf man nicht vergessen, daß nicht nur in Deutschland, sondern auch in Amerika bislang immer der Sicherheitsgrad der Freileitungen ein höherer als der der Apparate gewesen ist, so daß sich dann alle Überspannungen über die Schutzfunkenstrecke der Durchführungen ausgleichen werden.

Bei der Isolation der Freileitungen liegt die Frage einfacher. Dort wird man sich meistens damit abfinden können, daß der erste Überschlag über die Isolatoren erfolgt. Es kommt nur darauf an, den nachfolgenden Erdschluß- oder Kurzschlußstrom von der Kette fernzuhalten. Gerade unter Nebel dürfte, zumal bei leicht verschmutzten Isolatoren, schon der erste, seiner Natur nach rasch stoßartige oder hochfrequente Überschlag immer längs der Isolation verlaufen. Wenn sie aus einwandfreiem Material besteht, ist sie dieser Beanspruchung wohl in den weitaus meisten Fällen gewachsen. Bei direkten Blitzschlägen oder in deren unmittelbarer Nachbarschaft sind allerdings Zerstörungen auch ohne nachfolgenden Betriebstrom zu befürchten[8].

Aus den während einer langen Zeit und von verschiedenen Beobachtern durchgeführten Messungen und Kurzschlußversuchen im Hermsdorfer Versuchsfeld hat

[3] Har. Müller, Mitt. Hermsd. Schomb. 1928, H. 41/42.
[4] Mitt. Hermsd. Schomb. 1926, H. 29/30, S. 39; ferner H. Bechdoldt, Mitt. Hermsd. Schomb. 1928, H. 38, S. 24.
[5] Mitt. Hermsd. Schomb. 1928, H. 41/42, S. 27, Tafel III.
[6] VDE-Fachbericht-Heft 1928, S. 69, Diskussion zum Fachbericht von Har. Müller, Schutzfunkenstrecken bei Durchführungen.
[7] S. a. El. World Bd. 92, S. 163.
[8] K. Draeger, ETZ 1928, S. 785.



sich nun ergeben, daß zu knapp bemessene Armaturen nicht die erhoffte Schutzwirkung bringen. Außerdem ist es unbedingt erforderlich, Schutzarmaturen oben wie unten an den Ketten anzubringen. Es besteht nämlich die Gefahr, daß bei Fehlen der oberen Armatur bei Spannungsstoß ein Abschlagen des Tellers des oberen Isolators eintreten kann. Dadurch ist dem Lichtbogen die Möglichkeit gegeben, entweder an den Klöppel des beschädigten Gliedes oder an die Aufhängeöse zu gelangen. Steht der Lichtbogen nur einige Zeit, so kann der Klöppel oder die Aufhängeöse wegschmoren, und die Kette fällt herunter. Zum mindesten aber kann ein so vollkommenes Verschweißen der Armaturen eintreten, daß die Kette teilweise ihre Beweglichkeit verliert, ein Umstand, der für ihre Betriebsicherheit nachteilig werden kann. Ph. Sporn[9] zeigt eine gelegentlich von Versuchen an 132 kV-Leitungen beschädigte Kette ohne Schutzarmaturen am oberen geerdeten Kettenende, bei der der obere Isolatorteller vollkommen weggeschlagen wurde. Im Gegensatz hierzu weist eine mit Horn oben und Ring unten ausgestattete Kette keine Beschädigungen auf, während man an dem Schutzring die sehr kräftige Schmorstelle erkennt, die der Kurzschlußlichtbogen hinterlassen hat.

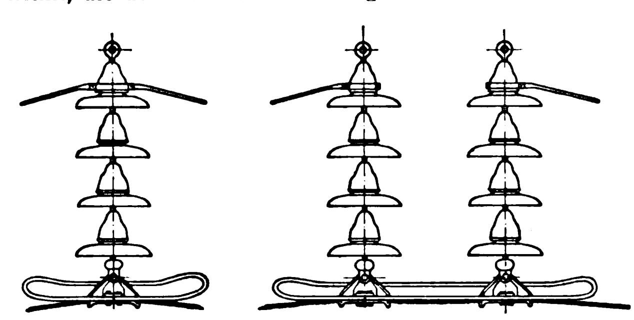


Abb. 4. Amerikanische Schutzarmaturenformen; Horn oben, Ring unten; man beachte die längliche Form des Ringes mit den aufgebogenen, stark gekrümmten Enden.

Damit berühren wir die Frage der Art der Schutzarmaturen. Nach den Auffassungen der Amerikaner sind am Kettenaufhängepunkt Schutzringe nicht so wirksam wie Hörner. So hat Hawley[10] auf der schon erwähnten Internationalen Hochspannungskonferenz den Standpunkt vertreten, daß durch Schutzhörner am Aufhängepunkte das Entlangkriechen der Hochfrequenz oder Stoßwelle längs der Kettenoberfläche besser unterdrückt werde als durch Körbe. Nach unseren neueren Erfahrungen ist allerdings die gewünschte Wirkung von einem einzigen Schutzhorn wenigstens bei langen Ketten nicht unbedingt vorhanden. Der Kurzschlußlichtbogen findet trotz Vorhandensein eines Hornes sehr leicht die Möglichkeit, sich an der Kappe des obersten Gliedes oder dem Aufhängepunkt der Kette festzufressen. Abb. 4 zeigt amerikanische Schutzarmaturen für Einfach- und Doppelketten[11]. Wenn hier das Horn gute Wirkungen zeigt, so liegt das daran, daß die Hörner außerordentlich kräftig sind und weit ausladen. Eine genügend große Entfernung des Lichtbogenfußpunktes von der Isolatorkette ist der die Schutzwirkung des Hornes bedingende Faktor. Die längliche Ausgestaltung des Schutzringes am Seilende der Kette stellt an sich eine Unterstützung des Bestrebens des Lichtbogens dar, nach dem Hornende hin zu wandern, kann aber den Fußpunkt des Lichtbogens über dem Seil festlegen.

Zur Frage der Schutzarmaturen bedeuten die kürzlich von Björgerd[12] veröffentlichten Lichtbogenversuche an Ketten mit Schutzarmaturen eine wesentliche Bereicherung unserer Kenntnisse über die Wirkamkeit verschiedener Armaturen. Die Versuche erstreckten sich auf Untersuchungen an Ketten mit Schutzkörben, Horn und Korb, größerem Horn und kleinerem Horn. Bei zwölf Versuchen mit vier- bis fünfgliedrigen Kappenisolatorenketten mit je einem Schutzkorb oben und unten ging selbst bei Wind der Lichtbogen in den meisten Fällen vollkommen frei von der Kette, nur in drei Fällen kamen leichte Beschädigungen des Porzellans vor. So suchte sich bei einer siebengliedrigen Kette, die mit Ringen von 57 cm Dmr. ausgestattet war, der Lichtbogen an die Metallarmaturen der mittleren Isolatorenglieder anzuklammern, während er in den beiden anderen Fällen durch den Wind durch die Kette getrieben wurde und dabei die Isolatorenteller und ihre Kappen leicht beschädigte.

Eine zweite Versuchsreihe befaßte sich mit fünfgliedrigen Kappenketten mit Schutzring oben und langem Horn unten am Seil. Der Lichtbogen wanderte von einer Hornspitze durch die Kette zur anderen, er zeigte Neigung, an der Kette zu kleben. Wenn in diesen Fällen auch nur leichte Beschädigungen auftraten, so änderte sich das Bild sofort, wenn die Kette nur ein langes Horn am Seil erhielt. Beschädigungen mehrerer Glieder, besonders der Kappe des oberen Gliedes, an der der Lichtbogen festsitzt, stellten sich ein. Ersetzte man das große Horn durch ein kleines, so traten in allen Fällen starke Beschädigungen der Isolatoren ein, weil sich der Lichtbogen dicht an die Kette anklammerte. Besonders der oberste und unterste Isolator weisen starke Beschädigungen auf. So wurde auch eine zweigliedrige Motorisolatorenkette mit doppelkeramischem Schirm bei Verwendung eines kleinen Hornes am Seil und bei ungeschütztem Aufhängepunkt schwer beschädigt; Schirme sprangen weg, die Kappen verschmorten.

Björgerd fordert zusammenfassend Schutzring oben und unten. In zweiter Linie kommen weitausladende Hörner in Frage, obwohl deren Spitzen dem Lichtbogen starke Nahrung geben und ihn so zum Stehen bringen. Kurze Hörner sind unbedingt zu verwerfen, weil sie den Lichtbogen eher auf die Isolatoren hintreiben als ihn davon abziehen.

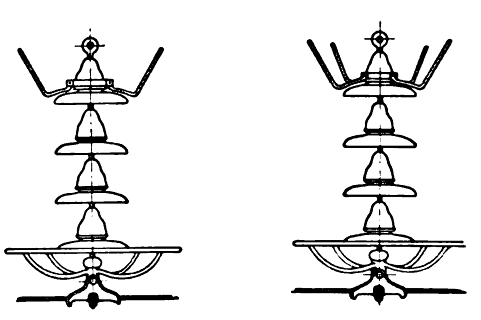


Abb. 5a. Schutzring am Seil, einfaches oder doppeltes Hornpaar an der Traverse.

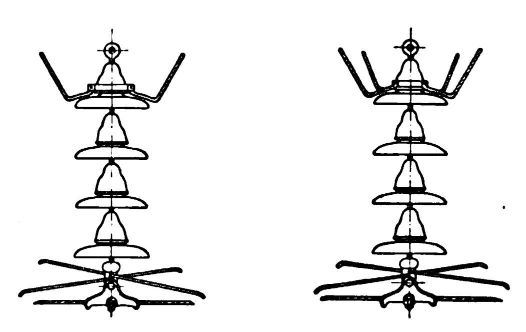


Abb. 5b. Hornkreuz am Seilende, einfaches oder doppeltes Hornpaar an der Traverse.

Zwischen den Feststellungen von Björgerd und der von Hawley vorgebrachten Auffassung hinsichtlich des Schutzwertes des oberen Ringes bestehen Unterschiede, die vielleicht durch folgenden Hinweis eine Erklärung finden können: Wenn man einen zu kleinen Schutzring oben verwendet oder den oberen und unteren Schutzring gleich groß wählt, ist durchaus die Möglichkeit gegeben, daß der Lichtbogen in die Kette hineinwandert. So ergaben Lichtbogenversuche in Hermsdorf an einer zwölfgliedrigen Hängekette[13] mit Schutzring unten und oben, daß der Lichtbogen durchaus nicht frei zwischen den Ringen entstand sondern an der Kette klebte, obwohl das Verhältnis Durchmesser der Schutzringe zum Abstand nach den bisherigen Anschauungen als durchaus genügend zu betrachten ist. Eine Vergrößerung des Durchmessers des unteren Ringes führt nach bei anderer Gelegenheit gewonnenen Ergebnissen zum Ziel. Absichtlich wurde bei dem eben gegebenen Auszug aus dem Björgerdschen Bericht nicht jeweils erwähnt, ob der Lichtbogen von selbst abgerissen ist oder

[9] J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 47, S. 105.
[10] El. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 405.
[11] Abbildung einer solchen Armatur z. B. bei Sporn, vgl. Fußnote 9.
[12] Th. Björgerd, Tekn. Tidskr., Elektrot., 1928, S. 172.

[13] Mit Rücksicht darauf, daß die Anlagen des Versuchsfeldes Hermsdorf einen Lichtbogen von mehreren Meter Länge nicht aufrecht zu erhalten gestatten, wurden alle Ausmaße proportional verkleinert und auch Isolatoren gewählt, deren Durchmesser und Baulänge entsprechend kleiner waren. Die untersuchte 12gliedrige Kette bestand aus Kleinkappen-Isolatoren der Type Ha 364a kurzer Baulänge (100 mm bei 170 mm Teller-Dmr.), die mit Ringen von 40 cm Dmr. ausgestattet waren. Oberer und unterer Isolator waren durch die Ringe geschützt. Der Ringabstand betrug 1,05 m. Bei dieser Kette konnte der Lichtbogen u. U. mehrere Sekunden aufrecht erhalten werden.



nicht[14]. Es gelingt auch nicht recht, eine Gesetzmäßigkeit herauszufinden. Deshalb wohl begnügt sich Björgerd nur mit der Feststellung der bei den einzelnen Versuchen eingetretenen Umstände.

In Hermsdorf ist inzwischen eine Schutzarmaturenform entwickelt und durch Versuche als wirksam belegt worden, wie sie in Abb. 5a und b dargestellt ist. Durch die Ausbildung der Hörner wird erreicht, daß die glühenden Fußpunkte des Lichtbogens so gerichtet sind, daß sie den Lichtbogen durch die von ihnen ausgehende Wärmewirkung eine Beschädigung des Isolierstoffes zu verhindern. Ferner muß die Richtung, in der die Elektronen aus dem Glühkrater herausgeschossen werden, vom Isolator abgewandt sein. Abb. 8 bestätigt das eben Gesagte. Man sieht, daß der Lichtbogen sogar einen scharfen Knick aufweist, weil die Elektronen aus den beiden Glühpunkten geradlinig wegfliegen. Als weitere Forderung kommt noch für Hängeketten hinzu, daß der Lichtbogen schräg gestellt wird. Sein



Abb. 6. Lichtbogenüberschlag an einer 6gliedrigen Hängekette mit Schutzhorn am Seil. Die Kette war zur Einleitung des Überschlages mit einem dicht an ihrer Oberfläche entlang gebunden Draht überbrückt (Reste davon sind noch an den Kappen, wo der Draht nicht verdampft ist, zu sehen). Der Lichtbogen wanderte sofort nach der Hornspitze ab, so daß die Kette frei von ihm wurde.



Abb. 7. Kurzschlußlichtbogen an einem Motorisolator, bei dem die Enden der Leitungsklemme als kurze Hörner ausgebildet sind. Diese kurzen Hörner sind unwirksam.

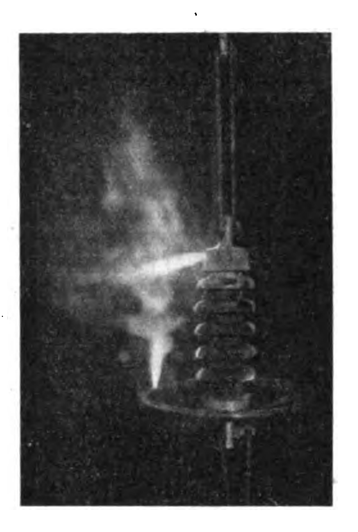


Abb. 8. Kurzschlußlichtbogen an einem Schirmstabisolator mit Schutzring. Der Lichtbogen weist einen Knick auf, der durch die Lage der die Fußpunkte des Lichtbogens bildenden Krater bedingt ist.

bogen frei von der Kette in den Raum schießen. Mit der in Abb. 5 dargestellten Form kommen wir auf die zweite von Björgerd behandelte Anordnung: Schutzhorn am Seil. Die von ihm gefundenen Tatsachen, daß lange Hörner wirksam sind, während kurze Hörner am unteren Kettenende eher schädlich sein können, bestätigen unsere Ergebnisse, die durch Abb. 6 und 7 belegt werden. Am langen Horn wandert der Lichtbogen nach außen und schafft sich auf dem Pilz einen Fußpunkt. Interessant ist, daß der durch Zufall am schnellsten glühend werdende Punkt auch noch weiter Fußpunkt bleibt, obwohl vom dynamischen Gesichtspunkt aus etwa der höchste Punkt des Pilzes und ein Außenpunkt des oberen Hornes an sich die bevorzugte Lage des Fußpunktes geben müßte. Abb. 7 bestätigt die Erfahrungen Björgerds mit kurzen Hörnern. Der Lichtbogen bleibt fest an der unteren Kappe des Isolators stehen, obwohl man gerade annehmen müßte, daß der für seinen Weg nicht günstige, tief heruntergezogene, untere keramische Schirm ihn veranlassen könnte, zu den hornartig ausgebildeten Leitungsklemmen zu wandern. In gleicher Weise tritt auch bei Kappenisolatoren bei kurzen Hörnern ein Kleben des Lichtbogens am unteren Klöppel ein und bringt diesen zum Abschmelzen, falls die Stromstärke hoch genug und die Einwirkungsdauer des Lichtbogens genügend lang ist.

Nach allen in Hermsdorf durchgeführten Versuchen zu urteilen, ist das Hauptproblem, das bei der Ausbildung der Lichtbogenarmaturen zu lösen ist, weniger ein dynamisches als vielmehr ein ionentheoretisches und thermisches. Es muß, wie bereits erwähnt wurde, einerseits dafür gesorgt werden, daß die weißglühenden Krater — als solche sind die Lichtbogenfußpunkte zu bezeichnen — weit genug von der Isolationsanordnung entfernt liegen, um

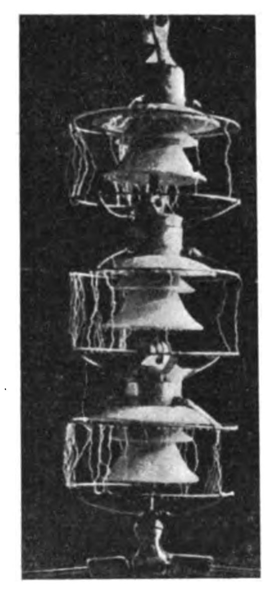


Abb. 9. Hängekette mit Zwischenringen aus dem Jahre 1911 (Turiner Internat. Elektr. Kongreß).

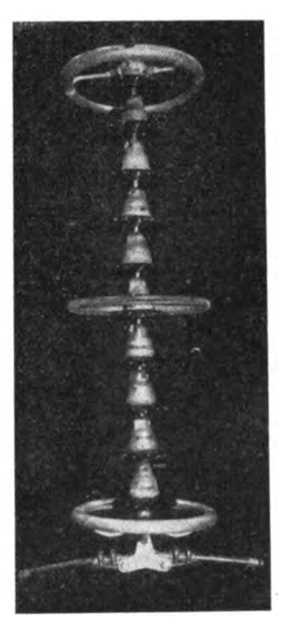


Abb. 10. 10gliedrige Kette aus Großisolatoren mit Zwischenring.

unterer Fußpunkt soll weiter von der Kette entfernt liegen als der obere. Dadurch kann die glühende Luft der Lichtbogenbahn nach oben steigen und so die Länge des Lichtbogens vergrößern und ihn somit schwächen, ohne daß durch Auftreffen auf Metallteile, etwa die obere Schutzarmatur, eine Wiederverkürzung eintritt, wie sie in solchen Fällen auch von Björgerd beobachtet worden ist.

Ein Weg für Ketten großer Baulängen, wo leicht ein Hereinschlagen des Lichtbogens nach den mittleren Gliedern der Kette eintritt, ergibt sich beim Aufgreifen eines von W. Weicker[15] in einem Vortrag auf dem Turiner

[14] Bei den Lichtbogenversuchen an den verschiedenen Stellen haben sich Differenzen ergeben, die ihren Grund in den verwickelten Vorgängen beim Wechselstromlichtbogen haben (s. Gehlhoff, Lehrbuch der Techn. Phys., Leipzig 1926, Bd. 2, S. 1018, ferner Geiger-Scheel, Handb. d. Phys. Bd. 14, Berlin 1927). Wenn man an den außerordentlichen Einfluß denkt, den der dem Lichtbogen, sei es in Gestalt von Widerständen, Drosseln, Transformatoren oder Leitungen, vorgeschaltete Widerstand hat, und man nicht ohne weiteres bei dem Kurzschlußlichtbogen voraussagen kann, ob er in der „ruhigen Zone" oder in der „unruhigen Zone" brennt, oder ob er als „zischender Bogen" anzusehen ist, so ist durchaus erklärlich, daß Ergebnisse, die in dem einen Fall günstig sein können, im anderen durchaus nicht eintreffen. Wichtig scheint zu sein, daß man mit den ungünstigsten Fällen rechnen muß, da man im Betrieb nie weiß, ob günstige Bedingungen vorliegen oder nicht. Nach allen bisherigen Erkenntnissen muß man der Lichtbogenstromstärke das Hauptgewicht beimessen.

[15] W. Weicker, Überspannungschutz bei Freileitungs-, insbesondere Hänge-Isolatoren. Congresso Internazionale delle applicazioni elettriche, Torino, Sept. 1911, gedruckt bei Vincenzo Bona, Turin.

Internationalen Elektrotechnischen Kongreß wohl erstmalig ausgesprochenen Gedankens, den Überschlag längs Ketten zu unterteilen. Abb. 9 zeigt eine Originalabbildung aus dem Turiner Vortrag. Man kann die zwei Schutzringe an jeder Isolatorkappe zu einem einzigen zusammenziehen, wenn man entsprechend große Ringe verwendet. Abb. 10 zeigt eine neuzeitliche zehngliedrige Hängekette aus Großisolatoren für 220 kV Betriebsspannung mit einem Zwischenring. Da mit der 1,5 Mill kV-Stoßanlage des Versuchsfeldes eine solche Kette, die etwa bei $1,7 \cdot 10^6$ kV_{max} Stoß überschlägt, nicht zu überschlagen ist, und auch einwandfreie Kurzschlußversuche nicht möglich sind, wurden Vergleichsversuche an einer Modellkette durchgeführt. Abb. 11 a ... c zeigen den Stoßüberschlag einer Kette bei Nebel mit keinem, einem bzw. zwei Schutzringen zwischen den Endringen. Bei den Kurzschlußversuchen trat bei Vorhandensein von einem ebenso wie bei zwei Zwischenringen das Abwandern des an der Kettenoberfläche eingeleiteten Kurzschlußlichtbogens nach den Ringen ein. Beim Fehlen jeglicher Zwischenringe blieb der Lichtbogen an der Kette kleben und sprengte binnen kurzem den Schirm weg. Abb. 12 a .. c zeigen die Ketten der Abb. 11 nach bzw. im Kurzschlußlichtbogen.

Abb. 11 a. Stoßüberschlag an einer 12gliedrigen Kette mit Schutzring oben und Schutzkorb unten.

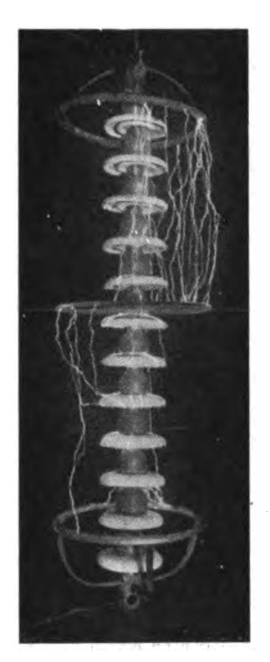


Abb. 11 b. Stoßüberschlag an der gleichen Kette nach Einfügen eines Zwischenringes.

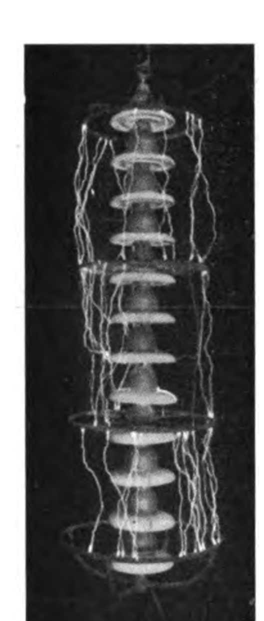


Abb. 11 c. Stoßüberschlag an der gleichen Kette nach Einfügung zweier Zwischenringe.

Die Stoßüberschlagsspannung der Ketten betrug in allen drei Fällen 680 kV_{max}.

Besonderes Augenmerk ist der Ausbildung der Schutzarmaturen für Mittelspannungsnetze zuzuwenden. Man hat hier infolge der kurzen Baulänge der Ketten, die oftmals sogar nur aus einem Gliede bestehen, vor allem daran zu denken, daß die Schutzarmaturen nicht Sitzplätze für Vögel werden dürfen, um dadurch mögliche Kurzschlüsse zu vermeiden. Daraus ergibt sich, daß Ringe vermieden werden müssen, denn bei diesen ist die Gefahr besonders groß. Will man sie verwenden, so muß man ihre Oberfläche mit Zacken ausrüsten. Eine günstige Form für Hängisolatoren stellt Abb. 13 dar. Die Abbildung zeigt die Armaturen an Knüppelisolatoren. In gleicher Weise lassen sie sich an Kappenisolatoren befestigen. Wegverlegung der glühenden Fußpunkte des Lichtbogens von der Isolation und den Kappen und Richtung der glühenden Krater so, daß die aus ihnen herausschießenden Elektronen von der Isolatoroberfläche wegfliegen, haben diese Armaturenform bestimmt.

Durch beim Bahnstrom-Unterwerk Pasing gemeinschaftlich mit der Reichsbahndirektion München durchgeführte Versuche wurde auch für sehr große Kurzschlußstromstärken die Richtigkeit der Formgebung erwiesen. Auch die von der Hescho entwickelte Blasspule[16], deren Zweck ist, die Fußpunkte der Lichtbogen möglichst rasch vom Isolator und seinen Armaturen nach der Hornspitze zu verlegen, erfüllte ihre Aufgabe vollkommen. Welche Bedeutung die Verlegung der Lichtbogen-Fußpunkte und die damit erreichte Fernhaltung des Lichtbogens vom Isolierkörper hat, zeigen einige Angaben über die Pasinger Kurzschlußversuche. So wurde der Isolator in Abb. 13 bei gleichzeitiger betriebsmäßiger mechanischer Belastung einem Kurzschlußlichtbogen von 1,5 s bei 2500 A Dauerkurzschlußstromstärke ausgesetzt. Der Isolator blieb völlig intakt, weil der Lichtbogen sofort nach außen wanderte, obwohl er durch einen spiralig um den Schaft gewickelten Überbrückungsdraht eingeleitet wurde. Interessant war dabei zu beobachten, daß der Lichtbogen nicht den kürzesten Weg zwischen den Hornenden wählte, sondern zunächst in Richtung der oberen Hörner und der kurzen nach unten gekrümmten Spitze der unteren Hörner verlief. Diese Erscheinung war auch auf Grund der hier angestellten Vorüberlegungen zu erwarten.

Der Schirmstabisolator in Abb. 14 ist einem zweimaligen Lichtbogenversuch ausgesetzt worden und hat beide Versuche überstanden. Erst beim zweiten Versuch sprang eine kleine Ecke aus dem Schirm am weitesten links ab, wie auf dem Bilde auch zu sehen ist. Die beiden



Abb. 12 a. 12gliedrige Kette mit Schutzring oben und Schutzkorb unten nach einer Kurzschlußlichtbogen-Einwirkung von mehreren Sekunden.



Abb. 12 b. Dieselbe Kette mit einem Zwischenring im Kurzschlußlichtbogen.



Abb. 12 c. Dieselbe Kette mit zwei Zwischenringen im Kurzschlußlichtbogen.

[16] Angegeben von Dipl.-Ing. Halbach, Hescho.

Kurzschlüsse dauerten je 1,5 s. Infolge der hohen Stromstärken reißt der Lichtbogen nicht ab, sondern wird durch Auslösen des Ölschalters abgeschaltet. Auch bei diesen Versuchen wurde der Lichtbogen durch einen Überbrückungsdraht eingeleitet, der hier, um den ungünstigsten Fall zu untersuchen, auf der Unterseite des Abspannisolators an dessen Schirm und den Strunk eng angedrückt wurde.

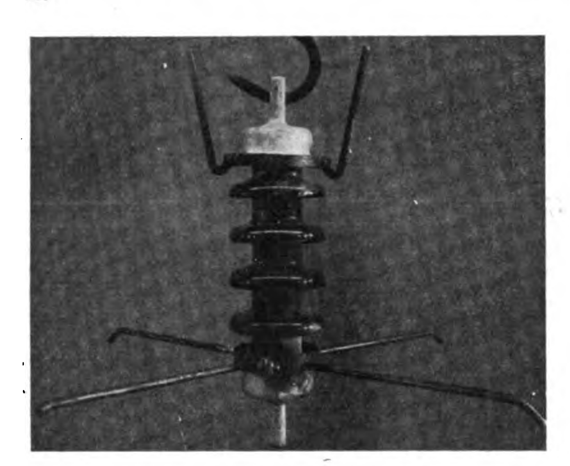


Abb. 13. Schirmstabisolator mit Einfachhornpaar an der Traverse und Hornkreuz am Seilende. Einer der in der Versuchstation Pasing R.B.D. München im Kurzschlußlichtbogen gefahrenen Isolatoren mit seiner Schutzarmatur.

Abb. 15 zeigt einen mit der Hescho-Blasspule ausgestatteten Isolator. Bei diesem wurde ebenfalls der Lichtbogen durch einen an die Unterseite des Abspannisolators angedrückten Draht eingeleitet. Der Lichtbogen schoß sofort hoch und wurde nach 1,5 s abgeschaltet, ohne daß am Isolator irgendwelche Beschädigungen aufgetreten waren. Diese günstige Wirkung der Schutzarmaturen erhält noch besonderen Wert durch Vergleich mit der an unarmierten Isolatoren festgestellten Tatsache, daß Stabisolatoren ohne Schutzarmatur schon bei Zeiten unter 1 s dem Kurzschlußlichtbogen zum Opfer fallen.

Ein wesentlicher Punkt bei der Ausgestaltung der Schutzarmaturen für Abspannlage sowohl für Einzelisolatoren als auch für Ketten ist die Ausbildung als Doppelhorn, das mit seinen Enden seitlich über den Isolator hinausragen muß. Dadurch wird erreicht, daß sich der Lichtbogen, der sich nach oben zu ausbildet, nicht seitlich an irgendeinem Kappenpunkt an den Kettenenden bzw. den Kappen des Einzelisolators festsetzen kann, wie das ohne Schutzarmaturen in Hermsdorf oft der Fall gewesen ist, sondern daß er dann, wenn er etwa die Neigung dazu zeigt, bei der Ausbildung zum Bogen auf darüber liegendes Metall trifft. Nach den schon erwähnten Erfahrungen von Björgerd und auch den unsrigen verlegt der Lichtbogen in solchen Fällen seinen Fußpunkt auf dieses Metall, weil er dadurch seine Länge um ein wesentliches verkürzen kann. Es scheint sich der Vorgang so abzuspielen, daß ein Anheizen des im Lichtbogenwege liegenden Metalls erfolgt und nach Erreichen einer genügend hohen Temperatur sich ein neuer Emissionskrater an diesen Metallteilen ausbildet. Der zwischen den nunmehr übereinander liegenden Fußpunkten, dem alten Krater seitlich am Isolator und dem neuentstandenen am Horn, stehende Lichtbogenteil ist dann durch das parallel liegende Schutzarmaturenstück überbrückt und erlischt, so daß dann der Lichtbogen nur noch zwischen Horn und Horn besteht.

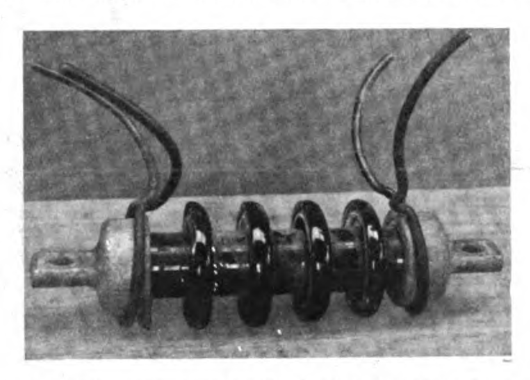


Abb. 14. Schirmstabisolator in Abspannlage mit Doppelhornpaar, zweimal im Kurzschlußlichtbogen in Pasing gefahren.

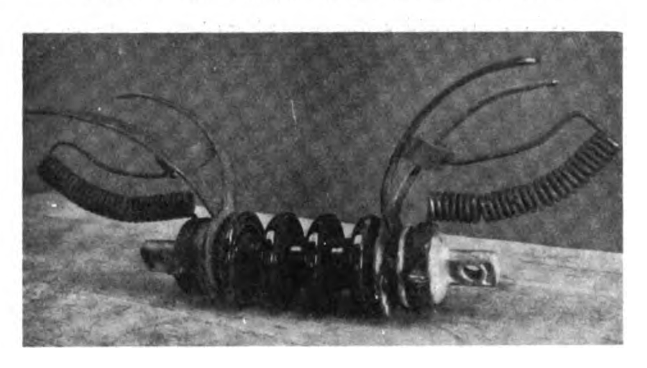


Abb. 15. Schirmstabisolator in Abspannlage mit der Hescho-Blasspule.

Bericht über die 25. Hauptversammlung des Verbandes deutscher Verkehrs-Verwaltungen e. V. und die Straßenbahnausstellung in Essen.

Von Dipl.-Ing. **Erich Auerbach**, Barmen.

(Schluß von S. 1853.)

Für die Ausbesserung von Ankern bringt der Glimmerfräsapparat der Dortmunder Straßenbahn eine bedeutende Arbeitsersparnis. Mit seiner Hilfe hat man den Glimmer von 147 Lamellen eines Kommutators, die 90 mm lang waren, 2 mm tief in 40 min herausgefräst. Eine Neuerung zur Ausbesserung von Gelenkteilen, die bisher stets neu angeschafft wurden, sind die Walterbüchsen von Krause & Co., A.-G., Berlin W 8. Es sind gehärtete Büchsen zur Aufnahme von Bolzen, der Länge nach konisch geschlitzt, in die ein dazu passender konischer Stift fest eingetrieben wird, so daß ihre Außenwandung an die Innenwandung des Bohrloches spielfrei angepreßt wird. Die beiderseits vorstehenden Enden des Stifts werden dann abgemeißelt. Für die Abmessungen beträgt die Genauigkeit der Passung 0,03 mm. Dieser sinnreichen kleinen Neuerung werden, besonders für Bremsgestänge, so erhebliche Vorteile nachgerühmt, daß ihre Erwähnung berechtigt erscheint. Sehr interessant ist der Kraftschnellhobler von Lange & Geilen, Halle, durch den Einbau eines Preßölgetriebes für stufenlose Regelung der Schnittgeschwindigkeit in sehr weiten Grenzen ohne Stillsetzen der Maschine. Die gewünschte Änderung wird durch Drehen eines Handrades vorgenommen, die eingestellte Hubzahl, die gemäß einer beigegebenen Zahlentafel einer bestimmten Schnittgeschwindigkeit entspricht, kann von einem Zahnrad abgelesen werden. Durch die schnelle Anpassung und den Wegfall häufigen Auswechselns, wie es früher beim Wechselrädergetriebe nötig war, ergibt sich erhöhte stündliche Spanabgabe. Zum Reinigen und Entwässern von Ölen benutzt Krupp eine Zentrifuge an Stelle der sonst verwandten Filterpresse. Vier Typen, deren Trommelumlaufzahlen bei steigender Größe fallend zwischen 10 000 und 5500 betragen, überdecken einen Bereich von 50 ... 4000 kg Stundenleistung. Da sie bei heiß durchlaufenden Ölen am besten arbeiten, kann eine Heizschlange zum Anwärmen in den Ölbehälter gelegt werden.

Der Trocknung von Bremssand dient die Trockentrommel „Zwerg", so genannt wegen ihres geringen Raumbedarfs von der C. G. Mozer, A.-G., Göppin-

gen. Zwei ineinander liegende fest miteinander verbundene konische Trommeln aus starkem Eisenblech werden in Drehung versetzt und bewirken selbsttätig die Sandförderung vom Augenblick der Aufgabe bis zur Entnahme. Der Sand durchwandert zusammen mit durch Druck hereinbeförderten Heizgasen zunächst die Innentrommel, wendet am Ende derselben und kehrt durch die Außentrommel in entgegengesetzter Richtung zurück.

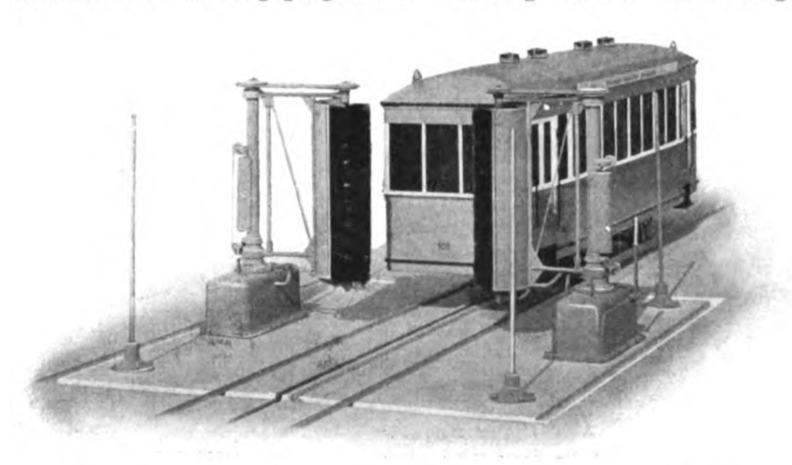


Abb. 9. Selbsttätige Wagen-Waschmaschine für Straßenbahnen und Vollbahnen.

Durch schraubenförmig im Trommelinnern angeordnete Wurfflächen wird für ständige Bewegung und feinste Verteilung des Trockengutes gesorgt, das auf seinem ganzen Wege von den Heizgasen Wärme aufnimmt. Im Trommelinnern selbst sind keine Nacharbeiten nötig, da sich hier keine beweglichen Teile befinden. Von Vorteil ist, daß die Feuerung nicht erst gemauert zu werden braucht, da sie betriebsfertig geliefert wird. So erreicht man bei geringsten Abkühlungsverlusten den höchstmöglichen Wirkungsgrad.

Eine wesentliche Zeitersparnis läßt sich erzielen, wenn die Straßenbahnwagen beim Einrücken in den Bahnhof eine Waschvorrichtung mit Reinigungseinrichtung durchlaufen. Die Maschinenfabrik Gottwalt Müller, Berlin-Karlshorst, stellte ein verkleinertes Modell ihrer bereits auf dem Bahnhof Wiebestraße, Berlin, erprobten Waschmaschine aus (Abb. 9). Die allerdings nur äußerliche Reinigung ist in 20 ... 30 s vollzogen, wobei der Wagen einige Male hin und her bewegt wurde. Es sind beiderseits vertikale Bürstenwalzen vorgesehen, die durch je einen 2 PS-Motor in Drehung versetzt und gleichmäßig federnd an die Wagenwand angepreßt werden. Aus den Verkleidungsblechen der Bürsten sowie aus der dahinter aufgestellten Nachspülvorrichtung tritt gleichzeitig energische Wasserberieselung hinzu. Der Wasserverbrauch beträgt für jede Wagenreinigung etwa 100 l.

Arbeitswagen. Von der großen Zahl von Arbeits- und Sonderwagen, die teils für den Schienenweg, teils für die Fahrt auf freier Straße bestimmt waren, wollen wir nur wenige herausgreifen. Das Problem der Schienenreinigung und Schneebeseitigung wurde auf verschiedene Weise gelöst (Bielefelder, Westfälische und Mannheimer Straßenbahn). Schienenwagen mit fahrbarem Drehkran zeigten die Bahnen von Halle und Köln. Der Kölner Wagen (Abb. 10), vierachsig, stammt von den Linke-Hofmann-Werken. Der Kran für Verladearbeiten bei Gleisbauten (Schienentransport) hat einen Ausleger, der von 7,5 auf 12,5 m Ausladung ausziehbar ist und entsprechend eine Tragkraft von 1700 kg bzw. 1350 kg besitzt. Der Schlamm der Weichen- und Entwässerungskästen, der früher mühsam von 2 Mann entfernt werden mußte, wird heute pneumatisch durch Luftschlauch in einen Kessel des Reinigungswagens gesaugt (Abb. 11). Das Wasser eines zweiten Kessels wird unter Druck zum Nachspülen benutzt. Der Schlammkessel kann den Inhalt von 100 Weichenkästen aufnehmen, so daß die Arbeitszeit gegen früher auf den zehnten Teil reduziert wird (Aussteller: Essener Straßenbahn, Fabrikat: Schörling, Hannover).

Wenn Güterwagen der Reichsbahn zur Vermeidung der Güterumladung auf Schienen kleinerer Spur befördert werden sollen, bedient man sich besonderer Rollwagen, die von der Kleinbahnlokomotive gezogen werden. Boecker & Volkenborn, Hohenlimburg, hängt sein Rahmen mittels kugelgelagerter Bügelpendel auf. Die oben glatt abgedeckten Drehgestelle können gefahrlos von der Bedienung begangen werden. Der ausgestellte Wagen hatte 7,5 m Baulänge, € t Eigengewicht und 36 t Tragfähigkeit, ferner 4 m Drehzapfenabstand und 1 m Radstand. Kleinste Kurven von 15 m Krümmungshalbmesser (gegenüber 180 m bei der Reichsbahn) können mit Sicherheit befahren werden. Durch Handspindelbremse wird jede Achse gebremst.

Ihren neu beschafften benzinelektrischen Montagewagen der Faunwerke, Nürnberg, führten die Elberfelder Bahnen vor. Zum Antrieb des Gleichstromerzeugers (200/220 V) dient ein mit ihm unmittelbar gekuppelter 22/70 PS-Maybach-Motor. Der Strom speist die beiden austauschbaren, d. h. für die rechte und linke Seite gleich gebauten 30 PS-Radnaben-Innenpolmotoren der Hinterradachse. (Der in das Rad eingebaute Anker läuft in Kugellagern um den festgekeilten Magnetstern.) Steckdosen gestatten den Anschluß von Beleuchtung und Werkzeugmaschinen auf der Baustelle. Der von Hand drehbare Turm kann noch durch einen besonders vorgesehenen kleinen Motor elektrisch gehoben werden. Die Dynamo wird in der Hauptsache durch den Gashebel gesteuert. Außer mechanischer ist elektrische Kurzschlußbremsung der Motoren vorgesehen. Infolge des Fehlens von Übersetzungsgetrieben erreicht der Gesamtwirkungsgrad der Stromübertragung 81 %. Die Fahrgeschwindigkeit kann in der Ebene auf 50 km/h gesteigert werden. Da bei Bergfahrt infolge hoher Stromaufnahme die Spannung der Dynamo entsprechend abfällt, wird die Leistung des Benzinmotors voll ausgenutzt. Angenehm ist, daß das Fahrzeug, in dem sich hinter dem Führersitz ein Begleiterabteil für 6 Personen befindet, auch nebenhergehend von der Seite aus gesteuert werden kann.

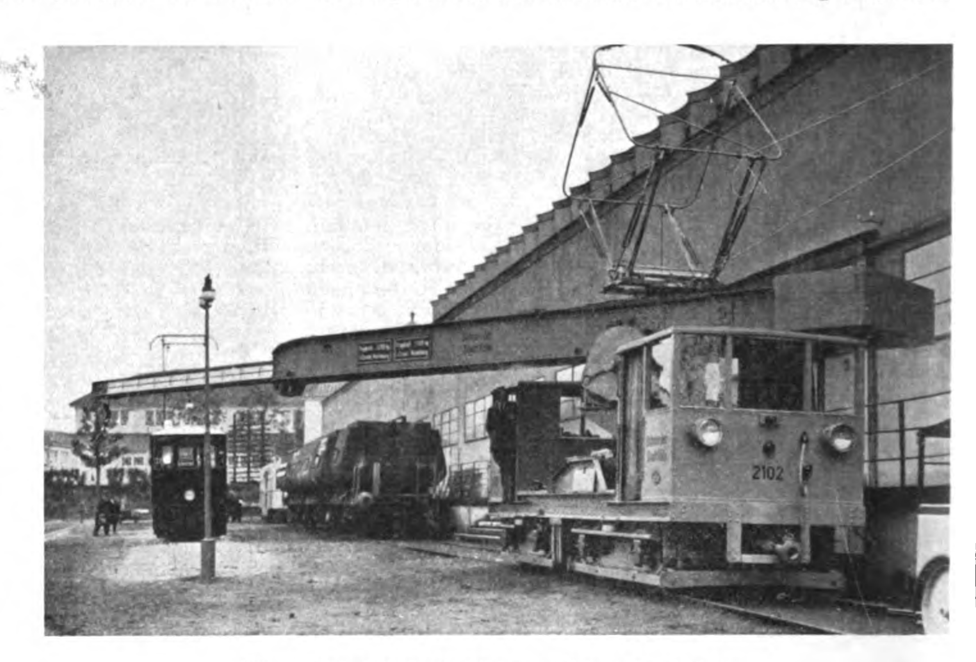


Abb. 10. Straßenbahn-Drehkran der Kölner Straßenbahn.

Bedeutend billiger dürfte sich der einfachere Turmwagen von Eggert Thode, Hamburg, stellen, dessen Fahrgestell als Elektrokarren ausgebildet ist. Dazu gehört folgende Einrichtung: Batterie zu 200...240 Ah, 2 Fahrmotoren von 3,75 PS, vorübergehend um 160 % überlastbar, Außenbackenbremsen und elektromagnetische Bremse. Der Wagen entwickelt bei einer Tragfähigkeit von 2 t je nach Art der Straße auf Luftreifen 14...15 km/h Normalgeschwindigkeit und kann unter Verwendung von

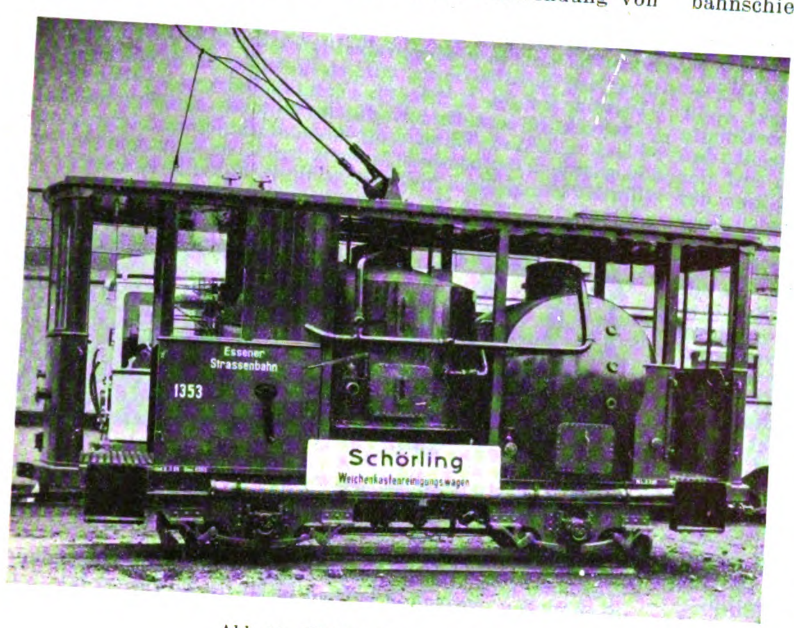


Abb. 11. Weichenkasten-Reinigungswagen.

Spurkranzrädern trotz seiner sonst günstigen Spurweite von 1200 mm auch Schmalspurgleis befahren, wodurch der weit höhere Wert von 20...22 km/h ermöglicht wird. Es sind weiter vorhanden: 2 Scheinwerfer, 1 Schlußlampe, 1 Steckdose zur Einrichtung einer pendelnden Beleuchtung für Nachtarbeit und eine Sirenenhupe.

Prüf- und Meßeinrichtungen. Auf diesem Gebiet ist das Kruppsche Verfahren zum Nachmessen von Radsätzen bemerkenswert, welches rasch und

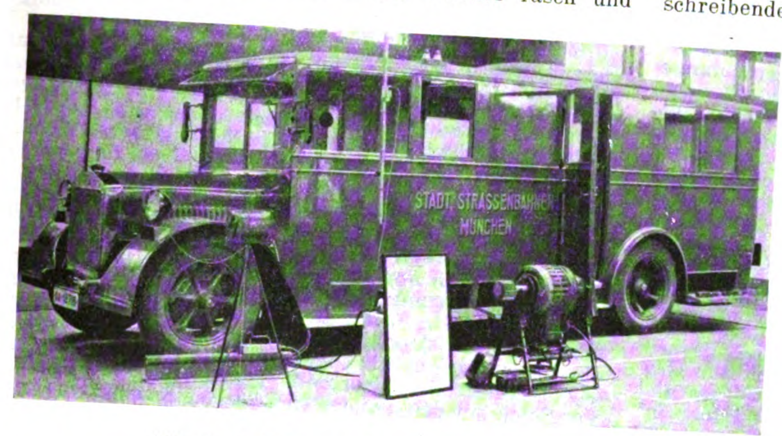


Abb. 12. Prüffeldauto der Münchener Straßenbahn.

mit größter Genauigkeit die Hauptmaße der Achse und Radreifen festzustellen und den Radsatz, der auf die Drehbank kommen soll, auf Schlag zu untersuchen gestattet. Diese Messungen, die ohne Körner und Kontrollriß, Umrechnungen oder Gefühlsprüfungen irgendwelcher Art möglich sind, lassen sich ohne besonderes Geschick nach kurzer Anlernzeit ausführen. Auf dem Stande der Werkzeugfirma Gebr. Böhler & Co., A. G., interessierte das Federn-Dauerfallwerk für die Prüfung von Wagenfedern, die sich unter Einfluß des gewaltigen Fallhammerschlags spielend leicht durchbogen.

Um bei kleineren Störungen den Wagentransport nach der Hauptwerkstatt zu vermeiden und das Aufsuchen von Fehlern und ihre Behebung schon auf dem nächstgelegenen Betriebsbahnhof zu ermöglichen, benutzt die Münchener Straßenbahn ein Prüffeldauto (Abb. 12). Die Arbeiten werden durchweg nicht von Technikern sondern von besonders ausgebildeten intelligenten Arbeitern ausgeführt. Das Auto hat einen mehrzylindrigen 70 PS-Fahrmotor für eine Geschwindigkeit von 45...50 km/h. Der Strom wird einpolig von der Fahrleitung (650 V) abgenommen, das Rückleitungskabel mit einer Kontaktvorrichtung an die nächste Straßenbahnschiene angeschlossen. Der Antriebsmotor für den Gleichstromgenerator zur Lastprüfung von Polspulen und beispielsweise zur Einstellung von Selbstschaltern und Schützen, 10 V, 600 A, ist gleichzeitig als Einankerumformer ausgebildet und liefert 220 V Wechselstrom zur Feststellung von Windungs- und Körperschluß. Ein Transformator 5000/220 V gestattet Hochspannungs- und Isolationsmessungen in einer abschließbaren Zelle. Er wird bei Öffnen der verriegelten Gittertür sofort niederspannungsseitig abgeschaltet. Zwei getrennte Schalttafeln für Gleich- und Wechselstrom mit den nötigen Meßinstrumenten einschließlich eines Meßwandlers 5000/110 V vereinfachen die Übersicht der Bedienung. Außerdem werden die sonst etwa für Versuche nötigen Behelfe, Werkstatteinrichtungen und Ersatzteile, mitgeführt.

Eine gute Lösung auf dem Gebiete der Geschwindigkeitsmessung brachte die Dortmunder Straßenbahn. Bisher war ein besonderer Meßwagen üblich, der den Nachteil hatte, daß stets eine und dieselbe Wagenart mit seiner Ausrüstung verwendet werden mußte, der aber Vergleiche zwischen mehreren Wagentypen oder deren Ausrüstungen nicht gestattete. Die fremderregte Tachometerdynamo — in Achsdrehzahlen geeicht, so daß eine Umrechnung auf den jeweiligen Laufraddurchmesser die Wagengeschwindigkeit ergab — hatte einen Kettenradantrieb, dessen Einbau oft Schwierigkeiten bereitete. Die Dortmunder Straßenbahn (Direktor Albrecht) brachte nun diese Kleindynamo auf ein besonderes zweiräderiges Laufgestell. Die Achse des Gestelles, das an die zu prüfenden Triebwagen angekuppelt wird, dient als Meßachse und ist durch Kette mit der Dynamo verbunden. Da der Laufradumfang des angehängten Laufgestells genau 2,5 m beträgt, entsprechen 20 Umdrehungen jeweils einer Wegstrecke von 50 m, deren Ablauf stets auf dem schreibenden Instrument für die Fahrgeschwindigkeit —

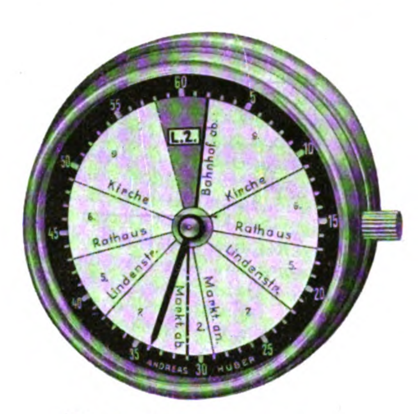


Abb. 13. Huber-Fahrzeituhr.

v (km/h) = f (t) — am Rande des Registrierpapiers durch eine zweite Schreibfeder markiert wird. Alle Instrumente, auch die der Dynamoerregung dienende Akkumulatorenbatterie und die ihren Stromkreis kontrollierende Apparatur, befinden sich vorn im Straßenbahnwagen; als Verbindungsleitungen dienen bewegliche Kabel. Für die Bremsverzögerung ist noch ein zweites Registrierinstrument mit doppeltem Papiervorschub vorhanden, bei dem man neben der Fahrgeschwindigkeit und den Wegmarkierungen — wieder alle 50 m — Zeit und Weglänge des für Notbremsungen so wichtigen Zustandes der Achsenfeststellung ablesen kann (bei Festbremsung der Achsen wird bekanntlich infolge verringerter Reibung der notwendige Bremsweg etwa verdoppelt). Diese dritte Schreibfeder wird durch einen Stromschluß betätigt, der

von einem eigens konstruierten, über ein Gummiband durch die Wagenachse selbst angetriebenen Kreiselschalter bei Stillstand bewirkt wird. Auf Grund von Versuchsfahrten läßt sich daher mit großer Genauigkeit der Fahrplan für bestimmte Strecken nach dem im zugehörigen Wagen ermittelten Fahrdiagramm aufstellen. Die Dortmunder Straßenbahn beabsichtigt zur Erweiterung der Orientierung die Aufschreibung der Fahrdrahtspannung mit dem Hauptinstrument der beschriebenen Meßeinrichtung zu kombinieren.

Damit dem Wagenführer das genaue Einhalten der Fahrzeit möglich wird, hat Huber, München, die F a h r z e i t u h r mit Präzisionswerk gemäß Abb. 13 gebaut. Das Minutenzifferblatt am Rande (weiß auf schwarz) steht fest. Die abnehmbare Papierscheibe ist für die bestimmte Fahrt beschriftet und wird vom Führer so gedreht, daß der auf ihr eingezeichnete Abfahrtstrich genau auf der festgesetzten Abfahrtszeit unter dem Minutenzeiger der Uhr steht. Betragen Hin- und Rückfahrt zusammen über eine Stunde, so wird zweifarbig oder in zwei Kreisen oder bei noch größerer Fahrtdauer in Spiralen beschriftet.

S t r a ß e n b a h n w a g e n u n d Z u b e h ö r. Es soll an dieser Stelle abgesehen werden von einer Beschreibung der zahlreichen Triebwagen, die von einer größeren Reihe von Waggonfabriken und Straßenbahngesellschaften ausgestellt waren und die, wenn auch für die verschiedenen Zwecke verschieden gebaut, im ganzen einem Einheitstyp zustreben, was an Hand von Wandtafeln in der historischen Abteilung besonders verdeutlicht wurde. Der Wert dieses Strebens fand hier so treffend in dem Vers Ausdruck:

„Sonderwünsche kosten Geld,
Man spart, wenn man nach Norm bestellt."

Die Vereinheitlichung von Radsätzen und Achsen zeigten die Entwürfe des Normenausschusses im VDE, der in seiner mühevollen Arbeit stetig fortschreitet.

W a g e n b a u. Von der Wirtschaftlichkeit der L e i c h t s t ä h l e beim Wagenbau suchten die Vereinigten Leichtmetallwerke, G. m. b. H., Bonn, zu überzeugen: Gewichtsersparnis 65 ... 70 % bei Schienenfahrzeugen. Unter Berücksichtigung der billigeren Wagenverarbeitung, der Verminderung der Gleisunterhaltungskosten und der verringerten Transportleistung ergäbe sich bei einem Preis von 4 M/kg Leichtstahl für 1000 Wagen ein Betrag von 4,5 Mill jährlicher Minderausgaben. Unter Leichtmetall sind dabei durch Warmbehandlung vergütete Aluminiumlegierungen verstanden, deren spezifisches Gewicht etwa den dritten Teil von dem des Stahls beträgt, deren Festigkeit aber der des Stahls gleichkommt.

Während Carl Strausfeld, Solingen, noch seine saubere galvanotechnische Verchromung als Metallveredelungsverfahren anpries, behauptet Krupp dieses durch seine Teile aus n i c h t r o s t e n d e m S t a h l zu übertreffen. Er schlägt ihre Anwendung für alle Griffe, Beschlagteile, Schutzstangen u. dgl. vor. Als Paradestück wurde der Nirosta-Wagen der Krefelder Straßenbahn gezeigt, dessen Wagenkasten selbst aus diesem Material hergestellt war und der nach 3½jährigem Betrieb noch seine frischglänzende Außenfläche behalten hatte. In der im ganzen ziemlich leeren Halle VII, wo neben dem Braunschweiger Triebwagenmodell mit Lenkachsen beiläufig auch ein großes Flugzeug für den „Siebengebirgsflug" (im Besitz der elektrischen Bahnen des Bonner und des Siegkreises) zu sehen war, befanden sich ein Untergestell der Barmer Zahnradbahn zum Toelleturm und das des neuesten Cronenberger Wagens der Barmer Bergbahn. Dieses fiel dadurch auf, daß zu der im Vorjahr hier geschilderten[1] reichen Bremsausstattung noch eine Einkammer-Luftdruckbremse, System Kunze-Knorr, hinzugefügt war. An Hand von Tafeln über seinen neuartigen Wagen für Einmannbetrieb trat Reg.-Baumeister P a a s c h, Berlin, für gänzliche Abschaffung von Beiwagen ein.

Recht überzeugend ließ die Firma Hannig und Kahl, Bielefeld, ihre m a g n e t i s c h e n S c h i e n e n b r e m s e n während der ganzen Dauer der Ausstellung ohne Pause in einem Wasserkessel arbeiten und vereinigte also Erschütterungs- und Wasserprobe. Die Wasserdichtheit der gekapselten Spule wird dadurch erzielt, daß nach dem Einbau ihr Kupfergehäuse mit besonderer Isoliermasse ausgegossen wird, wodurch gleichzeitig die Durchschlagsicherheit vergrößert wird. Als weiterer Vorteil ist die erhöhte Belastbarkeit infolge guter Wärmeableitung zu nennen. Erneuerung des Anschlusses kann durch Lösen der Kabelschuhverbindung und Erneuern der örtlich entfernten Vergußmasse in kurzer Zeit geschehen, so daß nicht wie früher Flickstellen am Zuleitungsende nötig sind. Der Einbau solcher Spulengehäuse in alte Bremsen wird häufig vorgenommen. Eine neuartige, rein mechanische N o t b r e m s e mit sehr geringem Raumbedarf zum Schutz gegen Ablaufen unbeaufsichtigter Wagen im Berggelände hat stud. mach. K l o t z, Sohn eines Werkmeisters der Barmer Bergbahn, entworfen. Hier sei nur kurz erwähnt, daß ein Hemmschuh mit auswechselbarer Zunge zwischen Schiene und Radkranz gepreßt und dadurch das Durchrutschen und Gleiten der Räder sicher vermieden wird.

[1] ETZ 1927, S. 1012.

Um den besonderen Bedürfnissen der Bahnen in bezug auf Kohlebürsten zu genügen, haben die Ringsdorff-Werke, Mehlem a. Rh., eine kontaktfedernde Armatur entwickelt, die aus dickwandigem, widerstandsfähigem Stahlblech größter Temperaturbeständigkeit besteht und die Endfahnen der Stromleiter mit größtem Kontaktdruck auf die Bürste preßt (Abb. 14). Die Bahnkohle selbst hat die

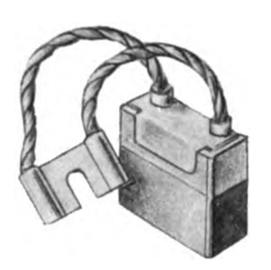




Abb. 14. Kontaktfedernde Kohlebürsten-Armatur.

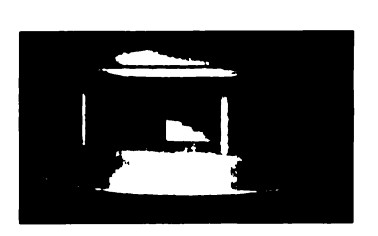


Abb. 15. Normal-Flettnerlüfter für Omnibusse und Straßenbahnen.

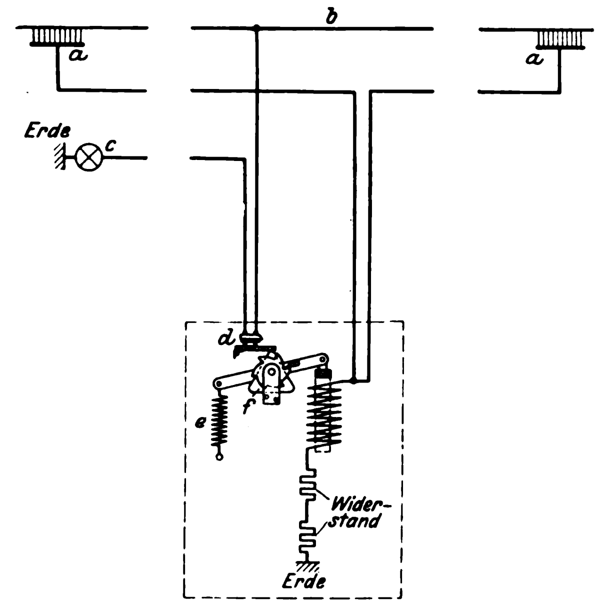
Carbone, A. G., Berlin und Frankfurt a. M., mit besonderen Staubnuten versehen. Die letztere Firma zeigt auch einen temperaturbeständigen Stabwiderstand aus Kohle, der für jede Größe zwischen 1 Ω und mehreren M Ω geliefert werden kann und an die Stelle des Carborundums treten soll. Viel benutzt wird das Kruppsche Material „Cekas" für Dachwiderstände, das von Kuhbier & Sohn, Dahlerbrück i. W., für diesen Zweck verarbeitet und den Gußeisenwiderständen vorgezogen wird. Ihm ist Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeit, hoher spezifischer Widerstand sowie geringe Temperaturdehnungsziffer eigen, und es verträgt Erwärmung auf Rotglut, ohne brüchig zu werden.

Für Straßenbahn - A c h s l a g e r wird die Achsbuchse „Isothermos" mit selbsttätiger Schleuderschmierung von oben empfohlen, deren Ölverbrauch nur 2 % desjenigen normaler Bauart betragen soll, weil eine Nachfüllung im Betrieb nur in sehr großen Zeitabständen nötig ist, und die sich infolge verringerter Reibung und besonderer konstruktiver Maßnahmen bei extremsten Witterungsverhältnissen (Frost, Staub, Schnee und Hitze) sowie bei höchster Geschwindigkeit (134 km/h) bewährt. Während es sich hier um ein modernisiertes G l e i t l a g e r handelte, wetteifert ein halbes Dutzend Firmen mit seinen Wälzlagern, deren Verwendung in den Fahrmotoren ja bekannt ist. Die SKF-Norma zeigt anschaulich an dem Modell eines mit Wälzlagern ausgerüsteten Kippwagens, wie er lediglich durch den Luftzug eines kleinen Ventilators in Bewegung gesetzt werden kann. Für Schiebetüren bringen u. a. die Bremer Dowaldwerke zwei gutdurchgebildete Ausführungen, den Kugel-Rollenlauf und die Tonnenwalzenführung. An dieser Stelle mag auch das Lagermetall „Thermit" erwähnt werden, das beim Vergleich mit den genormten Zinn-Weißmetallen sehr gut abschneidet.

Die neueren W a g e n k u p p e l u n g e n zeigen das Bestreben, sofort beim Aufeinanderstoßen von Anhänge- und Triebwagen gleichzeitig Licht und Bremsleitungen, im Bedarfsfalle auch diejenigen für Preßluft, zuverlässig und selbsttätig zu verbinden.

Sehr bemerkenswert ist der F l e t t n e r l ü f t e r, der zur Luftverbesserung z. B. in etwa 2 ... 4 Exemplaren auf das Wagendach gebracht wird. Durch einen besonders geformten Flettnerrotor wird eine Zentrifuge vom Fahrtwind angetrieben und die verbrauchte Luft z. B. durch Seitenöffnungen eines darunter befindlichen Deckenbeleuchtungskörpers aus dem Wagen herausgesaugt (Abb. 15). Ein solcher Einlauf kann auch zustellbar gestaltet sein. Dieselbe Firma, Anton Flettner, Berlin, hat weiter eine nicht rotierende Form auf den Markt gebracht, die, wie der gleichfalls ausgestellte (Bremer) Kuckuck-Entlüfter, kein Lager braucht und im übrigen auch durch den Fahrtwind beeinflußt wird.

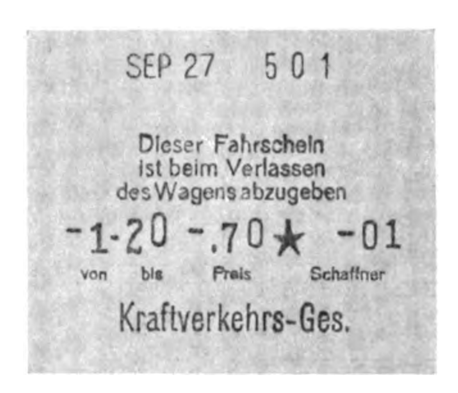
Verkehrsbeleuchtung. Der Verkehr bei Nacht und in der dunklen Jahreszeit fordert die Lösung vieler beleuchtungstechnischer Probleme, so daß auch bezüglich der Haltestellenzeichen, beschrifteter Leuchtsäulen und Lichtsignaltürme, Aufenthaltsinseln und Verkehrskanzeln eifrig weiter gearbeitet wurde. Bei dem Leuchtturm der „Eglawe", Essen, die als Hersteller der Berliner Studiengesellschaft für Straßenschilder und Hausnummernbeleuchtung bekannt ist, soll grundsätzlich die Leuchtfläche bis nahe an die Straßenecke heranreichen, der durchsichtige Leuchtzylinderkörper ist zur Erleichterung der Reinigung aufklappbar. Die Sichtbarkeit ist auch bei Tage gewährleistet. Carl Zeiß, Jena, zeigt seine Scheinwerfer mit rückseitig versilberten Kristallglas-Parabolspiegeln für Schnellbahnen und Baustellenbeleuchtung und die Spezialfirma Böker & Krüger, Essen, Verkehrsleuchtsäulen und -kanzeln. Sie hält eine Reihe von Normalmodellen, auch für beschilderte Säulen, bereit, die sich den jeweiligen Bedürfnissen in allen Sonderfällen anpassen lassen.



a Schleifkontakt
b Fahrleitung
c Signallampe. 3 Lampen in Serie
d Hg-Röhre eingeschaltet
e Zugfeder
f Schaltstern mit Zahnsegment, wird bei jedesmaligem Anziehen des Kernes gedreht und bleibt beim Zurückgehen des Kernes stehen, schaltet also die Quecksilberröhre ein oder aus

Abb. 16. Lamellenschleifkontakt mit Universalfernschalter der vollselbsttätigen Warnanlage (H. Winkler, Dortmund).

Eine ganz selbsttätige Warnanlage für unbewachte Überwege der Firma Heinrich Winkler, Dortmund, wird durch den herannahenden Zug in Betrieb gesetzt und ist sowohl für Dampfbahnen als auch für elektrische Bahnen entworfen worden. Ein Pendelwerk ist über der Wegmitte an einer Traverse aufgehängt, die von zwei an den Straßenseiten errichteten Masten getragen wird. Es besteht aus einer rot leuchtenden Warnlampe unter und dem auf Emailschild aufgebrachten internationalen Warnzeichen über dem Aufhängedrehpunkt und hat einen Gesamtausschlag von 90°. Gleichzeitig mit dem Warnsignal, das den die Bahn kreuzenden Fahrzeugen dient und noch akustisch ergänzt wird, leuchten für den Zugführer Kontrollampen auf, um ihm anzuzeigen, ob die Anlage in Ordnung ist, und können weiter bei unübersichtlichen Kurven noch Vorsignale und bei Dunkelheit zwei Tiefstrahler zur Allgemeinbeleuchtung die gefährdete Stelle kennzeichnen. Die Ein- und Ausschaltung geschieht bei Dampfbahnen durch Schienenkontakte zu beiden Seiten des Überwegs, die jeweils von der ersten Zugachse betätigt werden, bei elektrischen Zügen entsprechend durch besonders interessante Lamellenschleifkontakte, die, normal über die Befestigungsisolatoren von dem sie tragenden Fahrdraht getrennt, durch den Stromabnehmer mit dem Fahrdraht verbunden werden. Von den beiden Lamellenschleifkontakten, die den Fahrdraht auf 0,8 ... 1 m Länge begleiten, führen wetterfeste Leitungen zum Schaltschrank, in welchem sich ein Differentialschaltwerk befindet. Das Einschalten erfolgt bei Befahren des ersten, das Ausschalten bei Befahren des zweiten Lamellenschleifkontaktes (Abb. 16). Da der erforderliche Gleichstrom bei Dampfbahnen meist nicht zur Verfügung steht, muß hier ein Gleichrichter durch Strom vom nächsten Überlandwerk in Verbindung mit einer Ersatz- und Pufferbatterie die Versorgung übernehmen. Die Seele der Schaltanlage ist in jedem Falle der Universalfernschalter mit Quecksilberkipprühre, die durch einen sich gegen sie abwälzenden dreieckigen Schaltstern unter Vermittlung je eines Elektromagneten die gesamte Warnanlage ein- und ausschaltet.


SEP 27 5 0 1

Dieser Fahrschein ist beim Verlassen des Wagens abzugeben

-1-20 -.70★ -01

von bis Preis Schaffner

Kraftverkehrs-Ges.

Abb. 17. Fahrschein, gedruckt auf der National-Fahrkarten-Druck- und Buchungsmaschine.

Verwaltung, Planung und Statistik. Hier sollen nur kurz einige wenige von den Neuerungen und Maßnahmen zur Betriebsvereinfachung und -verbesserung mitgeteilt werden, die mit den bisher behandelten Kapiteln in keinem direkten Zusammenhang stehen. Was das Fahrpersonal angeht, so hatte die Essener Straßenbahn in drastischer Form einige kurze Tafeln für das Verhalten gegenüber dem Publikum entworfen. Prof. Krauth, Frankfurt a. Main, hatte einen sehr praktischen Geldwechselapparat vorgeführt, der nur durch Fingerdruck auf die jeweilig den Behältern der verschiedenen Hartgeldsorten zugeordnete Taste die gewünschte Münze zu entnehmen gestattet und somit das Herausgeben auf ein größeres Geldstück mit höchster Geschwindigkeit ermöglicht. Die National-Registrierkassen-G. m. b. H., Berlin-Neukölln, zeigte eine Fahrkarten-Druck- und Buchungsmaschine, bei der außer der Fahrkarte noch ein unter Verschluß befindlicher Buchungsstreifen bedruckt wird. Auf der Karte erscheinen neben dem Datum die Maschinennummer, die Nummern der Abgangs- und Zielstation, der Fahrpreis und die Schaffnernummer oder statt deren z. B. ein X als Zeichen für den Kontrollbeamten (Abb. 17). Die Gesamtsumme des vereinnahmten Fahrgeldes kann zu jeder gewünschten Zeit auf dem Kontrollstreifen gedruckt werden, auch läßt sich feststellen, zu welcher Tageszeit irgendeine fragliche Fahrt gemacht wurde. Die Maschine schafft also wertvolle Betriebserleichterungen und Unterlagen für die Betriebskalkulation. Daneben sah man noch andere Kartengeber sowie eine Präge- und Druckmaschine für Zeitkarten[1]. Die Straßenbahn Hannover hatte „zehn Gebote in Bild und Vers" für Fahrgäste verfaßt; farbige Warnungschilder zur Unfallverhütung und Tafeln über Unfallstatistik hingen vielfach aus.

Die Studiengesellschaft der Rheinisch-Westfälischen Schnellbahn hat ihre Pläne weiter vervollkommnet, zeigte Entwürfe und Streckenprofile sowie Geschwindigkeitsdiagramme und bringt für die Notwendigkeit der Ausführung ihres Unternehmens erneute Beweise. Sehr interessant waren die zweckmäßigen Gleispläne der Bremer Straßenbahn, die Schleifen auf Zwischen- und Endbahnhöfen brachte, bei denen ein Umsteigen ohne Gleisüberschreitung möglich war. In sehr verschiedener Art, teils in Schwarz-, teils in Buntmanier, in Flächen- und in körperlicher Darstellung erschien von einer Reihe von Bahngesellschaften die Statistik über beförderte Personen, gefahrene Wagenkilometer, Personal-Stärkeverhältnisse, Wagengestellung und Verkehrsdichte, wobei sich besonders die Dresdener und die Berliner Straßenbahn bemüht hatten.

Die Ausstellung, die trotz ihrer Vielseitigkeit ihren Fachcharakter streng gewahrt hatte, dürfte in größtem Ausmaß anregend und befruchtend auf die Entwicklung des gesamten Straßen- und Kleinbahnwesens gewirkt haben.

[1] Verkehrstechn. H. 38 a, Industrie-Mitteilungen, S. 70.

Die Unterkühlung des Kondensates in Dampfturbinenanlagen.

Von Dipl.-Ing. **Schlicke,** Berlin-Wilmersdorf.

Übersicht. Zu viel und zu kaltes Kühlwasser erhöhen das Dampfvolumen beträchtlich und unterkühlen das Kondensat. Für jede Kondensationsanlage ist die Kühlwassertemperatur im Jahresmittel festzustellen und danach die Kondensation auszulegen.

Jede Dampfturbine ist für einen bestimmten Dampfzustand am Eintritt und am Austritt der Turbine berechnet. Den sich daraus ergebenden Geschwindigkeiten entsprechend werden die Ein- und Austrittswinkel der Leit- und Laufschaufeln ausgeführt. Jede Änderung des Dampfzustandes hat andere Geschwindigkeiten im Gefolge. Jede andere Geschwindigkeit als die vorgesehene bedingt eine Erhöhung der Verluste. Im folgenden wird nur die Änderung des Dampfzustandes am Austritt der Turbine behandelt.

dampfstutzen entwickelt sich das größere Volumen. Das hier gemessene Vakuum von oft nahezu 99 % — natürlich nur bei guter Luftförderung — zeigt nur den Druck im Abdampfstutzen an. Der Druck direkt hinter dem letzten Rad, der für das Arbeiten der Turbine maßgebend ist, wird nicht angezeigt. Die Abkühlung des Abdampfes bewirkt also nur eine Erhöhung der Geschwindigkeiten im Abdampfstutzen und Kondensator. Eine wärmetechnische Verbesserung der Wärmeausnutzung tritt trotz des größeren Wärmegefälles nicht ein. Vielmehr dient die Vergrößerung des Gefälles nur der Erhöhung der Austrittsgeschwindigkeit und erhöht dadurch die Verluste. Eine zu weit getriebene Abkühlung des Kondensates bringt zunächst einmal keinen Gewinn.

In Zahlentafel 1 sind die hier interessierenden Angaben für eine 10 000 kW-Turbine aufgeführt worden.

Zahlentafel 1.

Nr.	Maschinenleistung	Dampfverbrauch	Kühlwassermenge	Kühlwassertemperatur		Abdampftemperatur	Kondensattemperatur	Spez. Volumen des Dampfes	Dampfdruck	Sekundliches Gesamtvolumen des Dampfes
				Eintritt	Austritt					
	kW	t/		°C	°C	°C	°C	m³ kg	ata	m³/s
1	10 000	50	60fach	15	24	30	27	32,93	0,0433	455
2	10 000	50	60fach	0	9	15	12	77,95	0,0174	1080
3	4 000	22	135fach	0	4	10	7	106,4	0,0125	650

Die größten Schwankungen im Kondensatordruck treten bei den Turbinenanlagen auf, die mit Kühlwasser aus Flüssen und Kanälen, mit sogenanntem „Frischwasser" arbeiten. Die Kondensationsanlagen, die rückgekühltes, in stetem Umlauf befindliches Wasser verwenden, haben dagegen nur geringe Änderungen im Kondensatordruck aufzuweisen. Im folgenden werden nur die Frischwasseranlagen einer Betrachtung unterzogen werden.

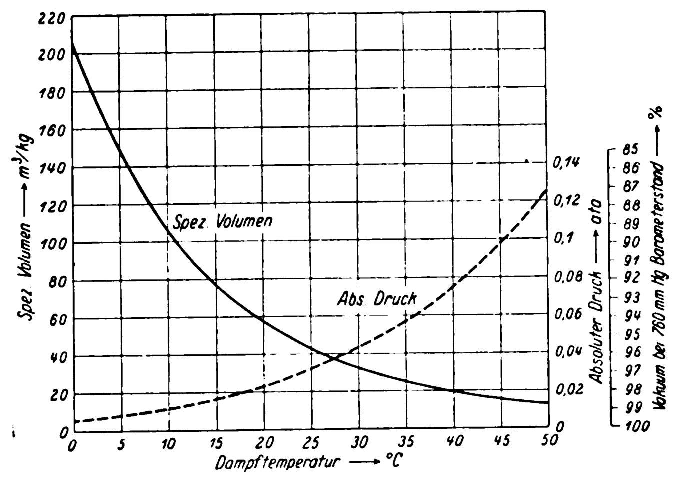


Abb. 1. Spezifisches Volumen und absoluter Dampfdruck in Abhängigkeit von der Dampftemperatur.

Im allgemeinen werden in Deutschland mit Frischwasser arbeitende Kondensationsanlagen für eine Eintrittstemperatur im Jahresmittel von 15° ausgelegt. An heißen Sommertagen steigt diese Temperatur bis auf 25° und sogar 30°. Dadurch fällt das Vakuum von 96 auf 91 %. Der umgekehrte Fall tritt in den Wintermonaten ein. In diesen fällt die Kühlwassertemperatur auf 0° und oft noch darunter. In Abb. 1 ist der Kondensatordruck in ata und das Vakuum in % bei 760 mm Barometerstand in Abhängigkeit von der Dampftemperatur zur Darstellung gelangt. Auch ist das spezifische Volumen aufgetragen. Wie ersichtlich, steigt das spezifische Volumen ganz erheblich mit sinkender Temperatur und fallendem Druck an. Bei niedriger Kühlwasser- und demnach auch niedriger Dampftemperatur ist das Volumen derartig groß, daß es durch die letzte Stufe der Turbine nicht mehr hindurchströmen kann. Es geht daher der Dampf mit kleinerem Volumen durch die letzte Stufe. Erst nach dem Austritt aus dieser Stufe im Ab-

Nr. 1 gibt die Daten für Normallast wieder bei einer Eintrittstemperatur des Kühlwassers von 15°. Hierfür ist die Maschine berechnet und gebaut worden. Das sekundlich durch die letzte Stufe strömende Gesamtvolumen beträgt 455 m³/s. Geht die Eintrittstemperatur auf 0° herab, so beträgt das Gesamtvolumen 1080 m³/s, also mehr als das Doppelte des Betrages, für den die Maschine berechnet ist. Etwas günstiger stellt sich das Ergebnis bei Teillasten. In der Zahlentafel ist eine Belastung von 4000 kW genannt. Das Gesamtvolumen beträgt dann 650 m³/s, also rd. das 1,4fache des Volumens bei Vollast und 15°.

Wenn durch die zu starke Abkühlung des Abdampfes nur kein Gewinn erzielt würde, so wäre jede unter der normalen Kühlwasser-Eintrittstemperatur liegende Temperatur gleichgültig. Es wird aber mit dem Abdampf auch das Kondensat unterkühlt. Angenommen der der Turbine zugeführte Dampf habe einen Druck von 30 ata und 380°, so beträgt sein Wärmeinhalt 760 kcal/kg. Bei einer Belastung von 10 000 kW und 0° Kühlwasser-Eintrittstemperatur gehen fast 2,0 % und bei 4000 kW und 0° rd. 2,6 % durch Kondensatunterkühlung verloren. Dieser Verlust muß später durch irgendeine Vorwärmungsart wieder zugeführt werden. Es ist deshalb unbedingt notwendig, den allgemein in der Kühlwasserleitung angebrachten Schieber zu drosseln, u. zw. derart, daß stets die der Turbinenrechnung zugrunde gelegte Abdampftemperatur gehalten wird, im vorliegenden Beispiel 30°. Es wird dann stets das für den Betrieb höchstmögliche und wirtschaftliche Vakuum gehalten und zugleich das Kondensat nicht zu weit unterkühlt.

Aus dieser Betrachtung erhellt, daß es unbedingt für jede Turbinenanlage von großer Wichtigkeit ist, die richtige Kühlwasser-Eintrittstemperatur zu ermitteln. Im allgemeinen werden die Kondensationsanlagen, die mit Frischwasser arbeiten, für eine Eintrittstemperatur des Kühlwassers von 15° vorgesehen. Es ist unter allen Umständen notwendig, für jeden Fall den Jahresdurchschnitt festzustellen. Für ein mitteldeutsches Kraftwerk wurden folgende Temperaturen ermittelt:

Januar	3,28°	Juli	22,10°
Februar	5,00°	August	20,80°
März	4,82°	September	15,04°
April	10,36°	Oktober	11,33°
Mai	16,25°	November	5,64°
Juni	17,38°	Dezember	3,10°

Das Jahresmittel ist dann 11,28°.

Da die Hauptbelastung dieses Werkes in die Wintermonate fällt, wurde die Kondensation für eine Kühlwasser-Eintrittstemperatur von 10° ausgelegt. Es ist dadurch die Möglichkeit gegeben, im Winter mit höherem Vakuum zu arbeiten und dadurch den Dampfverbrauch herabzusetzen.

RUNDSCHAU.

Apparatebau.

Prüfklemmen in Hochspannungs-Meßsätzen. — Hochspannungszähler werden häufig einer Nachprüfung unterzogen, da Fehlanzeigen der Zähler einen bedeutenden Verlust für die Elektrizitätswerke zur Folge haben können. Diese Nachprüfungen werden entweder mittels Leistungsmesser oder mittels Eichzähler durchgeführt. In beiden Fällen muß ein Teil der zu den Zählern führenden Meßleitungen vom Zähler gelöst werden, da die Stromspulen der Prüfinstrumente mit denen der zu prüfenden Zähler in Reihe geschaltet werden müssen. Um dieses Umklemmen der Meßleitungen, wodurch Schaltfehler u. a. entstehen können, zu verhüten, werden ortsfeste Prüfklemmen eingebaut (Abb. 1).

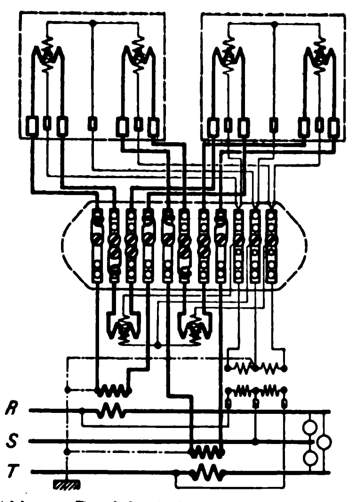


Abb. 1. Betriebschaltung. Zwei Drehstromzähler ohne Nulleiter mit zwei Strom- und zwei Spannungswandlern in Kontrollschaltung.

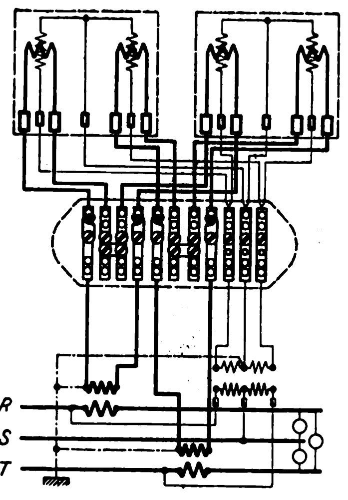


Abb. 2. Meßschaltung. Zwei Drehstromzähler ohne Nulleiter mit zwei Strom- und zwei Spannungswandlern in Kontrollschaltung.

Nachstehend werden Prüfklemmen beschrieben, die bei möglichst kleinem Raumbedarf den Anforderungen der Elektrizitätswerke mehr als die bisher üblichen entsprechen. Diese Prüfklemmen verhüten in erster Linie bei der Vornahme von Kontrollmessungen das Öffnen des Sekundärkreises der Stromwandler. Dieser Umstand verdient besondere Beachtung, da das Öffnen des Sekundärkreises eines Stromwandlers eine Spannungserhöhung in ihm zur Folge hat, durch die Betriebsunfälle entstehen und die Prüfinstrumente schadhaft werden können. Ferner gestatten die Prüfklemmen, daß die zu den Zählern führenden Leitungen fest verlegt und bei der Ausführung von Meßschaltungen nicht abgeklemmt werden. Einer guten Übersicht wegen und zur Vermeidung von Leitungskreuzungen werden die von den Wandlern kommenden Leitungen auf der einen und die zu den Zählern führenden Leitungen auf der gegenüberliegenden Seite der Prüfklemmen angeschlossen. Schaltbilder für die in der Hauptsache vorkommenden Drehstromzähler sind in den Abb. 1 und 2 dargestellt. Für Drehstromzähler mit Rücklaufhemmung für Vor- und Rückstrom sowie für Drehstrom-Blindverbrauchszähler mit Nulleiter, für deren Anschluß sich diese Klemmen ebenfalls eignen, wurden die Schaltbilder mit Rücksicht auf den beschränkten Raum fortgelassen. Die beschriebenen Prüfklemmen haben ferner den Vorteil, daß die Klemmstücke der Spannungsleitungen außer der besonderen Anschlußschraube für Prüfleitungen noch eine Steckerbohrung zum Anschließen von Prüfleitungen mit Steckern besitzen.

Zum Schlusse sei erwähnt, daß die Prüfklemmen erweiterungsfähig sind. Eine Klemme für Drehstromzähler ohne Nulleiter (Abb. 2) kann durch Hinzufügen einer Anbauklemme für Drehstromzähler mit Nulleiter nachträglich erweitert werden (Abb. 3). Beide Klemmen werden durch einen gemeinsamen plombierbaren Klemmendeckel überdeckt, so daß der Anschein, daß die Prüfklemme aus einem Stück besteht, gewahrt bleibt. — Prüfklemmen der beschriebenen Ausführung werden von der Dr. Paul Meyer A. G., Berlin N 65, hergestellt. K. Männe.

Elektromaschinenbau.

Eine neue Stromkraftgefahr. — Die Stromkraft des kurzgeschlossenen Transformators wirkt sich unmittelbar durch mechanische Beanspruchung des Wicklungskörpers aus, mittelbar aber auch dadurch, daß sie die Wicklungen in mechanische Schwingungen versetzt. Das unter dem Einfluß der periodisch zu- und abnehmenden Stromkraft stehende elastische Massensystem der Wicklungen ist schwingungsfähig. Es besteht die Gefahr des Zusammenfallens der mechanischen, eigenen Schwingungszahl der Wicklungen mit der elektrischen Schwingungszahl der Stromkraft. Dieser mechanisch-elektrische Resonanzfall müßte zum Zerreißen des Wicklungskörpers führen, auch

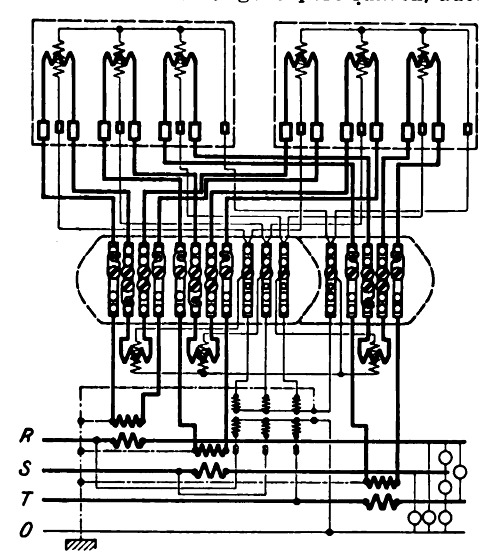


Abb. 3. Meßschaltung. Zwei Drehstromzähler mit Nulleiter mit 3 Strom- und 3 Spannungswandlern in Kontrollschaltung.

wenn die Höhe der Stromkraft selbst nicht gefahrdrohend wäre.

Die Untersuchung dieser Stromkraftgefahr führt zunächst zum Ergebnis, daß es vor allem auf die Größe der mittleren Windungslänge bei konzentrischen Transformatorenwicklungen ankommt. Es gibt eine kritische Windungslänge, der man ausweichen muß. Die Untersuchung zeigt indessen, daß diese kritische Windungslänge so hoch liegt, daß wir sie heute auch bei den größten Transformatorenkonstruktionen bei weitem nicht erreichen können. Es zeigt sich ferner, daß die elastischen Dehnungen der Wicklungen unter dem Einfluß der Stromkraft vor der Hand noch so geringfügig sind, daß sie unbeachtet gelassen werden können. (M. Vidmar, Arch. El. Bd. 20, H. 2, S. 180.)

Die Phasenwindungszahl bei Zickzackschaltung von Transformatorenwicklungen. — Bei Parallelbetrieb zweier Transformatoren wurde trotz Gleichheit der Übersetzungen, Schaltungen, Kurzschlußspannungen und Ohmschen Spannungsabfälle ein sehr bedeutender Ausgleichstrom gemessen. Als Grund für diese unerwartete Erscheinung ergab sich, daß der eine der beiden Transformatoren, welche in Stern-Zickzack geschaltet waren, unterspannungsseitig in jeder Phase eine ungerade Windungszahl, nämlich 23, in jeder Zickzackwicklungshälfte also 11½ Windungen aufwies, während der andere wie gewöhnlich eine gerade Windungszahl, im vorliegenden Falle 32, d. h. 16 Windungen in jeder Zickzackhälfte besaß. Die zu einer Sekundärphase gehörigen, auf zwei Schenkel A und B verteilten beiden halben Windungen wirken, wie Abb. 4 deutlich zeigt, so wie nur eine Windung auf dem Schenkel A. Bei ungerader Windungszahl ist daher die wirksame Windungszahl der einen Zickzackhälfte um eine Windung größer als die der anderen Hälfte. Es ergibt sich also das in Abb. 5 dargestellte Spannungsdiagramm. In diesem stellt das Dreieck OCA die Phasenspannung und Phasenteilspannungen für eine Zickzackwicklung mit gerader Windungszahl dar, das

Dreieck *OEB* dagegen diejenigen bei ungerader Windungszahl. Der Punkt *B* wird gefunden, indem man *OC* über *C* hinaus verlängert, *CD* gleich *OC* macht und *D* mit *A* verbindet; auf dieser Verbindungslinie liegt der Punkt *B* in einem Abstande von *A*, der der Spannung einer Windung entspricht. Da *AD* senkrecht auf *OA* steht, sind die resultierenden Phasenspannungen *OA* und *OB* bei relativ kleinem *AB* ihrer Größe nach kaum meßbar voneinander verschieden. Dagegen weisen sie einen merklichen Fehlwinkel α auf. Der beim Parallelbetrieb auftretende Ausgleichstrom entspricht in Übereinstimmung mit der Messung der Spannungsdifferenz *AB*, d. h. der Spannung einer Windung. Ungerade Phasenwindungszahlen müssen also bei der Zickzackschaltung unbedingt vermieden werden. (L. Dubar, Rev. Gén. de l'El. Bd. 24, S. 368.) *R. K.*

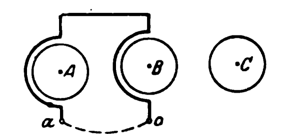


Abb. 4. Schaltung der halben Windungen einer Phase.

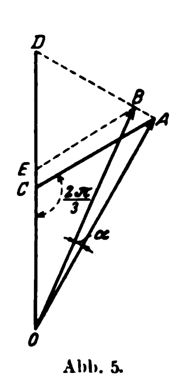
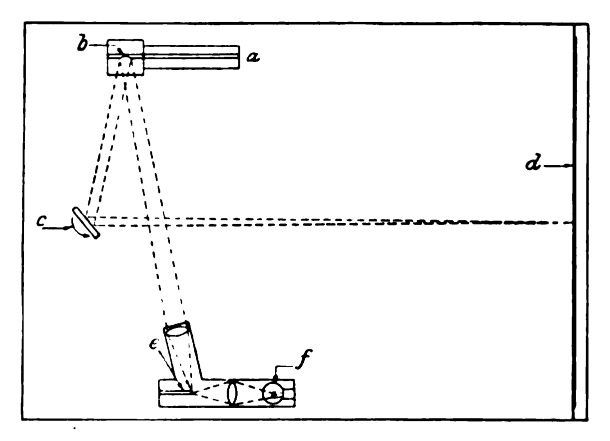


Abb. 5. Spannungsdiagramm für Zickzackschaltung mit gerader und ungerader Phasenwindungszahl.

Abb. 5.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Der Schnellschreiber nach Hall. — Die General Electric Co. hat nach dem Vorschlag von Chester J. Hall einen Registrierapparat mit photographischer Aufzeichnung entwickelt, der im wesentlichen dazu bestimmt ist, bei Erdschlüssen selbsttätig durch ein Stromrelais in der Erdleitung eingeschaltet zu werden, um dann den Verlauf dieses Stromes und den der drei Spannungen gegen Erde auf einem lichtempfindlichen Film aufzuzeichnen. Für einen solchen Apparat besteht ein dringendes Bedürfnis, weil man auch in unserem Lande die Vorgänge bei allen Netzstörungen verfolgen will, und leider dazu bisher keine geeigneten Apparate zur Verfügung stehen.



a Meßsystem
b Galvanometerspiegel
c Planspiegel, durch Laufwerk langsam gedreht
d Filmband
e Hohlspiegel zur Lichtkonzentration
f Glühlampe

Abb. 6. Strahlengang in dem Schnellschreiber nach Hall.

Der Apparat wird mit einem und mit vier Meßwerken gebaut. Mit einem Element ist er nur zu einleitenden Beobachtungen bestimmt; er hat eine feststehende photographische Trommel, so daß nur Maximalwerte aufgezeichnet werden.

Die Ausführung mit vier Meßwerken ist wesentlich komplizierter und leistungsfähiger. Die vier Elemente, die beliebig geschaltet werden können, aber meist, wie oben angegeben, verwendet werden, bestehen aus einem Weicheisenjoch mit zwei justierbaren Polansätzen, die die Wicklung tragen. Das bewegliche Element ist ein kreisrunder Eisenblechflügel, der fest an einem Stab aus Duralumin sitzt, um 45 ° gegen die Feldrichtung geneigt. Auf dem Blechflügel ist der Spiegel befestigt. Die Länge des Lichtstrahls vom Galvanometer bis zum Film beträgt 600 mm, der nötige Ausschlagwinkel ist also sehr klein. Abb. 6 zeigt den Strahlengang. Als Lichtquelle dient eine Automobil-Scheinwerferlampe, deren Bild durch eine Kondensorlinse und einen Spezialhohlspiegel mit nur 0,5 mm Radius auf den Drehspiegel und dann auf den Film fällt. Die Empfindlichkeit beträgt bei dem 4-Element-Apparat 70 V/25 mm und 5 A/25 mm. Eingeschaltet wird der ganze Apparat in Störungsfällen durch Schnellrelais; die Zeit bis zum Beginn der Registrierung dauert nur 0,028 ... 0,033 s, je nach der Überlastung des Relais um 50 % bis zum 20fachen Nennstrom. Der größte Teil der Trägheit hängt von der Lampe ab, einer 24 V-Lampe, die mit 35,5 V belastet wird. Die Registrierung erfolgt auf Normalfilm. Bei dem Einfachschreiber mit feststehendem Film ist die Registrierfläche 8 × 10,5 cm, ausreichend für vier Maximumregistrierungen. Bei bewegtem Film ist die Bandbreite 8 cm, der Vorschub 25 mm/s während 10 s. Bei dem Vierfachschreiber wird ein Film 275 × 350 mm in ähnlicher Weise wie bei Kameras eingebaut. Abb. 7 zeigt eine solche Aufzeichnung, den Verlauf der Spannungen und den Erdstrom bei Lichtbogenüberschlag in einer Hochspannungsleitung. Es werden nur die Maxima aufgezeichnet; aus der Art der Schattierung lassen sich Oberwellen in den Kurven erkennen. Man sieht das Tanzen des Lichtbogens während etwa 2 s. Die Normalspannung von 6910 V stieg bis 12 000 V und fiel bis auf 2530 V. Der Erdstrom setzte mit 1830 A ein.

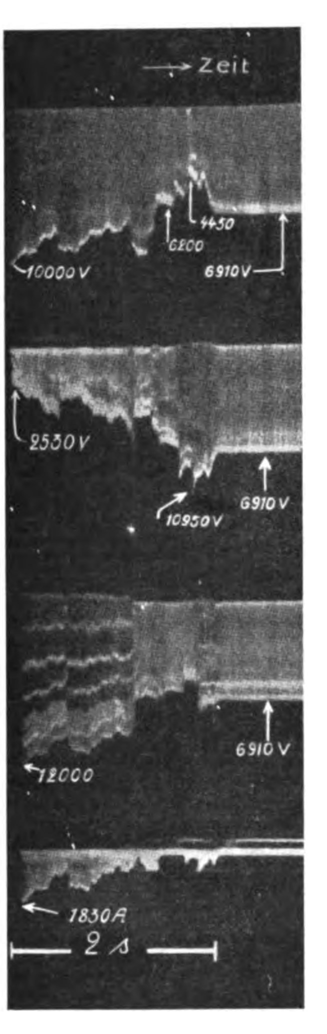


Abb. 7.

Der Apparat ist seit längerer Zeit in der Crawford Station der Commonwealth Edison Co. eingebaut, das gezeigte Bild (Abb. 7) ist dort aufgenommen worden. Über die dort gemachten Erfahrungen hat Tingley in einer Bezirksversammlung des Am. Inst. El. Engs. berichtet. In diesem Aufsatz sind neun Diagramme wiedergegeben, die alle außerordentlich interessant sind und die Brauchbarkeit des Apparates aufs beste erkennen lassen. Die dort gezogenen Schlüsse sind folgende:

„Die Diagramme dienen nicht zur Fehlerortsbestimmung; dazu verwendet man besser die längst bekannten Methoden; diese Arbeit ist erledigt, bevor die Filme gesammelt und entwickelt sind. Gewöhnlich besteht eine gute Übereinstimmung zwischen diesen Aufzeichnungen und den Störungsberichten bezüglich der betroffenen Leitungen. Gewöhnliche Erdschlüsse in Kabeln und die folgende Abschaltung geben gleiche Bilder. Abweichungen davon geben aber Anlaß, die Ölschalterfunktion zu überprüfen, und in dieser Hinsicht sind die Diagramme von größtem Wert, um die Arbeitsweise dieser Apparate im Betrieb zu kontrollieren."

Die neuen Schnellschreiber können auch im Laboratorium vielseitig verwendet werden, die gezeigten Oszillogramme stellen das Einschalten eines Motors, einer Metalldrahtlampe und das Durchbrennen von Sicherungen dar. (Chester J. Hall, Gen. El. Rev. Bd. 31, S. 328; Chester J. Hall, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 47, S. 5; E. M. Tingley, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 47, S. 7.) *Kth.*

Beleuchtung.

Ein berührungschutzsicherer Beleuchtungskörper. — Da sich durch die Vervollkommnung der Isolierstoffherstellung, durch die Kunstharzfabrikation, nunmehr ganz neue Verwendungsmöglichkeiten bieten, ist es als ein ganz besonderer Erfolg zu begrüßen, daß auch die bisher aus Metall verfertigten Tisch- und Nachttischleuchten jetzt aus Isolierstoff hergestellt werden können. Die tatsächlich vorhandenen Gefahrmomente in Wohnräumen dürfen nicht unterschätzt werden. Sie sind durch die Modernisierung der Wohnungen, durch die Einführung von Zentralheizungen, von fließendem Wasser und auch durch die erhöhte Verwendung von elektrischen Apparaten, die unbedingt eine Erdverbindung erfordern, wie z. B. Radio-, Telephonanlagen usw., noch erheblich vergrößert worden.

Aus dieser Erkenntnis heraus hat die Kontakt A. G., Fabrik elektrotechn. Spezialartikel. Frankfurt a. M.-Rödelheim, eine Stehleuchte in einer mahagonifarbigen Ausführung geschaffen, bei welcher alle der Berührung zugänglichen Teile aus Isolierstoff bestehen und somit vollkommenen Berührungsschutz gewährleisten. Außerdem sind bei dieser Leuchte ein Kippschalter in den Fuß der Leuchte, zur bequemen Ein- und Ausschaltung der Lampe selbst sowie in den Fuß eine Steckvorrichtung eingebaut, die es ermöglicht, weitere elektrische Geräte, wie Zigarrenanzünder, Brotröster, Rauchverzehrer usw. anzuschließen. Diese Einrichtung bildet eine Ergänzung der Rauminstallation, denn sie ersetzt in den bereits installierten Anlagen die etwa fehlende Steckdose. *fi*

Die Lichtdurchlässigkeit und Durchsichtigkeit von Ornamentgläsern.— Die Ornamentgläser, d. s. Gläser, in deren Oberfläche bei der Herstellung ein Muster eingepreßt wurde, nehmen unter den lichtstreuenden Gläsern eine besondere Stellung ein. Das auftreffende Licht wird teils gebrochen, teils total reflektiert und so mehr oder weniger aus seiner Richtung abgelenkt; daneben erfolgt in den meisten Fällen noch eine diffuse Zerstreuung des Lichtes. Die Prüfung der Ornamentgläser hat zu erfolgen 1. auf Lichtdurchlässigkeit, die möglichst groß sein soll; 2. auf Lichtzerstreuung und 3. auf die Durchsichtigkeit. — Die Durchlässigkeit sowie die Reflexion werden durch Messung mittels der Ulbrichtschen Kugel bestimmt, die Lichtzerstreuung und die Durchsichtigkeit lassen sich mit für praktische Zwecke ausreichender Genauigkeit durch Beobachtung durch das bloße Auge feststellen. Nach dem Grade der Blendung ist es verhältnismäßig leicht, die Gläser in Gruppen einzuteilen, und dieses Blendungsergebnis steht wieder mit der Durchsichtigkeit in engem Zusammenhang, indem die Durchsichtigkeit offenbar um so größer ist, je stärker die Blendungswirkung ausfällt. Für eine Reihe von Gläsern — eingeteilt in vier Klassen nach der Durchsichtigkeit — sind die Meßergebnisse bezüglich der Durchlässigkeit, Reflexion, Absorption und Durchsichtigkeit aufgeführt; ebenso sind für 12 verschiedene Gläser die Muster in der Photographie wiedergegeben. Es zeigt sich nun, daß bei diesen Ornamentgläsern Durchsichtigkeit und Durchlässigkeit durchaus nicht immer in demselben Verhältnis stehen; es können vielmehr zwei Gläser dieselbe Durchsichtigkeit haben und doch in der Durchlässigkeit erheblich voneinander abweichen, weil eben die Eigenart des Ornamentes die Durchlässigkeit bedingt. Wie die Versuchsergebnisse zeigen, läßt sich durch Auswahl passender Muster dem Glase jeder gewünschte Grad der Durchsichtigkeit geben, ohne daß dabei unnötige Lichtverluste aufzutreten brauchen. (Frühling, Licht u. Lampe Bd. 17 S. 593.) *Vge.*

Fernmeldetechnik.

Ein Ferngespräch über 22 000 km. — Wie The Post Office El. Engs. Journ. berichtet, haben die Funkingenieure in London und New York einen Weltverkehr-Sprechversuch über bisher nicht erreichte Entfernungen angestellt. Der Versuch sollte die Möglichkeit dartun, lange Drahtwege mit dem transatlantischen Funkweg zusammenzuschalten, und feststellen, ob der Herstellung solcher Verbindungen durch Ausgleichvorgänge eine Grenze gezogen wäre. Demgemäß wurde ein Stromweg über folgende Strecke gebildet: Stockholm—Berlin—London—New York—Los Angeles—New York—Chicago—New York. Er setzte sich zusammen aus rd. 9600 km Vierdrahtstrecke, 7800 km Zweidrahtstrecke (größtenteils oberirdisch) und 5000 km Funkstrecke. Danach betrug die ganze Sprechlänge rd. 22 000 km. Im ganzen waren eingeschaltet im Drahtweg: 115 Vierdrahtverstärker, 24 Verstärker für Trägerströme, 6 Schnurverstärker, im Funkweg: 2 Vierdraht- und 19 Zweidrahtverstärker. Ferner gehörten zur Ausrüstung 8 Echosperrer und die 2 Funksender und Empfänger.

Die Betriebsdämpfung der gesamten Verbindung betrug ungefähr 2,3 Neper. Da die Bedingungen für den Funkbetrieb zur Zeit des Versuchs befriedigend waren, erwies sich der Stromweg ausreichend beständig, um die Sprechenden an der Stimme zu erkennen. Es zeigte sich keine merkbare Störung durch Ausgleichvorgänge, deren Vorhandensein sich sonst durch unrichtiges Arbeiten der Schaltvorrichtungen bei den Funkstellen in London und New York stets deutlich bemerkbar macht. (Europ. Fernspr. H. 10, S. 283.) *Bkm.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Vom Internationalen Physikerkongreß in Como. — Im Jahre 1827 ist Alessandro Volta in Como gestorben. Anläßlich der hundertjährigen Wiederkehr seines Todestages hatte die italienische Regierung zu einem Internationalen Physikertag eingeladen, dessen Sitzungen in der Zeit vom 11. ... 16. September 1927 in Como stattfanden und am 17. in Pavia und am 18. in Rom ihren Abschluß fanden. Aus Deutschland nahmen die Herren Born, Franck, Gerlach, Grüneisen, v. Laue, Pauli, Planck, Sommerfeld, Stern und Wagner daran teil. Das Programm des Kongresses war derart aufgestellt, daß, nach der Eröffnungsfeier am ersten Tage, am zweiten Tage die Versuche über die Struktur der Materie zur Debatte standen, am dritten die Anwendungen der Elektrizität, am vierten die Theorie der Elektrizität, am fünften die physikalische Optik und am sechsten die Theorien der Struktur der Materie und der Strahlung. Über die Verhandlungen des Kongresses liegt jetzt der erste 400 Seiten starke Band vor, der die ersten drei Verhandlungstage umfaßt. Dem Sinne der Veranstaltung entsprechend brachten die einzelnen Vorträge nur zum Teil Berichte über neue noch nicht veröffentlichte Untersuchungen, sondern in der Hauptsache zusammenfassende Referate. Eine eingehende Berichterstattung über den Verlauf der Verhandlungen ist daher nicht möglich; es sollen im folgenden nur die Vorträge angeführt werden, die am dritten Tage zu dem Thema: „Anwendungen der Elektrizität" gehalten wurden. A. E. Kennelly sprach über die normale Dämpfung in elektrischen Netzen, während K. W. Wagner Kettenleiter und Wellensiebe und eine Anzahl ihrer Anwendungen behandelte. M. Q. Majorana zeigte in Versuchen eine neue Art optischer Telephonie mit dem sichtbaren oder ultravioletten Licht einer Quecksilberbogenlampe. Die physikalischen und biologischen Wirkungen von hochfrequenten Schallwellen großer Intensität, wie sie von elektrisch erregten Piezoquarzen ausgesandt werden, wurden von R. W. Wood durch eine Reihe interessanter Photographien belegt. Die Frage, ob das kalte Wasser am Grunde der Ozeane technisch ausgenutzt werden könnte, wurde von M. P. Boucherot untersucht. M. A. Cotton berichtete über den in Paris geplanten großen Elektromagneten zur Erzeugung starker und räumlich ausgedehnter magnetischer Felder. Über die fruchtlosen Versuche, elektrische Generatoren ohne Kommutator zu bauen, gab M. P. Janet einen zusammenfassenden kritischen Überblick. R. C. Tolman trug eine Reihe von Experimenten vor, welche die elektrischen Effekte zeigen sollten, die mit der Bewegung der Materie verknüpft sind. Über Fragen der atmosphärischen Elektrizität sprach M. M. Brillouin. E. Alcobè lenkte in einer historischen Notiz die Aufmerksamkeit auf die Versuche F. Salvàs, der schon vor der Entdeckung der Voltaschen Säule einen Telegraphen auf elektrostatischer Grundlage konstruierte. (Atti del Congresso Internazionale dei Fisici Bd. 1, Bologna 1928.) *Br.*

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Betrifft: Fachbericht-Sonderheft der VDE-Jahresversammlung, Berlin 1928.

Wir machen auf die Beilage in Heft 49/1928 aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des Fachbericht-Sonderheftes enthält. Der Inhalt der Fachberichte ist besonders wertvoll und aktuell. Die Preise liegen erheblich niedriger als im Vorjahre:

	f. Mitglieder des VDE	f. Nichtmitglieder des VDE
geheftet:	RM 4,—	RM 7,—
gebunden:	„ 5,—	„ 8,—

Bestellungen bitten wir umgehend an die Geschäftsstelle des VDE zu richten; der Versand erfolgt sofort.

Kommission für Hochspannungsschaltgeräte.

Es folgen die auf S. 1859 mit * bezeichneten Normblattentwürfe.

Noch nicht endgültig

Stützer für Innenräume

Gruppe B (kleinste Umbruchkraft P = 750 kg)

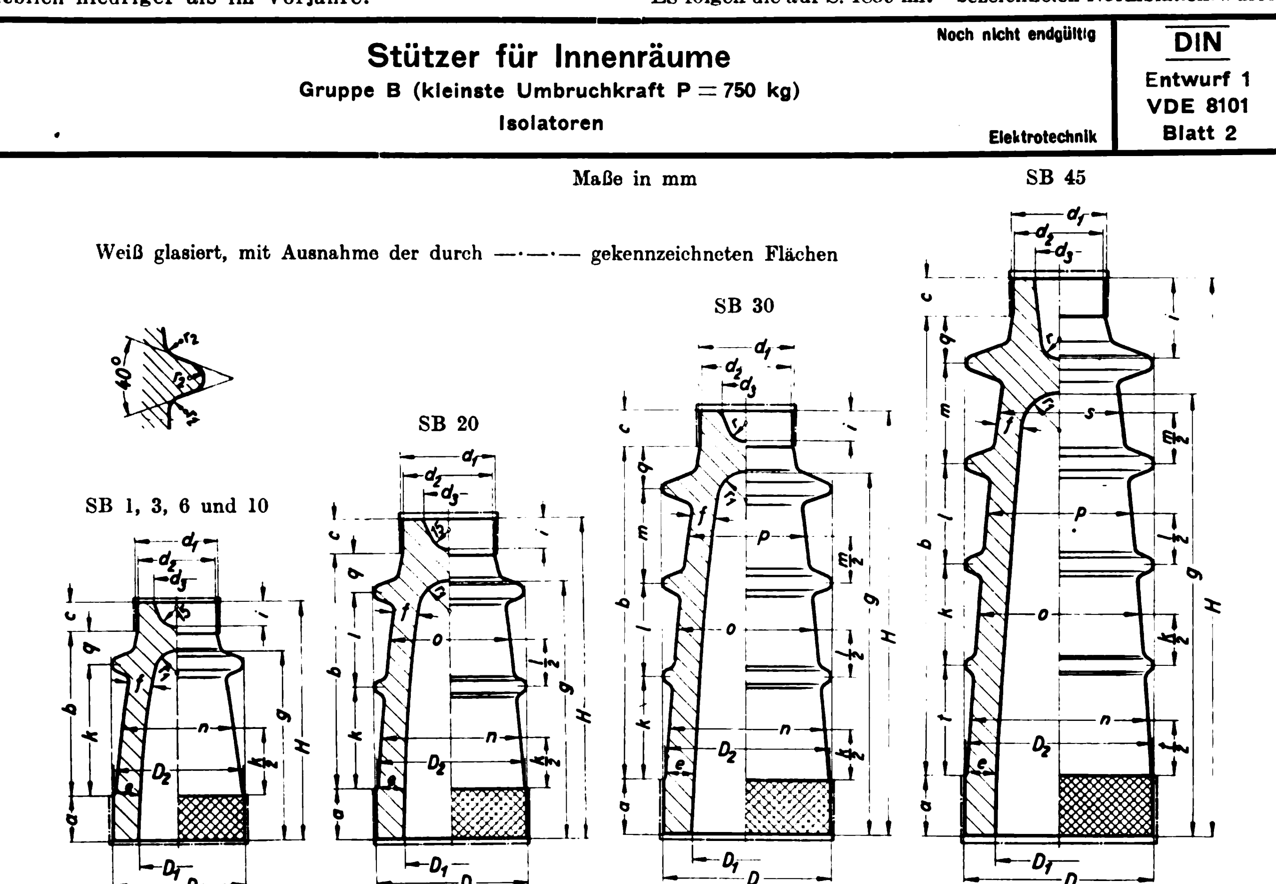
Isolatoren

Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 8101 Blatt 2

Maße in mm

Weiß glasiert, mit Ausnahme der durch —·—·— gekennzeichneten Flächen



Bezeichnung eines Isolators zum Stützer S, Gruppe B, Reihe 10:

Isolator SB 10 VDE 8101

Kurzzeichen[1])	Prüfspannung kV	a	b	c	D	D_1	D_2	d_1	d_2	d_3	e	f	g	H	i
SB 1	10	23	42	23	80	46	75	60	59	34	17	—	55	88	17
SB 3	26	28	76	23	90	50	85	60	59	34	20	18	94	127	17
SB 6	33	31	103	26	100	60	95	65	64	34	20	18	123	160	19
SB 10	42	35	128	27	105	64	100	65	64	34	20	18	150	190	19
SB 20	64	40	186	29	120	78	115	75	74	40	21	19	206	255	25
SB 30	86	43	266	30	135	88	130	75	74	40	22	19	290	339	25
SB 45	119	49	366	30	155	104	150	75	74	40	23	20	352	445	65

Kurzzeichen[1])	k	l	m	n	o	p	q	r_1	r_2	s	t	Zulässige Abmaße: Höhe H und Durchmesser D, d_1 und d_2	Zulässige Abmaße: alle übrigen Maße
SB 1	28	—	—	—	—	—	14	19	5	—	—	±3%	±5%
SB 3	58	—	—	80	—	—	18	18	5	—	—		
SB 6	82	—	—	88	—	—	21	20	6	—	—		
SB 10	105	—	—	88	—	—	23	19	6	—	—		
SB 20	80	75	—	110	96	—	31	25	6	—	—		
SB 30	82	75	75	125	111	94	34	23	6	—	—		
SB 45	80	80	80	142	129	116	38	29	6	98	88	±2,5%	

[1]) Die Isolatoren sind mit dem Kurzzeichen zu versehen.

Werkstoff: keramischer Werkstoff nach den Bestimmungen des VDE
Riffelung nach DIN VDE 8108

Dezember 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Stützer für Innenräume

Gruppe B (kleinste Umbruchkraft P = 750 kg)

Kappen und Sockel

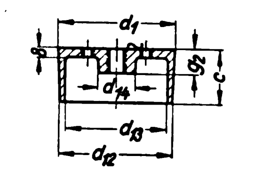
Noch nicht endgültig

Elektrotechnik

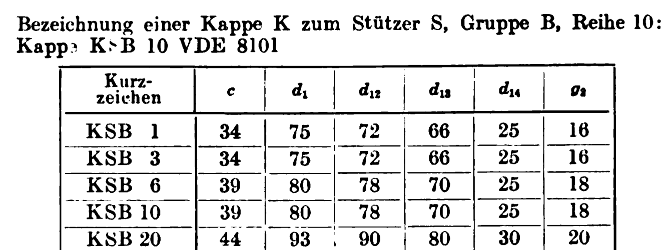
DIN Entwurf 1 VDE 8101 Blatt 3

Maße in mm

Kappen K

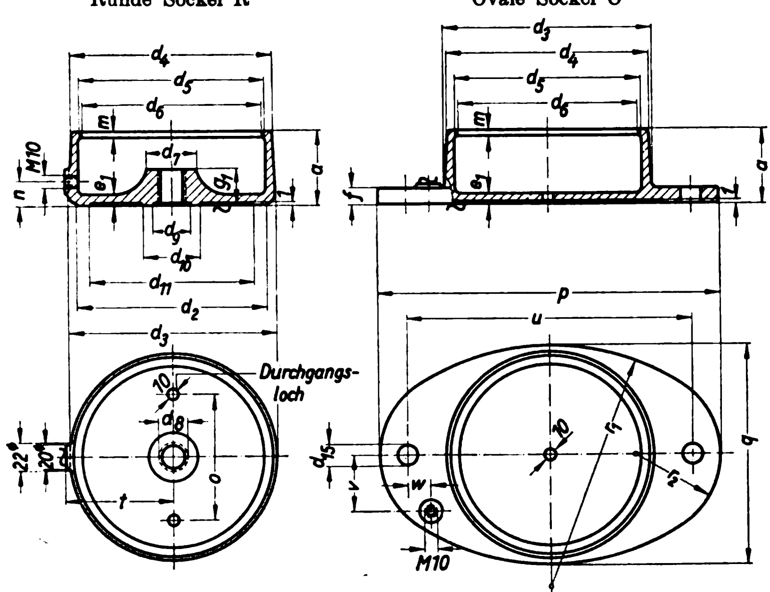


Bezeichnung einer Kappe K zum Stützer S, Gruppe B, Reihe 10: Kappe KSB 10 VDE 8101



Kurzzeichen	c	d_1	d_{12}	d_{13}	d_{14}	g_2
KSB 1	34	75	72	66	25	16
KSB 3	34	75	72	66	25	16
KSB 6	39	80	78	70	25	18
KSB 10	39	80	78	70	25	18
KSB 20	44	93	90	80	30	20
KSB 30	44	93	90	80	30	20
KSB 45	44	93	90	80	30	20

Runde Sockel R Ovale Sockel O



Bezeichnung eines runden Sockels R zum Stützer S, Gruppe B, Reihe 10: Sockel RSB 10 VDE 8101

Runde Sockel R

Kurzzeichen	a	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	d_9	d_{10}	d_{11}	e_1	g_1	m	n	o	t
RSB 1	34	92	102	97	87	84	25	5/8"	22	36	75	7	20	4	16	60	54
RSB 3	40	102	112	107	97	94	25	5/8"	22	36	88	7	20	5	16	60	59
RSB 6	43	112	123	118	108	105	25	5/8"	22	36	95	8	20	5	16	84	64
RSB 10	48	118	130	125	114	111	34	3/4"	26	40	102	8	25	5	18	84	69
RSB 20	55	135	150	145	132	128	34	3/4"	26	40	115	9	25	5	20	100	78
RSB 30	60	150	165	160	146	142	40	7/8"	30	45	130	10	30	6	20	100	85
RSB 45	65	170	187	182	167	163	40	7/8"	30	45	150	10	30	6	20	135	96

Ovale Sockel O

Kurzzeichen	a	d_3	d_4	d_5	d_6	d_{15}	e_1	f	m	p	q	r_1	r_2	u	v	w
OSB 1	34	102	97	87	84	11	7	10	4	170	110	118	43	140	22	8
OSB 3	40	112	107	97	94	11	7	10	5	185	120	140	48	150	24	8
OSB 6	43	123	118	108	105	14	8	11	5	200	132	140	52	165	30	12
OSB 10	48	130	125	114	111	14	8	12	5	215	140	158	55	175	32	14
OSB 20	55	150	145	132	128	17	9	12	5	250	160	180	61	205	40	14
OSB 30	60	165	160	146	142	17	10	14	6	270	175	192	67	225	44	18
OSB 45	65	187	182	167	163	22	10	16	6	310	200	220	76	255	50	18

Werkstoff: Gußeisen
Gewinde: Metrisch nach DIN 13. Whitworth nach DIN 11

Dezember 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der wirtschaftliche Wert der Gasfernversorgung und ihre Verbindung mit der Elektrizitätsversorgung.

Herr Oberingenieur Dr. GOSEBRUCH untersucht in der ETZ 1928, S. 1465 die Möglichkeiten eines Zusammenarbeitens zwischen Gas- und Elektrotechnik auf dem Wege über die Gasfernversorgung. So begrüßenswert auch diese Untersuchung ist, kann ich mich den Ausführungen in einigen wichtigen Punkten nicht anschließen. In dem Aufsatz wird eine verfügbare Jahresgasmenge von 9 ... 12 Milliarden m³ genannt, die von der Ruhr geliefert werden kann. Diese Angaben, welche von der Ruhrgas A. G. m. W. allerdings nur in der Höhe von etwa 9 Milliarden m³/Jahr gemacht worden sind, werden von verschiedenen maßgebenden Fachleuten bestritten. Ich möchte in diesem Zusammenhange auf die lesenswerten Ausführungen von Herrn Direktor Reinhard, Leipzig, in Nr. 1 der Zeitschrift „Wasser und Gas" vom 1. X. 1928 hinweisen. Nach derselben Quelle machte die Zeitschrift „Handel und Industrie" in Nr. 867, Jahrgang 1928, hierzu sehr bemerkenswerte Ausführungen. Danach wird von vielen Kokereifachleuten die Umstellung ihrer Öfen auf Schwachgasbeheizung abgelehnt, weil die Herstellung der gleichen Wärmemengen Schwachgas kostspieliger erscheint, als die Vergütung der Kohleverwertungs A. G. für das an sie gelieferte Koksofengas (Gegenwert von 0,8 kg Fettnußkohle I ... IV) beträgt.

Nicht zutreffend ist ferner der von Herrn Dr. GOSEBRUCH gezogene Vergleich zwischen dem Betriebe einer Kokerei und demjenigen eines Gaswerkes. Die Bemerkung, daß in der Kokerei das Gas anfällt wie beim Kesselfeuer der Rauch, fordert zum Widerspruch heraus, denn das anfallende Gas ist ein wertvolles Nebenprodukt, welches im Eigenbetriebe zur Beheizung der Öfen, zur Dampf- und Krafterzeugung verwendet wird. Neuzeitliche Großgaswerke arbeiten mit denselben Ofensystemen wie die Kokereien; erstere können daher Koks gleicher Güte herstellen unter der selbstverständlichen Voraussetzung der Verwendung gleicher Kohlensorten. Aus den gleichen

(*Fortsetzung auf S. 1889.*)

(*Fortsetzung von S. 1887.*)

Noch nicht endgültig

Stützer für Innenräume

Gruppe C (kleinste Umbruchkraft P = 1250 kg)

Zusammenstellung

Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 8102 Blatt 1

Maße in mm

Q mit quadratischem Sockel

Bezeichnung eines Stützers S, Gruppe C mit quadratischem Sockel Q, Reihe 10:
Stützer SCQ 10 VDE 8102

Kurzzeichen	Nennspannung kV nach R. E. H.	a	b [1]	c	D	d_1	d_{15}	f	g_2	h	n	p	u
SCQ 10	10	53	128	44	130	98	14	15	20	225	18	175	140
SCQ 20	20	61	185	44	145	98	14	18	20	290	18	190	150

[1] Das Maß *b* darf die Schlagweite in Luft nach R.E.H. nicht unterschreiten.

Isolatoren nach DIN VDE 8102 Blatt 2
Kappen und Sockel nach DIN VDE 8102 Blatt 3
Abschlußteller nach DIN VDE 8103 mit Erdwachs oder dergl. wasserdicht am unteren Rande der Isolatoren festkleben
Erdungschrauben nach DIN VDE ....

Dezember 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.



Noch nicht endgültig

Stützer für Innenräume

Gruppe C (kleinste Umbruchkraft P = 1250 kg)

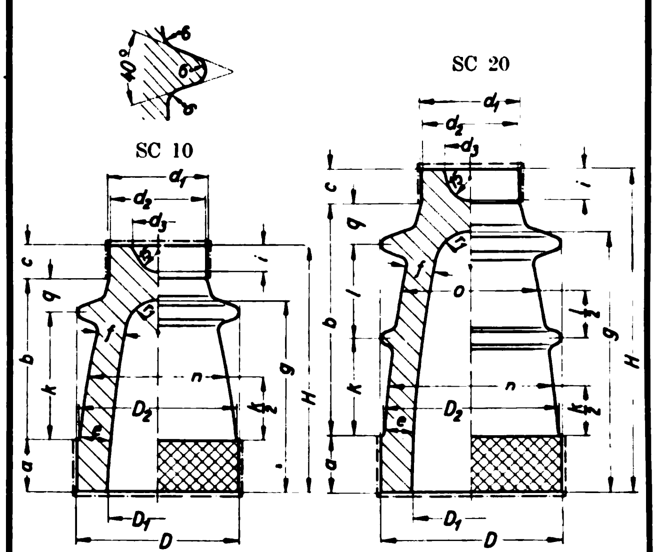
Isolatoren

Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 8102 Blatt 2

Maße in mm

Weiß glasiert, mit Ausnahme der durch —·—·— gekennzeichneten Flächen



Bezeichnung eines Isolators zum Stützer S, Gruppe C, Reihe 10: Isolator SC 10 VDE 8102

Kurzzeichen [1]	Prüfspannung kV	a	b	c	D	D_1	D_2	d_1	d_2	d_3	e	f	g
SC 10	42	42	128	27	130	80	125	80	79	40	25	23	154
SC 20	64	46	185	27	145	94	140	80	79	40	25	23	208

Kurzzeichen [1]	H	i	k	l	n	o	q	r_1	Zulässige Abmaße: Höhe H und Durchm. D, d_1 und d_2	Zulässige Abmaße: alle übrigen Maße
SC 10	197	20	100	—	112	—	28	25	± 3%	± 5%
SC 20	258	25	77	75	132	110	33	28		

[1] Die Isolatoren sind mit dem Kurzzeichen zu versehen.

Werkstoff: keramischer Werkstoff nach den Bestimmungen des VDE
Riffelung nach DIN VDE 8108

Dezember 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Gründen sind in beiden Fällen die Ausbeuten dieselben, und es ist nicht richtig, Gegensätze nach dieser Richtung zwischen den beiden Gruppen von Gaserzeugern zu konstruieren. Die Angaben über die Gasselbsterzeugungskosten frei Behälter halte ich ebensowenig für zutreffend, kann mir aber dazu weitere Ausführungen sparen, da hierüber Richtigstellungen von verschiedenen berufenen Stellen erfolgt sind. Die Frage „Gasfernbezug oder Eigenerzeugung" ist deshalb eine reine Transportfrage, und es kommt darauf an, ob es gelingt, das Gas und den Ersatz für Gaskoks billiger zu transportieren als die Kohle zu den Gaswerken. Abgesehen davon, daß erst kostspielige Umstellungen auf den Kokereien gemacht werden müssen, ehe die Gasmengen in dem von Dr. GOSEBRUCH angegebenen Umfange frei werden, kommt außerdem die Anwendung von Großgasmaschinen solange nicht in Frage, als eine zuverlässige und wirtschaftlich arbeitende Gasturbine großer Leistung fehlt. Die Stromerzeugung mittels Kolbengasmaschinen kommt für größere Werke aus allgemein bekannten Gründen nicht in Frage. Ob die Schwierigkeiten wirklich so gering sind, einen betriebsfähigen Großgasmotor von z. B. 30 000 kW zu vertretbaren Preisen zu bauen, überlasse ich dem Urteil der Spezialfachleute. Für den verantwortlichen Werkleiter würde es m. E. ein gewagtes Experiment bedeuten, den von Dr. GOSEBRUCH gemachten Vorschlägen zu folgen. Hinsichtlich der Verwendung von Drücken in der Größenordnung von etwa 30 atü bei dem Transport von Steinkohlengas bestehen in den Kreisen beruflicher Fachleute erhebliche Bedenken; wegen Raummangel muß ich es mir versagen, hierzu weitere Ausführungen zu machen.

Was den Gaspreis des durch die Fernleitungen zu beziehenden Gases anlangt, so sind in dem Aufsatz von Herrn Dr. GOSEBRUCH Verhältnisse zugrunde gelegt, die in der Praxis nicht vorkommen. Wenn die Angabe der bereits angeführten Veröffentlichung in „Handel und Industrie" zutrifft, daß viele Kokereifachleute die Umstellung ihrer Öfen auf Schwachgasbeheizung ablehnen, weil die Herstellung derselben Wärmemenge in Form von Schwachgas kostspieliger erscheint, so ist daraus zu schließen, daß die jetzige Vergütung für Starkgas zuzüglich Kapitaldienst der Generatorenanlage und Arbeitslöhne für den Betrieb der letzteren höher ausfällt als in Zukunft der zu erzielende Preis ab Zeche. Ich schätze diese Unkosten auf mindestens 0,5 Pf/m³ Ferngas. Ob unter solchen Umständen die Zechen den in dem Aufsatz genannten Grundpreis von 2 Pf/m³ noch weiter senken können, wie das Herr Dr. GOSEBRUCH erwartet, erscheint fraglich; ich möchte annehmen, daß er bei weiteren Abschlüssen der Ruhrgas A. G. erhöht wird, wie aus verschiedenen Angeboten, welche in letzter Zeit bekannt geworden sind, geschlossen werden kann. Der Hannover zugestandene Preis von 3,2 Pf/m³ frei Gasbehälter ist bereits durch die letzte Kohlenpreiserhöhung überholt. Sachverständige Stellen sind übrigens der Meinung, daß in diesem Falle bei einer Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals von zusammen 10 % bei den z. Z. in Frage kommenden Gasmengen die gesamte Einnahme aus dem Gasverkauf zur Deckung des Kapitaldienstes benötigt wird. *(Forts. auf S. 1890.)*

(Fortsetzung der Normblattentwürfe von S. 1888.)

Noch nicht endgültig

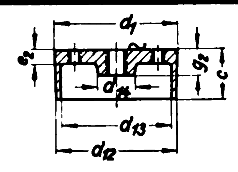
Stützer für Innenräume

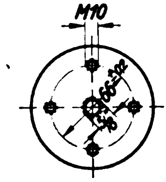
Gruppe C (kleinste Umbruchkraft P = 1250 kg)
Kappen und Sockel Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 8102 Blatt 3

Maße in mm

Kappen K

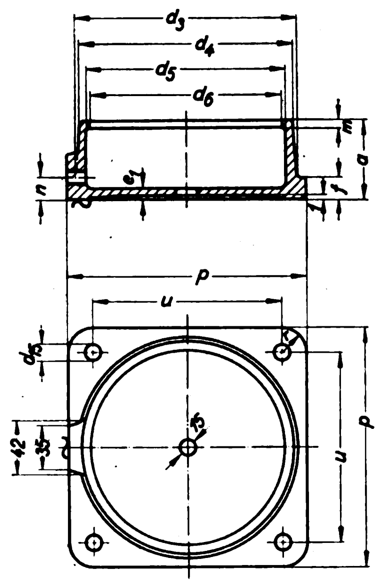




Bezeichnung einer Kappe K zum Stützer S, Gruppe C, Reihe 10:
Kappe KSC 10 VDE 8102

Kurz-zeichen	c	d_1	d_{12}	d_{13}	d_{14}	e_2	ϱ_2
KCS 10	44	98	95	85	30	12	20
KSC 20	44	98	95	85	30	12	20

Quadratische Sockel Q



Bezeichnung eines quadratischen Sockels Q zum Stützer S, Gruppe C, Reihe 10:

Sockel QSC 10 VDE 8102

Kurz-zeichen	a	d_3	d_4	d_5	d_6	d_{15}	e_1	f	m	n	p	r	u
QSC 10	53	160	154	140	136	14	8	15	6	18	175	17,5	140
QSC 20	61	176	170	157	152	14	10	18	7	18	190	20	150

Werkstoff: Gußeisen
Gewinde: Metrisch nach DIN 13. Whitworth nach DIN 11

Oktober 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

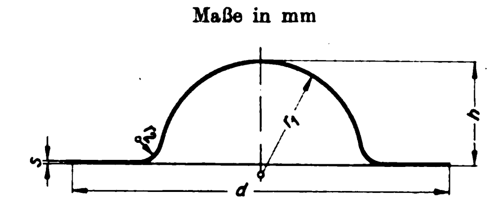
Noch nicht endgültig

Stützer für Innenräume

Gruppen A, B und C
Abschlußteller Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 8103

Maße in mm



Bezeichnung eines Abschlußtellers T für Stützer S, Gruppe A, Reihe 10: Abschlußteller TSA 10 VDE 8103

Kurz-zeichen	d	h	r_1	r_2	s
TSA 1	60	14	12,5	2	0,3
TSA 3					
TSA 6	80	18	18	3,5	0,3
TSA 10					
TZA 20	90	25	22	3,5	0,3
TSA 30					
TSB 1	75	20	20	5	0,3
TSB 3					
TSB 6	95	25	25	5	0,3
TSB 10					
TSB 20	115	25	30	7	0,3
TSB 30					
TSB 45	140	35	39	10	0,5
TSC 10	120	24	36	5	0,5
TSC 20					

Werkstoff: Tiefziehblech

Oktober 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Verband Deutscher Elektrotechniker, e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Aus den vorgenannten Gründen muß der von Herrn Dr. GOSEBRUCH errechnete Gaspreis von 3,0 Pf/m^3 frei Gasbehälter als zu niedrig bezeichnet werden. Ich komme bei vorsichtiger Schätzung unter Berücksichtigung des Kapitaldienstes für die erforderlichen Gasbehälter auf mindestens 1,95 Pf/kWh Brennstoffkosten, das ist ein Betrag, der selbst in älteren Elektrizitätswerken unterschritten wird. Herr Dr. GOSEBRUCH gibt selbst zu, daß ein Gesamtpreis von 3,8 Pf/kWh, der nach Vorstehendem sich aber wesentlich erhöht, nicht mit dem gleichen Preis von Dampfgroßwerken konkurrieren kann. Die Fortschritte neuzeitlicher Hochdruckanlagen, insbesondere hinsichtlich des Wirkungsgrades, zeigen zur Genüge, daß die Entwicklung unserer Großkraftwerke nicht im Zuge der Großgasmaschinen geht, sondern in demjenigen des Höchstdruckdampfes.

Abgesehen von diesen rein technischen Überlegungen ist die volkswirtschaftliche Bedeutung der behandelten Fragen nicht außer Acht zu lassen. Es kann m. E. nicht verantwortet werden, Kapitalien, die in der Hauptsache auf dem Anleihewege vom Ausland beschafft werden können und unsere Wirtschaft in noch größere Abhängigkeit vom Ausland bringen, in ein Unternehmen hineinzustecken, welches dem Volksganzen keinen sichtbaren Vorteil und Gewinn bringt.

Kiel, 23. XI. 1928. Th. Ploppa.

Erwiderung.

Die Bemerkungen des Herrn Direktors Th. PLOPPA sind letzten Endes eine Zusammenfassung alles dessen, was von konkurrierender Seite gegen die Gasfernversorgung überhaupt ins Feld geführt wurde. Diese in sich verwickelten Mißverständnisse zu widerlegen, ist in dem hier zur Verfügung stehenden Rahmen völlig ausgeschlossen. Zudem nimmt Herr PLOPPA ja von dem Beibringen überzeugender Gegenbeweise Abstand und begnügt sich mit Bezweifeln und Bestreiten unter Hinweis auf verschiedene maßgebende Fachleute, demgegenüber die Basis, auf die ich meine ausführlichen Berechnungen aufgebaut habe, nämlich die technisch-wissenschaftlichen Angaben der direkt in der Zechenkokerei stehenden Praktiker, wohl die zuverlässigere sein dürfte.

Über die 9 bzw. 12 Milliarden m^3 habe ich in meinem Aufsatz bereits ausreichende Literaturnachweise gebracht. Eine weitere Bestätigung finden diese Zahlen in den Angaben des in dieser Frage berufensten Fachmannes, des Generaldirektors Dr. A. Pott, der bei der Pittsburger Tagung des Carnegie Institute of Technology (Internationaler Kohlenkongreß) im vergangenen Monat die 1927 auf den Ruhrbezirk allein entfallende Koksgasmenge zu 10 Milliarden m^3 angegeben hat.

Es wird nun von der anderen Seite immer behauptet, daß bedeutende Umbauten und Anlagen erforderlich seien, deren Verzinsung man zu Lasten des Kokereigases rechnen müsse. Demgegenüber kann hier nur festgestellt werden, daß der Bau der modernen Zentralkokereien eine rein bergbauliche Rationalisierungsmaßnahme ist und mit dem Ferngas an sich nichts zu tun hat.

Ebenso verhält es sich mit den Generatorgasanlagen. Man will und muß die preisdrückenden minderen Kohlensorten aus dem Markt ziehen und verwertet sie deshalb im Eigenbetrieb, indem man die verschwenderische Kesselbeheizung mit Koksgas durch Rostfeuerung ersetzt — hierdurch würden allein über 4 bis 4,5 Milliarden m^3 für die Fernleitung frei ohne ein Kubikmeter Generatorgas aufzuwenden. Diese Gasmenge würde für allen Anfang weitaus genügen. Zweitens will man die minderwertige Kohle zur Generatorgasbeheizung verwenden, und nun wird auch noch der Rest des Gases für die Fernleitung verfügbar. Mein Vergleich „wie Rauch beim Kesselfeuer" paßt deshalb m. E. sehr gut; er drückt die Spontaneität aus, aber selbstverständlich nicht eine Wertlosigkeit; denn um den Wert dieses Gases dreht sich ja das Ganze.

Daß „viele Kokereifachleute die Umstellung ihrer Öfen auf Schwachgasbeheizung — aus den von Herrn PLOPPA angegebenen Gründen — ablehnen", trifft nicht zu, was schon daraus hervorgeht, daß 90 % aller Mitglieder des Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikats Aktionäre der Ruhrgas A. G. sind, und ferner aus der Gründung der Zentralkokereien großen Stils. Die restlichen Zechen sind nur deshalb nicht angeschlossen, weil sie andere (chemische) Verwendungszwecke im Selbstverbrauch haben.

Auch die Behauptung, daß Großgaswerke durch Aufstellung von Kokereiöfen und Verwendung gleicher Kohlensorten Koks gleicher Güte herstellen könnten, ist ebensowenig richtig wie etwa die, daß man in Kiel echte Havannas machen könnte, wenn man sich Havannatabak kommen läßt. Beidemal verliert die Ware auf dem Transport wertvolle Eigenschaften, und bei der Kohle erleidet die besonders wichtige Backfähigkeit erhebliche Einbuße. Sodann ist die besonders geeignete Kohlenmischung eine Hauptsache, die die Gaswerke sich nicht so leicht verschaffen können. Gerade diese Gründe haben wesentlich bei der Errichtung der Zentralkokereien mitgesprochen, von denen manche 400 ... 500 Mill. m^3 Gasanfall haben, also jede den Bedarf einer Stadt wie Berlin nebenbei decken könnte.

Über die Gasselbsterzeugungskosten habe ich die Quellen aus den Kreisen der Gastechnik selbst angegeben. Niedrigere Werte sind im Kampf der letzten Jahre ja vielfach behauptet, aber niemals bewiesen worden.

Gasfernbezug oder Eigenerzeugung ist auch durchaus nicht eine reine Transportfrage, sondern die „Frage" ist vielmehr die: „Was kostet das Gas und Koks loko Gasbehälter auf die eine oder andere Weise?" Zugunsten der Zechenselbstkosten sind auch die internen Vorteile zu buchen, die dem Zechenbetrieb durch die Gasfernversorgung geboten werden.

Auf die Preisfrage einzugehen, verbietet der Raum. Es sei auch hier wieder auf Hannover verwiesen. Wenn der Preis von 3,2 Pf/m^3 „durch die letzte Kohlenpreiserhöhung — nach der Kohlenklausel — überholt" ist, so bleibt der Vergleichswert der Zahl doch bestehen, denn das Stadtgas ist doch aus gleichen Gründen teurer geworden, wozu außerdem für die Gasfabriken die erhöhten Transportkosten kommen.

Die Preisstellung ist natürlich eine Funktion der Verbrauchsmengen. Deshalb können nicht alle Städte Preise wie Hannover erhalten, aber in dem von mir behandelten Falle ist das ein reduzierendes Moment. In einem kürzlich im Bezirksverein Deutscher Chemiker in Bremen gehaltenen Vortrag[1] sind bei Großbezug ebenfalls Preise von 3,15 ... 3 Pf/m^3 frei Gasbehälter genannt worden.

Überrascht hat mich die Behauptung, daß die Kapitalieninvestierung in die Zechengasfernleitung vor der Nationalwirtschaft nicht verantwortet werden könne, während gleichzeitig die großen städtischen Gaswerke dazu übergehen, ganz enorme Kapitalien in die sogenannten Gruppenversorgungen zu stecken. Für alle diejenigen, welche die Notwendigkeit der Verwertung des Zechengases für den Bergbau und das Ruhrgebiet kennen, ist es aber Überzeugungssache, daß diese dem Volksganzen einen viel höheren, sichtbaren Vorteil und Gewinn bringt als die doch nicht unbedingt erforderlichen Bezirksgasversorgungen. Das Ergebnis der Anleihen beweist, daß das Ausland mehr Vertrauen zu der Sache hat.

Was die Frage der Großgasmotoren in Verbindung mit Großkraftwerken und dem so zu erzielenden Selbstkostenpreis der Kilowattstunde anbelangt, so darf man da nicht vergessen, daß die Kilowattstunde im Werk ja gar nicht in Frage kommt, sondern die Kilowattstunde beim Verbraucher, und zwischen Werk und Verbraucher liegt eben ein ungeheures Leitungs- und Verteilungsnetz, so daß für die Konzentrierung aller Krafterzeugung an einer Stelle auch ganz besonders hohe Aufwendungen für die Verteilungsleitungen notwendig sind. Mit Recht sagt Herr Dr. Werner in seinem von mir angezogenen Vortrag, daß eine Verbilligung im Leitungsnetz um 30 % gleichbedeutend sei mit der Abschreibung des Kraftwerkes auf Null.

Bei einem Großdampfwerk ist freilich die Konzentrierung wegen der Dampferzeugung technisch geboten. Bei Großgasmotoren, wo an Stelle der Dampfzuführung die Gaszuführung tritt, besteht aber gar nicht so sehr der Grund, in einem Riesenkraftwerk der Weisheit letzten Schluß sehen zu müssen. Es lassen sich viel leichter Unterteilungen — eine Dezentralisation — vornehmen und Kraftwerke von 25 000 und 50 000 kW in der Nähe der Konsumzentren errichten. Überdies handelt es sich ja auch nicht immer um eine Versorgung von Riesenstädten wie Berlin und Hamburg. Andernorts sind Kraftwerke der beschriebenen Art schon Großkraftwerke an sich.

Auf die Kritik des von mir über die Großgasmotoren Gesagten möchte ich erwidern, daß das absprechende Urteil einer neuen, unbequemen Sache gegenüber lediglich aus der z. Z. gerade geltenden Anschauung heraus im Verhältnis von Gas- zur Elektrotechnik nicht ohne Vorgang ist. Genau so wurde die entstehende Elektrotechnik 1878 behandelt. Im „Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung" vom September 1878, S. 562 ff., finden wir als Schluß einer Abhandlung der ständigen „Rundschau" den Satz: „So erscheint es geradezu lächerlich, an die Möglichkeit glauben zu wollen, daß die elektrische Beleuchtung je imstande sein könnte, das Gas bei der gewöhnlichen Privatbeleuchtung zu verdrängen . . . auch wenn sie noch so viel billiger würde." In derselben Zeit-

[1] Weser-Zg. v. 27. XI. 1928.



schrift (Nr. 2 von Ende Januar 1880) wird Edisons Glühlampe, „die Wunderlampe des Zauberers von Menlo-Park", besprochen und zum Schluß behauptet: „Wir haben demnach nicht nötig, weitere Urteile anzuführen, um von der Wertlosigkeit der neuesten Erfindung Edisons zu überzeugen." Bei der Beschreibung des Projektes von Edisons erster Zentrale in New York (S. 34/36) heißt es: „Und dieser Humbug wird von einer kritiklosen Presse verbreitet!"

Charlottenburg, 1. XII. 1928.

Dr. W. Gosebruch.

Wir schließen hiermit diese Erörterung. D. S.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft zu Frankfurt a. M. 2. I. 1929, abds. 8 h, Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Straße 47: Vortrag Dr.-Ing. Blamberg, „Allerlei Altes und Neues über Ohmmeter."

LITERATUR.

Besprechungen.

Wärme — Optik — Elektrizität. Von Prof. Dr. G. Wiegner u. Prof. Dipl.-Ing. P. Stephan. Techn. Physik für techn. Lehranst. u. zum Gebr. in d. Praxis, Bd. 2. 3. neubearb. Aufl. mit 352 Textabb., VII u. 350 S. in 8⁰. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1927. Preis geb. 8,80 RM.

Die Verfasser haben in der neuen Auflage ihres Lehrbuches den Begriff der Technischen Physik schärfer begrenzt, indem sie auf die Anwendungen nur so weit eingehen, als ihr Zusammenhang mit der Theorie darzutun oder diese durch Beispiele zu belegen war. So ist z. B. das Kapitel über die technischen Einrichtungen der Wärmekraftmaschinen vollständig gestrichen worden. Dadurch war es möglich, die beiden bisher getrennten Bände über Wärme, Optik und Elektrizität in einen Band zusammenzufassen. Ich kann diese schärfere Begrenzung nur begrüßen; denn ein kurzer Überblick, wie er für den Physikunterricht an allgemein bildenden Anstalten wertvoll ist, bietet dem angehenden Techniker zu wenig, und ein genaueres Eingehen auf die Einzelheiten muß den Fachgebieten überlassen bleiben. Die physikalischen Grundlagen der Radiotechnik kommen dabei allerdings zu kurz; die Erklärung der Wirkungsweise des Detektors oder der Elektronenröhre z. B. sucht man doch in einem Lehrbuch der Technischen Physik. Über den Umfang der gewöhnlichen Physikbücher hinaus werden die bei den praktischen Anwendungen gebrauchten Meßinstrumente und Meßverfahren ausführlicher dargestellt. Besonders die Temperaturmeßinstrumente haben in der neuen Auflage eine eingehendere Behandlung erfahren. Ferner habe ich schon bei der Besprechung der zweiten Auflage als wertvolles Kennzeichen des Buches das reiche und gut ausgewählte Material von Musterbeispielen und Übungsaufgaben hervorgehoben, das das wichtigste Hilfsmittel darstellt, um den Techniker die zahlenmäßige Vorausberechnung technischer Vorgänge zu lehren. Der Lehrstoff ist sorgfältig durchgearbeitet und einwandfrei dargestellt; nur die Ableitung des zweiten Hauptsatzes der Wärmelehre ist nicht haltbar. W. Bauer.

Gewitterschäden. Ein Handbuch und Ratgeber f. Gerichte, Bauämter, Versicherungsnehmer u. -geber u. f. ihre Baumeister u. Vertreter i. Stadt u. Land. Bd. 1. Bearb. v. Baum. Friedr. W. Preuß. Mit 57 Textabb. u. 146 S. in 8⁰. Selbstverlag, Altdamm b. Stettin, 1927. Preis kart. 4,50 RM.

Wenn man diese Broschüre aus der Hand legt, so hat man den Eindruck, als ob sie von dem Rechtsanwalt einer Versicherungsgesellschaft geschrieben wäre und nicht von einem neutralen Sachverständigen. Der Verfasser beginnt seine Erörterungen mit der „Blitzschäden-Klausel" (S. 12) und schließt mit dem 15. Abschnitt: „Die Bergungs- und Entschädigungsfrage" (S. 143 ... 146). Auf den übrigen 130 Seiten bringt er eine ganze Reihe interessanter Schadensfälle, jedoch würde für die meisten die Bezeichnung „Sturmschaden" treffender sein als „Gewitterschaden"; denn bei diesem Titel denkt man doch vornehmlich an Blitzschäden. In diesen Seiten wird jedoch der größte Raum verbraucht, um nachzuweisen, daß meist der Sturm die Ursache des Schadens war. Bei der Schilderung der einzelnen Fälle zeigt sich der Verfasser als sehr scharfer Beobachter und guter Baumeister, doch weniger als Elektrotechniker und Aerodynamiker. Seinen gegebenen Erklärungen und geforderten Beweisen kann man nicht immer zustimmen. Erstaunlich sind seine Ausführungen über Kugelblitze. — Die redaktionelle Durcharbeitung des Stoffes läßt zu wünschen übrig. Für die zweite Auflage seien einige Verbesserungsvorschläge gemacht. Eine einheitliche Bezifferung der Abbildungen wäre anzustreben, und die Bilder könnten durch kennzeichnende Unterschriften viel gewinnen. Die Verwendung von Fußnoten auf den Seiten 135 ff. in neuartiger ungewohnter Weise, nämlich zur Kennzeichnung zusammengehöriger Textstellen, wirkt störend. An vielen Stellen wird auf den zweiten Band verwiesen, was oft nicht sehr glücklich und meist überflüssig ist. Moench.

Thermodynamische Grundlagen der Kolben- und Turbokompressoren. Graph. Darstell. f. d. Berechn. u. Untersuch. Von Obering. A. Hinz. 2., verb. Aufl. Mit 73 Textabb., 20 graph. Berechnungstaf., 19 Zahlentaf., VI u. 68 S. in 4⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 25 RM.

In dieser mit großem Fleiß zusammengestellten Arbeit gibt der Verfasser eine kurze, klare Darstellung der physikalischen und mathematischen Grundlagen des Kompressorenbaues und darauf, den Hauptwert des Buches bildend, eine Reihe von Zahlentafeln und graphischen Berechnungstafeln, die dem mit Kompressoren Beschäftigten alle Rechenarbeit abnehmen, die in der Regel beim Entwurf und bei der Untersuchung von Kompressoren vorkommen kann. Die graphischen Tafeln sind von einer vorzüglichen Schärfe und gestatten eine sehr hohe Ablesegenauigkeit; eine Einheit der dritten Stelle ist bei vielen Tafeln durch eine Länge von 5 mm dargestellt. Das Werk wird dem Kompressoren-Fachmann eine sehr willkommene Hilfe sein. Bonin.

Enzyklopädie des Eisenbahnwesens. In Verbind. m. zahlr. Eisenbahnfachmännern herausgeg. v. Dr. Freiherr v. Röll. Sektionschef im k. k. österreichischen Eisenbahnministerium. 2. vollst. neubearb. Aufl. In 10 Bänden. Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien. Preis geb. 80 RM.

Der Erwerb dieses in seiner 2. vollständig neubearbeiteten Auflage vor einiger Zeit zum Abschluß gebrachten hervorragenden Werkes ist vom Verlag dadurch wesentlich erleichtert worden, daß er den Preis für die zehn gebundenen Bände von 160 M u. 80 Pf auf 80 M herabgesetzt hat. Da dieses von allen einschlägigen Kreisen hochgeschätzte Nachschlagewerk in der neuen Auflage die elektrische Zugförderung ganz besonders berücksichtigt und der Bau elektrischer Bahnen überdies eine eingehende Kenntnis der allgemein eisenbahntechnischen Fragen voraussetzt, wird diese Bezugserleichterung auch bei unseren Lesern besondere Beachtung finden. Zu den Mitarbeitern dieses Sammelwerkes gehören die bedeutendsten Fachmänner. Sie geben in scharfumrissener Darstellung erschöpfende, den neuzeitlichen fachwissenschaftlichen und technischen Auffassungen angepaßte Auskunft über alle das gesamte Gebiet des Eisenbahnwesens, Bau, Betrieb und Wirtschaft, betreffende Einzelheiten, wobei Einzelgebieten längere, aber in ihrer knappen Fassung überaus inhaltreiche Aufsätze gewidmet werden. Das Werk lehnt sich überall an gesunde Praxis an und wird keinen Suchenden unbefriedigt lassen. Zehme.

Eingegangene Doktordissertationen.

Franjo Bošnjaković, Brennstoffanalyse mit Bombe, Manometer und Orsatapparat. T. H. Dresden, 1928. (S.A. aus Arch. Wärmetechn. Bd. 9, H. 9.)

Herbert Buchholz, Untersuchungen über die Wärmeverluste, die magnetische Energie und das Induktionsgesetz bei Mehrfachleitersystemen unter Berücksichtigung des Einflusses der Erde. T. H. Berlin 1928. (S. A. aus Arch. El. Bd. 19, H. 2. Verlag v. Julius Springer, Berlin.)

Ernst Kramar, Frequenzvervielfachung durch Eisenwandler. T. H. Dresden 1928. M. Krayn, Berlin.

Herbert Lange, Die Stromverteilung in Dreielektrodenröhren und ihre Bedeutung für die Messung der Voltaspannungen. T. H. Dresden 1928. M., Krayn, Berlin.

Reinhard Naeher, Über die Durchschlagsfestigkeit einiger flüssiger Isolierstoffe bei Beanspruchungen von langer bis zu kurzer Dauer. T. H. Dresden, 1928.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Eine Forschungstelle für den Handel in Berlin. — In der Reichshauptstadt ist eine Forschungsstelle für den Handel als Außeninstitut der Handels-Hochschule Berlin unter Leitung eines Direktoriums gegründet worden, für das die Herren Staatssekretär z. D. Prof. Dr. Hirsch, ferner der Geschäftsführer des Reichsverbands des Deutschen Groß- und Überseehandels, Dr. L. Engel, und das geschäftsführende Präsidialmitglied der Hauptgemeinschaft des Deutschen Einzelhandels, Oberregierungsrat a. D. Dr. J. Tiburtius, in Aussicht genommen sind. Räume und Verwaltungsapparat stellt die Industrie- und Handelskammer zur Verfügung. Die Forschungstelle will nicht nur den Grundgedanken des z. Z. tätigen Enqueteausschusses fortführen, sondern durch weitestgehende Sammlung der Tatsachen der modernen Handelswirtschaft im In- und Ausland, durch ihre Sichtung und Verbreitung in Schrift und Lehre, durch die dauernde Erörterung mit den berufenen Vertretern von Wirtschaft und Wissenschaft selbst ein lebendiges aktives Glied in der Weiter- und Höherbildung der deutschen Handelswirtschaft werden und diesen Aufgaben in folgenden vier Reihen ihrer Betätigung dienen: 1. in der Feststellung und Offenlegung der Tatsachen in der Handelswirtschaft im ganzen und im Handelsbetrieb in seinen vielfältigen Gestalten, 2. in der Aufdeckung besonders der Verlustquellen im Handel, des „waste in distribution", 3. in der Darlegung der Mittel zur Beseitigung der Verlustquellen, 4. soll zur Forschung die Lehre hinzugefügt werden. Die Mittel zur Erhaltung des Instituts wird die ebenfalls vor kurzem gegründete Gesellschaft von Freunden der Forschungstelle (Vorsitzender: Geh. Regr. Dr. Demuth) beschaffen und bereitstellen.

Elektrotechnische Erzeugnisse für Ägypten. — Da die Verwertung elektrischer Arbeit langsam zunimmt, vor allem in der Industrie, stellt der Markt auch z. T. wachsende Anforderungen an die Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse. Für industrielle Betriebe, für Pflanzereien, ja in mäßigem Umfang für die Hauswirtschaft hat der Import dem entsprechend schon einen nennenswerten Betrag erreicht. Er erstreckt sich hauptsächlich auf Maschinen (1927: 212 000 äg. Pfd), Leitungsmaterial (124 000 äg. Pfd), Schwachstromapparate, die Ausrüstung von Fernsprech- und Telegraphenämtern und Lampen, Beleuchtungszubehör und drgl. Nach amerikanischer Schätzung, die auch der Handelsattaché der V. S. Amerika in Kairo einem Bericht über die Ausdehnungsmöglichkeit des amerikanischen Handels auf dem ägyptischen Markt zugrunde gelegt hat, stellte sich der Wert der Einfuhr im ersten Halbjahr 1928 an Kabeln und Draht auf etwas über 2 Mill. RM, an Ausrüstungsmaterial, Lichtleitungen und drgl. auf 0,4 Mill. RM, an elektrischen Lampen auf 0,25 Mill. RM, und die gleiche Summe wird für Akkumulatoren, Batterien usw. sowie für Funkgerät und Zubehörteile genannt. Etwa 0,15 Mill. RM war der Wert des importierten Materials für Telegraphen- und Fernsprechbetrieb, und an elektromedizinischen Vorrichtungen hat Ägypten in den sechs Monaten für rd. 0,1 Mill. RM bezogen. Führend in der Versorgung des Landes mit elektrotechnischen Erzeugnissen ist z. Z. Großbritannien, hauptsächlich infolge der bevorzugten Zollbehandlung und intensiver Werbetätigkeit. Es hat aber bereits Teile des Absatzes an Deutschland und Frankreich verloren. Die Niederlande beliefern Ägypten zu einem Drittel mit Glühlampen. Es ist anzunehmen, daß die sich steigernde Anwendung elektrischer Arbeit zu einer Senkung der zu hohen Strompreise (Elektrizitätsgewinnung aus eingeführter Kohle) führen wird, deren Niveau die von den Vorzügen der Elektrizität an sich überzeugten Wirtschaftskreise noch davon abhält, elektrische Vorrichtungen in Benutzung zu nehmen. Die Einfuhr solcher für den Haushalt zu Wärmezwecken ist bisher durch die bequeme und verhältnismäßig sehr billige Belieferungsmöglichkeit mit Petroleum behindert worden. Der Markt für Bügeleisen hat sich schon vielversprechend entwickelt. Im wesentlichen erfordert die Kauffähigkeit Ägyptens eine sehr sorgfältige Preisstellung und weitgehende Zugeständnisse in bezug auf die Zahlungsbedingungen, dieses besonders auch mit Rücksicht auf den Wettbewerb anderer Industrieländer. *hgm.*

Vorgänge im Ausland. — Die Generalversammlung der Société Financière de Transports et d'Entreprises industrielles, Brüssel, hat nach dem Bericht der Frankf. Zg. die bekannten Vorschläge der Verwaltung[1] gutgeheißen, im übrigen aber nichts wesentlich Neues gebracht. Der Vorsitzende begründete die Umbildung der Gesellschaft damit, daß die Sofina bzw. ihre Nachfolgerin, um ihren Charakter als internationaler Trust zu bewahren, sich im Ausland Beziehungen sichern müsse, die über das übliche Zusammenarbeiten hinaus ihr auch die Geschäfte zuführen sollten, deren Bedeutung die finanzielle Leistungsfähigkeit eines einzelnen Landes übersteige. Die neuen Geschäftsfreunde gäben mit ihrer Kapitalbeteiligung eine Probe ihres Vertrauens zu Belgien und sicherten durch die Notierung an fremden Börsen den Sofinawerten einen viel breiteren Markt. Die vergrößerte Sofina bleibe belgisch wie auch der größte Teil ihres Verwaltungsrats. Über die formelle Fusion mit der Trufina wird deren Generalversammlung beschließen.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 1632, 1663.

Aus der Geschäftswelt. — In einer a. o. Generalversammlung der Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, die die Erhöhung des Aktienkapitals um 15 auf 75 Mill. RM genehmigte, wurde nach dem Berl. Börs.-Cour. vom Vorstand u. a. gesagt: Unser Betätigungsfeld im Ausland wächst, und wir haben neben den Möglichkeiten, die uns unsere Beziehungen zur Sofina-Gruppe bieten, auch eigene ausländische Projekte in Bearbeitung, über deren Zustandekommen allerdings Voraussagen nicht gemacht werden können. Die amerikanischen Konzerne, die mit sehr großen geldlichen Hilfsquellen arbeiten, dringen jetzt auch in Gebiete der Elektrizitätslieferung außerhalb der Vereinigten Staaten überall vor und kaufen, um den Umsatz der ihnen nahestehenden Fabriken zu heben, ohne Rücksicht auf augenblickliche Rentabilität alle die Objekte auf, die zu haben sind. Darunter hat die gesamte europäische und vornehmlich die deutsche Elektrizitätsindustrie zu leiden, und wir wollen in einem Umfange, der unsere Rentabilität nicht gefährdet, gerüstet sein, das Absatzgebiet unserer Industrie durch Finanzierung zu erweitern... Schließlich wollen wir in noch engerer Gemeinschaft als bisher mit der A. G. für Gas-, Wasser- und Elektricitäts-Anlagen zusammenarbeiten und zu diesem Zweck ein Umtauschangebot herausgeben im Verhältnis von zwei Agwea-Aktien zu einer Gesfürel-Aktie. — Die Versorgung der Bevölkerung mit Elektrizität und Gas, der Bezug und die Lieferung der erforderlichen Kraftmittel usw. sind der Gegenstand der mit 0,1 Mill. RM Stammkapital gegründeten Städtischen Werke Bad Salzungen G. m. b. H. — In Berlin wurde mit 20 000 RM Stammkapital die Figaro elektrische Apparate G. m. b. H. für die Herstellung, Umarbeitung, Fabrikation und den Vertrieb elektrischer Haarschneidemaschinen und anderer elektrischer Apparate eingetragen. — Die in München mit 40 000 RM errichtete „Elin" Deutsche Gesellschaft für elektrische Industrie m. b. H. hat die Herstellung elektrischer Maschinen, Materialien, Apparate aller Art sowie den Handel mit diesen, die Ausführung von Licht-, Kraft- und Bahnanlagen usw. zum Gegenstand.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Die Speicher-Wasserkräfte und ihre Wirtschaftlichkeit" (ETZ 1928, S. 1716) ist Gleichung (2) zu ändern[1]. Der vom Pumpstrom herrührende Anteil der Jahreskosten ist nämlich:

$$0{,}11\, b\, A\, r + 1{,}7\, s\, A\, r,$$

so daß die gesamten Jahreskosten betragen:

$$K_J = 0{,}11\, b\, A + 1{,}7\, s\, A\, r \text{ Pf.} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

Die Kosten für 1 kWh sind demnach:

$$\frac{K_J}{A} = k_s = 0{,}11\, b + 1{,}7\, s r \text{ Pf.} \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

Für den Vergleich der Stromkosten des Speicherwerkes und eines Dampfspitzenwerkes ist dann:

$$0{,}11\, b + 1{,}7\, s\, r = \frac{5800 + 3224\, c\, h + 2\,950\,000\, c}{h},$$

so daß Gl. (5) lautet:

$$b = \frac{53\,000 + 29\,500\, c\,(h + 900)}{h} - 15{,}4\, s\, r \text{ Pf/kWh} \quad (5)$$

oder anders geordnet:

$$b = 29\,500\, c - 15{,}4\, s\, r + \frac{53\,000 + 26\,500\,000\, c}{h}. \quad . \quad (6)$$

Das zulässige Anlagekapital für das Wäggitalwerk für 1 kWh Arbeitsvermögen ist nunmehr etwa 61 Pf (statt 56 Pf) und für das Schluchseewerk obere Stufe 54 Pf (statt 44 Pf).

[1] Die Verfasser sind hierauf auch von Herrn Direktor Dr. Marguerre, Mannheim, aufmerksam gemacht worden.

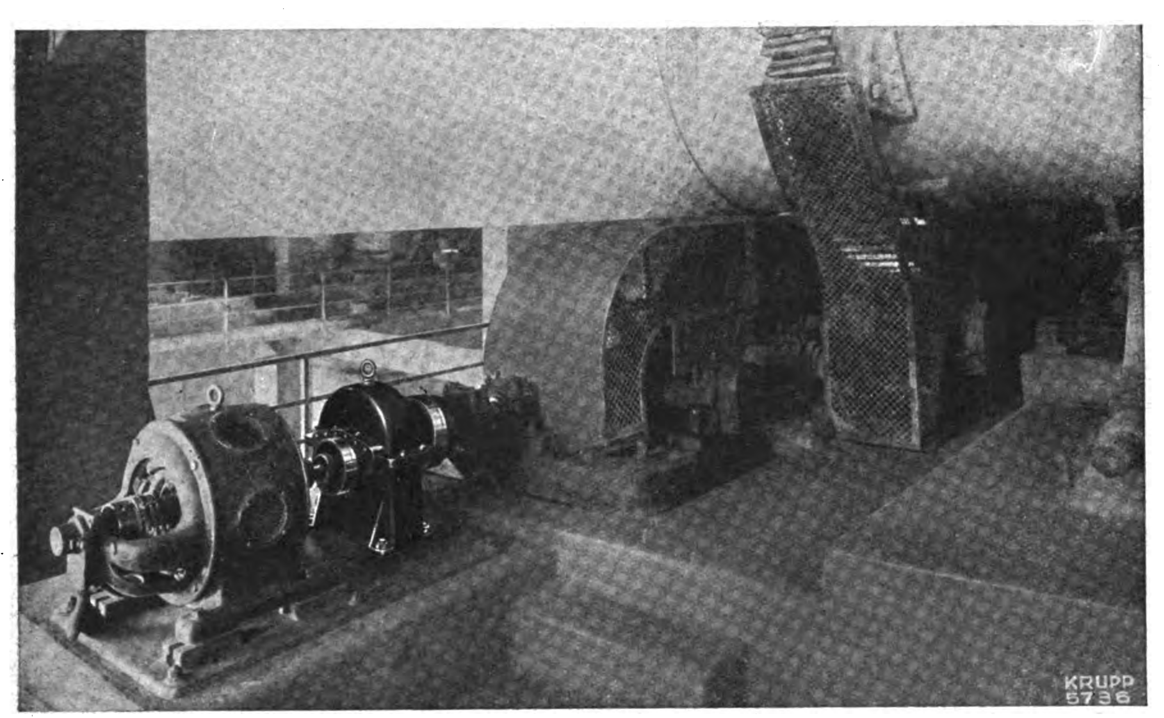
Abschluß des Heftes: 20. Dezember 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 300 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.


Die Anschlussbatterie
verbürgt
billige Stromversorgung,
ungestörte Beleuchtung
auch wenn der Netzstrom versagt
AFA
ACCUMULATOR
ACCUMULATOREN-FABRIK AKTIENGESELLSCHAF

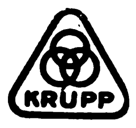

AEG
Hauptreihe
Sonderreihe
EINHEITS-
TRANSFORMATOREN



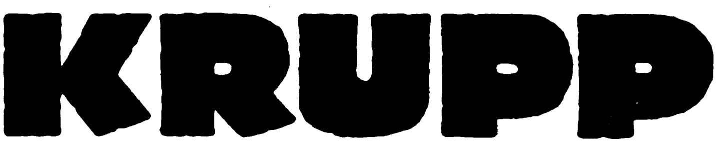
Reibradgetriebe zwischen Elektromotor und Drehrohrofen
N = 72,3 PS n = 960/192

Reibradgetriebe

Für kleine Leistungen sind gute Zahnradgetriebe infolge der hohen Herstellungskosten oft unwirtschaftlich. Unser Reibradgetriebe erfüllt alle Forderungen, die an ein gutes Zahnradgetriebe gestellt werden, und zeichnet sich aus durch geringen Preis, vollkommen ruhigen Lauf und geringen Raumbedarf. Wir stellen unsere Reibradgetriebe in normalen Ausführungen her bis zu Höchstleistungen von 250 PS bei Übersetzung 2:1, bzw. 70 PS bei Übersetzung 13:1.



Anfragen erbeten an:



647

Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen, Abteilung Getriebebau

Das neuzeitlichste
Gewinde-Schneidwerkzeug
für Innen- und
Außen-Gewinde

PITTLER

Pittler
Werkzeugmaschinenfabrik A.-G.
Leipzig-Wahren



verbürgt Ihnen Präzision und Qualität

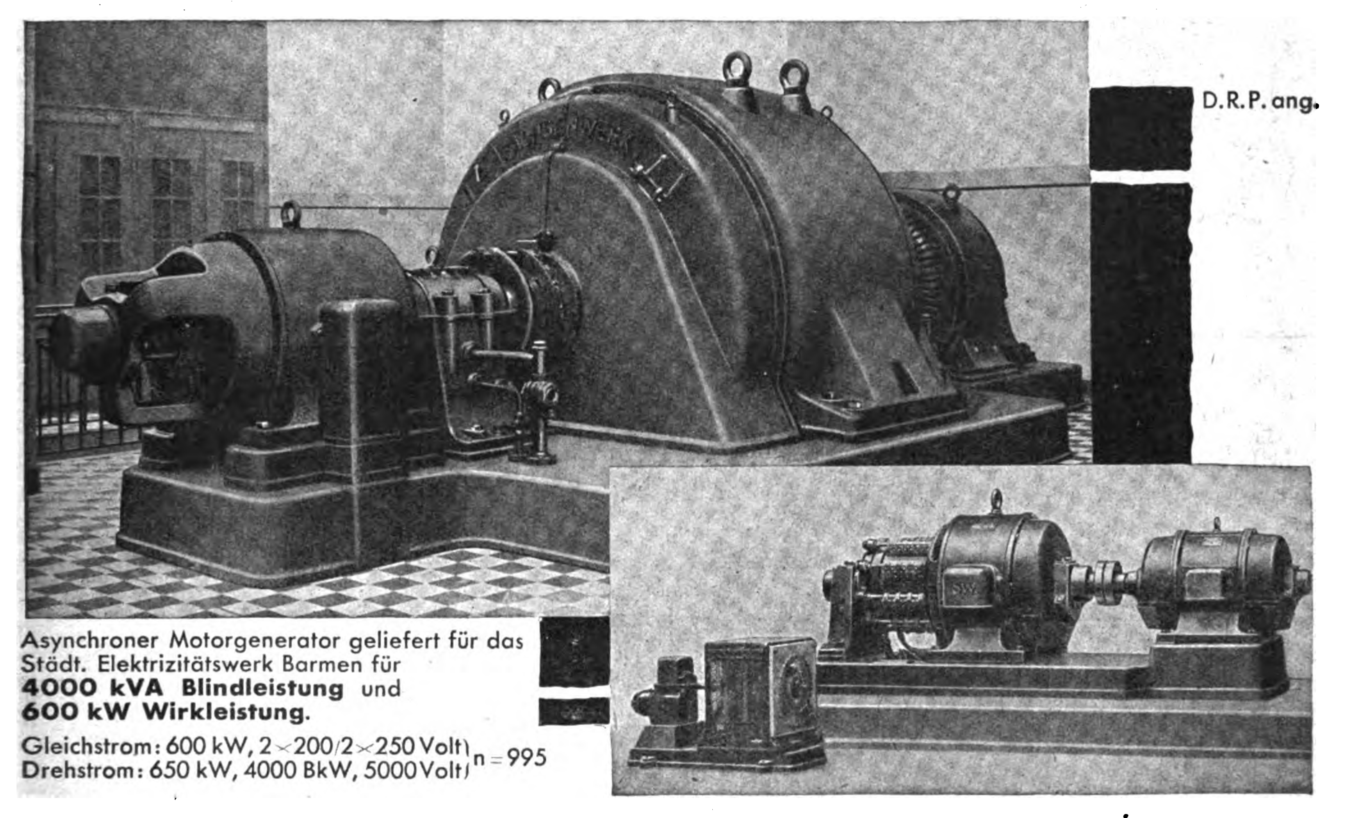
in
Schnelldrehbänken
Vielstahldrehbänken
Revolverdrehbänken für Futter- und Stangenarbeiten
Lauf-Thoma-Flüssigkeitsgetrieben

Magdeburger Werkzeugmaschinen-Fabrik A.-G.
Magdeburg


Stecker u.
Kupplungen
aus unzerbrechlichem Jsolierstoff, mit und ohne Erdungsvorrichtung, beste Zugentlastung, vorzüglicher Anschluss durch Flächendruckklemmen.
Zugentlastung
Flächendruck-Klemme
Stecker-Schnittzeichnung
KONTAKT A G
FRANKFURT A/M.-RÖDELHEIM
FABRIK ELEKTROTECHN. SPEZIALARTIKEL

Asynchrone Motorgeneratoren und Asynchrone Blindleistungs-Maschinen

D.R.P. ang.



Asynchroner Motorgenerator geliefert für das Städt. Elektrizitätswerk Barmen für
4000 kVA Blindleistung und
600 kW Wirkleistung.
Gleichstrom: 600 kW, 2×200/2×250 Volt
Drehstrom: 650 kW, 4000 BkW, 5000 Volt
n = 995

Nebenschlußerregtes Drehstrom-Erregeraggregat mit Nebenschlußregler

Vorteile der asynchronen Maschinen gegenüber synchronen:

Absolute Stabilität bei Frequenzschwankungen und erheblichen Spannungsabsenkungen. Niedrige Kurzschlußströme, kein Dauerkurzschlußstrom. Blindleistung von 100% kapazitiv bis 100% induktiv regelbar.

Vorteile unserer asynchronen Maschinen mit Anwurfsmotor und Nebenschluß-Erregermaschine:

Geringe Baulänge, da Erregermaschine gesondert aufgestellt werden kann.
Niedriger Anlaufstrom (etwa 20% bis 30%) bei besserem cos φ.
Keine höheren Stillstandsspannungen im Läufer und an den Schleifringen der Asynchronmaschine, als etwa 30-60 Volt.
Niedrige Sekundärströme, daher kleine Erregermaschine und Schleifringe.

Wesentlich erhöhte Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit.

SACHSENWERK · NIEDERSEDLITZ (SA.)



Elektrotechnische Zeitschrift

Für die Schriftleitung bestimmte Sendungen sind nicht an eine persönliche Adresse zu richten, sondern nur an die **Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift**, Berlin W 9, Linkstr. 23/24. Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050, 6051, 6052, 6053, 6326, 6327, 6328; Amt Nollendorf 755, 756, 757 (Julius Springer). Drahtanschrift: Springerbuch Berlin

Nachdruck nur mit Quellenangabe und bei Originalartikeln nur mit Genehmigung der Schriftleitung und des Verlages gestattet.

SONDERDRUCKE werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgte Bestellungen von Sonderabdrucken oder Heften können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die Elektrotechnische Zeitschrift

erscheint in wöchentlichen Heften und kann im **In-** und **Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder durch die Versandstelle des Verlages, die Hirschwald'sche Buchhandlung, Berlin NW 7, Unter den Linden 68, bezogen werden. Bezugspreise für In- und Ausland: jährlich RM 40.—; vierteljährlich RM 10,—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft 1,— RM zuzüglich Porto.

Anzeigenpreise und -bedingungen.

Preise: Die gewöhnliche Seite 320 RM, ½-, ¼-, ⅛-seitige Anzeigen anteilig, für Gelegenheitsanzeigen, von Strich zu Strich gemessen, die einspaltige Millimeterzeile oder deren Raum 0.35 RM.

Rabatt: bei jährlich	13	26	52maliger Aufnahme
	10	20	30 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung ebenfalls auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

[Für die gewöhnliche Schriftzeile von 5 Silben sind 3 mm, für eine fettere Überschrift 6 mm vorzusehen, für einen Rand 4 mm bei nur 4 Silben pro Zeile.]

Stellengesuche werden bei direkter Aufgabe mit 0,20 RM pro Millimeterzeile berechnet; Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens 1 RM berechnet.

Beilagen werden nach Vereinbarung beigefügt.
Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluss der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Anfragen und Sendungen für die Elektrotechnische Zeitschrift sind zu richten:

a. für Anzeigen oder sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.

Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050, 6051, 6052, 6053, 6326, 6327, 6328; Amt Nollendorf 755, 756, 757. Bei telephonischen Gesprächen ist stets anzugeben, ob die Redaktion oder die Anzeigenabteilung gewünscht wird.

b. für den Versand der Zeitschrift oder sonstige Bücherbezüge an die Hirschwaldsche Buchhandlung, Berlin NW 7, Unter den Linden 68.

Drahtanschrift: Hirschwaldbuch, Berlin. Fernsprecher: Zentrum 2825, 2826, 2835, 2836.

Bank- und Postscheckkonten

für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke:
Reichsbank-Girokonto, Deutsche Bank, Depositenkasse C, Berlin W 9.
Postscheckkonto Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W. 9.
für Bezug von Büchern, Zeitschriften und einzelnen Heften:
Postscheckkonto Berlin Nr. 33 700. Hirschwald'sche Buchhandlung, Berlin NW 7. Disconto-Gesellschaft, Depositenkasse Berlin W 8, Unter den Linden 11.

An die Vereinsmitglieder, Verbandsmitglieder und Postbezieher der E. T. Z.

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, Verein oder Verband, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

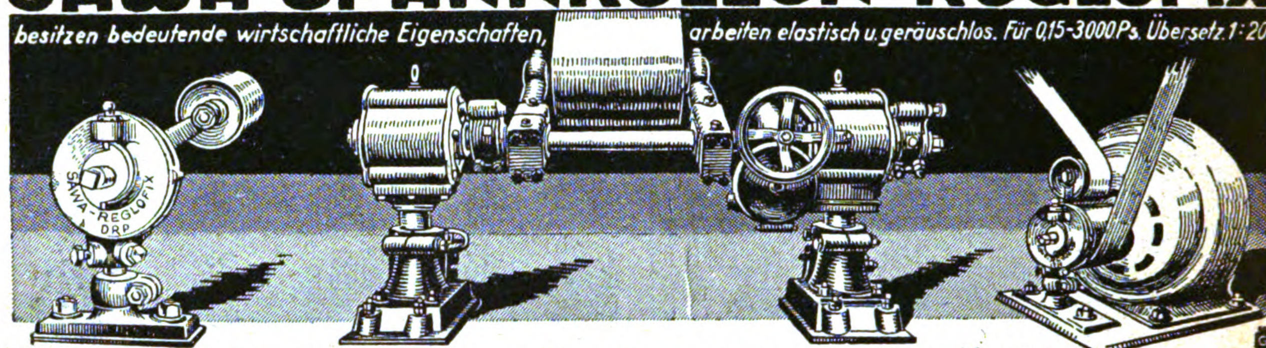
Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von 0,50 RM zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des VDE, EV und aller zum DDE gehörigen Vereine haben ihren Wohnungswechsel außerdem der entsprechenden Geschäftsstelle mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.







Unentbehrlich für die Maschinen-u. Textilindustrie ★ Preisliste Nº 4 verlangen

FRITZ SAUERWALD FABRIK FÜR EINZELANTRIEBE BARMEN

MIROLUX



Anstrahlgerät
mit Einsatzspiegeln

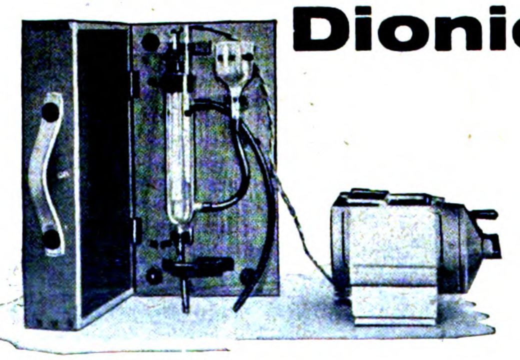
Gerhardt-Wiebe-Gesellschaft für Beleuchtungswesen m. b. H., Bremen

HERING



N Ü R N B E R G

Dionic-Wasserprüfer



direkt zeigend und registrierend
ortsfest und tragbar

Man verlange Druckschrift S 19

Generalvertrieb:

Dipl.-Ing. D. Bercovitz & Sohn
BERLIN-SCHÖNEBERG



T.W.-Kartei

Elektrokarren
im Dienst der Elektrizitätswerke

Siemens-Schuckert



SSW 1927	Elektrokarren LF 1502 als Störungwagen eines Elektrizitätwerks	Z 11150



SSW 1928	Elektrokarren LF1502 als Störungswagen eines Elektrizitätswerkes	TWL 17234

Die vielseitige Verwendbarkeit des Elektrokarrens und seine unbestrittenen Vorzüge im Straßenverkehr haben die Elektrizitätswerke veranlaßt, im Außendienst Elektrokarren als Störungswagen (Z 11150) zu verwenden. Bei dem stetig und stark zunehmenden Verbrauch elektrischer Arbeit, insbesondere in den Großstädten, ist eine schnelle Beseitigung von Störungen in dem weit verzweigten Kabelnetz städtischer Kraftwerke die wichtigste Forderung der Betriebssicherheit. Die für die erforderlichen Arbeiten besonders ausgebildeten, hochwertigen Arbeitskräfte müssen schnell an den verschiedensten Stellen eingesetzt werden können und alles erforderliche Werkzeug und Material stets sofort zur Hand haben. Während seither diese Verschiebungen von einer Stelle zur anderen nur unter Zuhilfenahme von schwerfälligen Handwagen mit großen Zeitverlusten und unter starker Beeinträchtigung der menschlichen Arbeitskraft erfolgen konnten, gestattet neuerdings die Verwendung von Elektrokarren eine rasche Beförderung von mehreren Personen und des erforderlichen Arbeitsgerätes, so daß die Beseitigung einer Störung in kürzester Zeit möglich wird.

Der Gerätekasten des Störungswagens (TWL 17 059) ist seiner Bestimmung genau angepaßt. Sein Innenraum ist durch 2 senkrechte Wände unterteilt; die größere Abteilung kann zur Aufnahme umfangreicherer Geräte, wie Holzkohleofen, Brechstangen, Hacken und ähnlicher Werkzeuge verwendet werden, während in dem anderen Abschnitt Schubfächer und kleinere Abteile zur Aufnahme der Sonderwerkzeuge und des Zubehörs eingerichtet sind. Der 3. Abschnitt dient den Monteuren zur Aufnahme ihrer persönlichen Ausrüstung. Durch eine Doppelflügeltür und einen aufklappbaren Deckel ist der ganze Kasten von oben und von der Seite leicht zugänglich. Das schwach gewölbte Dach ist mit Zinkblech beschlagen und mit einem etwa 20 cm hohen Geländer versehen, so daß es ebenfalls zur Aufnahme größerer Stücke, z. B. von Säcken, Zeltbahnen usw., benutzt werden kann. An der dem Führerstand gegenüberliegenden Seite befinden sich 2 Mannschaftssitze.

Für die Bewältigung längerer Strecken und die Beförderung einer größeren Zahl von Personen und dementsprechend einer größeren Menge von Arbeitsgeräten eignen sich als Störungswagen am besten die Führersitzkarren (TWL 17 234) mit 2 bequemen Sitzen für den Führer und einen Begleitmann. Der gepolsterte Führersitz mit Rückenlehne ist mit einem aufklappbaren Verdeck ausgestattet und besitzt Handradsteuerung und 2 Fußbremsen. Führersitz, Fahrgestell und Plattform sind sehr kräftig und widerstandsfähig ausgeführt, die Ladefähigkeit ist geräumig und der ganze Karren durch Blattfedern weich gefedert. Der Gerätekasten besitzt die gleiche Einrichtung wie der des kleineren Störungswagens mit Führerstand und am Ende des Wagens sind ebenfalls Mannschaftssitze angeordnet. An Stelle eines Gerätekastens können bei Beförderung besonders sperriger Stücke auch ein einfacher Kastenaufsatz und unter Umständen auch Holzbänke genügen.

Die Geschwindigkeit beträgt etwa 18 km/h, der Aktionsradius etwa 50 km auf ebenem Gelände, wie es in Großstädten wohl meistens zu finden ist.



SSW 1926	Elektrokarren L1500 als Störungswagen eines Elektrizitätswerks	TWL 17059

TWL-Glasbilder liefert: Technisch-Wissenschaftliche Lehrmittelzentrale, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 35III.

Sonderdruck-Bestell-Nr. 414/2 der SSW, Literarisches Büro.


OSRAM
OSRAM
OSRAM-ZWERG-LAMPEN
die Qualitätslampen
für Taschen-und Fahrrad-Laternen.



Dreinutmotor

für

Lastanlauf
Schweranlauf
Sanftanlauf
Selbstanlauf

Tatsächlicher Ersatz des Schleifringmotors, ohne mech. Anlasser, ohne Fliehkraftscheibe

Schorch-Werke A.-G. Rheydt

HERMSDORF-SCHOMBURG-ISOLATOREN G.M.B.H

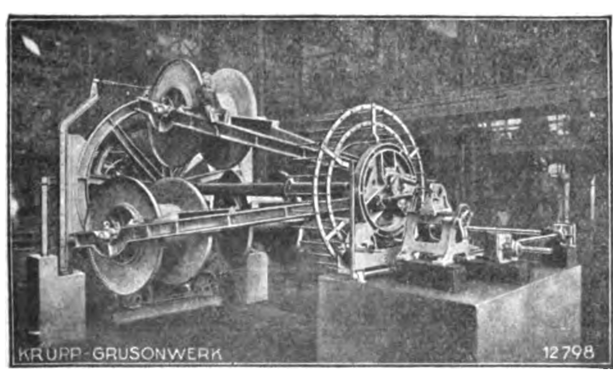


HERMSDORF in THÜRINGEN

KRUPP GRUSONWERK
MAGDEBURG

Sonderausführungen für Hochspannungskabel

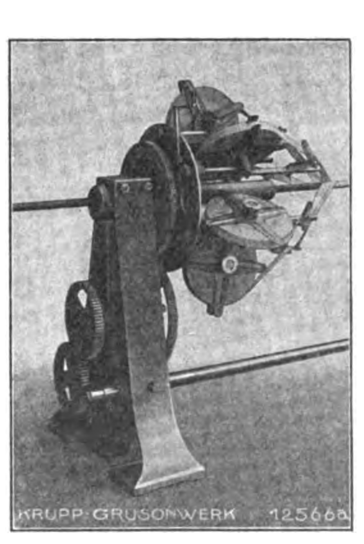
KABELMASCNINEN



Drei- und Drei-Vier-Leitermaschinen, 2,4 m Trommeldurchmesser

D. R. Patente angem.

Auslands-Patente



Tangential-Papierspinner D.R.P.

Hochleistungs-Bleikabelpressen

Neue Glasgleichrichter-Anlagen.

Mitteilung der AEG.

Glasgleichrichter-Anlagen werden ihrer guten Betriebseigenschaften wegen — erwähnt seien nur der gute Wirkungsgrad auch bei geringer Last, die besondere Eignung für ganz oder teilweise selbsttätigen Betrieb, die leichte Unterbringung in für andere Umformerarten wenig geeigneten Räumen — in ständig wachsendem Umfange an Stelle umlaufender Umformer beim Anschluß von Gleichstromnetzen an die allgemeine Drehstromversorgung verwendet.

Die in jahrelanger praktischer Erprobung als zweckmäßig erwiesene Ausbildung solcher Anlagen in Schalttafelform konnte von Anfang an beibehalten werden, erfuhr aber aus praktischer Erfahrung heraus Verbesserungen, die neben platzsparender Anordnung auch der in modernen Schaltanlagen geforderten Übersichtlichkeit und leichten Zugänglichkeit aller Teile weitgehend Rechnung tragen.

Bild 1 zeigt eine derartige Anlage mit 2 sechsphasigen Glaskolben für je 300 A, 440/500 V Gleichstrom, die als Erweiterung einer bestehenden Anlage im Frühjahr dieses Jahres dem Betrieb übergeben wurde. Die neue Gleichrichtergruppe arbeitet ohne Bedienung, wobei nur die Spannung selbsttätig geregelt wird, während außerdem nur die normalen Einrichtungen für selbsttätige Zündung und Zuschalten des zweiten Kolbens bei steigender Belastung vorgesehen sind. Die Gleichrichter werden durch das Werkpersonal ein- und ausgeschaltet, sind im übrigen aber fast ganz sich selbst überlassen, was bei den hier vorliegenden Betriebsverhältnissen ohne weitere besonderen Einrichtungen möglich ist.

Die als Schalttafel ausgeführte Vorderseite enthält in den beiden Gleichrichterfeldern Strom- und Spannungsmesser für Gleichstrom, die Betätigungshandgriffe für die Gleichstrom- und Wechselstromschalter und die Drehschalter für die Erregung.

Die Glaskolben sind in einer Kammer unmittelbar hinter der Vorderwand untergebracht und durch Schaugläser zu beobachten. Der obere Teil der Vorderwand ist als Kolbenkammertür ausgebildet. Der Glaskolben ruht in einem auf Rollen nach vorn herausfahrbaren Halter (DRP angemeldet, Bild 2), so daß er, trotz seiner bei dieser Leistung schon ziemlich großen Abmessungen, ohne Schwierigkeit herausgenommen und wieder eingesetzt werden kann.

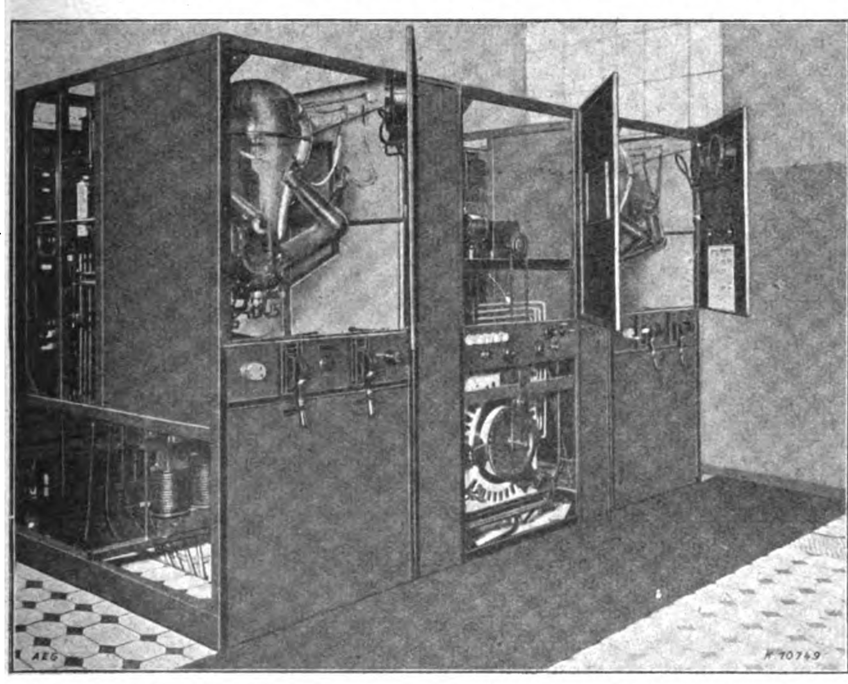


Abb. 1. Doppelgleichrichter 2×300 A, 440 bis 500 V Gleichstrom im Städtischen Elektrizitätswerk Roßwein (Sa.); die Türen zu den Kolbenkammern und zum Regulierantrieb sind geöffnet.

In der Mitte zwischen den beiden Gleichrichterfeldern ist in einem dritten Feld der luftgekühlte Regulier-Zusatztransformator mit Regulierschalter und Antrieb eingebaut, der im Zusammenhang mit der eigenartigen Sechsphasenschaltung des Hochspannungs-Haupttransformators trotzdem nur dreiphasig zu sein braucht. Zugunsten der Übersichtlichkeit wollte man hier die Gesamtanlage mit Regelung nicht auf nur zwei Gleichrichterfelder normaler Abmessungen zusammendrängen, wie dies die AEG bei schwierigen Raumverhältnissen auch für Anlagen dieser Größe schon gemacht hat.

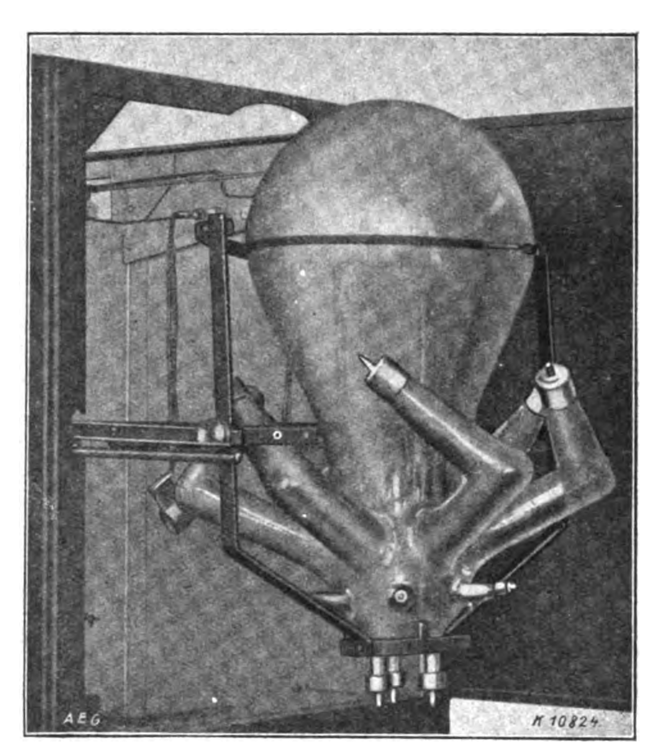


Abb. 2. Ausfahrbarer Kolbenhalter.

Der Regulierschalter wird selbsttätig durch einen elektromotorischen Antrieb der Dr. Paul Meyer A.-G. gesteuert, der sich als automatischer Zellenschalterantrieb seit Jahren schon ausgezeichnet bewährt hat. Seine sinnreiche Konstruktion, die mit kräftigen Elektromagneten und starken Kontakten eine ebenso genaue Regelung ermöglicht, wie mit empfindlichen und teuren Relais, hat ihm schon seit längerer Zeit in der selbsttätigen Regelung von Gleichrichteranlagen ein neues Anwendungsgebiet gesichert.

Auch das Regulierfeld, das vorn Signallampen, Umschalter zum Übergang von selbsttätiger auf Druckknopfsteuerung des Regulierschalters und eine ausrückbare Handkurbel enthält, kann wie die Gleichrichterfelder vorn geöffnet werden, um leicht zum Regulierschalter und dessen Antrieb gelangen zu können.

Alle anderen Apparate sind von der Rückseite aus leicht zugänglich.

Schwachstrom-Ing.

gesetzt. Alters, langj. Erfahr. auf all. Gebieten der Schwachstromtechnik, erfolgreich. Konstrukteur, gewissenh., selbst. Arbeiter, sucht neuen aussichtsreichen Wirkungskreis in der

Elektrotechnik — Feinmechanik

Techn. Büro — Vertrieb — Montage. Gefl. Ang. erb. u. **E. 6953** d. d. E. d. Z.

Kaufmann

der Elektrobranche, energ., 32 J. alt, vollständig vertraut mit allen kaufm. u. bankmäßigen Arbeiten, an sicheres Arbeiten gewöhnt, mehrj. prakt. Arbeit in der Elektro- u. Maschinenbranche, m. umfangreichen Materialkenntnissen, gewandter Verkäufer, sucht sich mögl. zum 1. Januar 29 zu verändern. Gefl. Offert. u. **E. 6928** d. d. Exped. d. Zeitschr. erb.

Prüffeldassistent

25 J., led., in mittl. Kabelw. tätig, Kenntn. im Fabr.-Installationswesen, sucht entwicklungsfähige Stellung. Zeugn. u. Referenzen stehen zur Verfügung. Offerten unt. **E. 6927** durch d. Exped. dies. Zeitschr.

Junger

Dipl.-Ing. der Elektrotechnik

rumänischer Staatsangehöriger, sucht Ausbildungsstelle bei einer deutschen Elektrofirma, um nach Ausbildung deren Interessen in Rumänien zu vertreten. Referenzen vorhanden. Angeb. unter **E. 6940** d. d. Exp. d. Z.

Strebsamer

Elektroing.

25 Jahre alt, ledig, von stattlicher Erscheinung mit langj. praktisch. Erfahrung. i. Bau v. Werkzeugen u. Maschinen, in der Feinmechanik u. Elektrotechnik, mit 6 Semester theoret. Ausbildung a. höh. techn. Lehranstalt, sucht Stellung.

Angeb. erbeten unt. **E. 6926** durch d. Exp. dies. Zeitschrift.

Erste kaufm. Kraft (Gas- u. Elektrizitätswerksfachm.), 37 J. alt, firm i. a. Buchhaltgs.- u. Abschlußfr. Gedieg. Kenntn. im Kassenw. wie i. Strom u. Instal.-Verrechng., z. Z. selbständig, w. sich wieder d. Verwaltgs-Dienst zu widm. Suchender refl. auf einen Post., welch. ihm b. Einsetzg. s. g. Arbeitskr. e. dauernde Zukunft gewährleistet. Allererste Refer. steh. z. Verf. Gefl. Angeb. u. **E. 6930** d. d. E. d. Z.

El.-Ingenieur

Akad., Mitte 30, ledig, repräs. Ersch., vermögend, energisch u. zielbewußt, theor. u. prakt. erf. in Berechn., Konstr., Fabrikation u. Prüf. el. Masch. u. Appar. d. Stark- u. Schwachstrom-Technik, sucht **Lebensstellg.** d. **Einheirat**, dir. od. indir. d. Vermittlg. einflußr. Persönlichkeit. Gefl. Zuschr. erb. u. **E. 6931** d. d. Exp. d. Zeitschr.

Fortsetzung der Stellengesuche auf Seite XXXXII.

Fortsetzung auf Seite XXXXII.

Fortsetzung auf Seite XXXXIV.



Dr. Max Levy
Umformer

Fortsetzung auf Seite XXXXVI.

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Empfang auf kurzen Wellen. Möglichkeiten, Schaltungen u. prakt. Winke. Von M. v. Ardenne. Mit 79 Abb. u. 83 S. in 8°. Verlag Rothgiesser & Diesing A. G., Berlin 1928. Preis geb. 3,50 RM.

Kurzwellen-Bastelgeräte. Von C. Jauer. Mit 44 Abb. u. 48 S. in gr. 8°. Verlag Rothgiesser & Diesing A. G., Berlin 1928. Preis geh. 1,50 RM.

Elementar-Handbuch des Rundfunk-Hörers. Von W. H. Fitze. Mit vielen Abb. im Text u. 84 S. in 8°. Verlag Rothgiesser & Diesing A. G., Berlin 1928. Preis kart. 1,50 RM.

Listen und Drucksachen.

Bezug durch die Firmen.

Julius Pintsch A. G., Berlin. Druckschr. Nr. 687: El. Membran-Luftschallsender; 712: Feuermeldung durch „Pintsch-Alarm". Flugbl. 700: Flugplätze gebt Signale durch Pintsch-Alarm; 709: Schnelle Hilfe bei Feuer durch Pintsch-Alarm; 710: Fabriken usw. genauer Arbeitsbeginn u. -schluß durch Pintsch-Alarm; 711: Kasernenalarm f. Polizei u. Militär durch Pintsch-Alarm.

Zeitschriften.

Der Funk, 5. Jahrg. 1928, H. 52, enthält folgende Arbeiten: Scheiffler, Gefährliche Feinde des Rundfunks. — Der Superheterodyne als Volksempfänger. — Nettelbeck, Ein Netzanschlußgerät für Rundfunk und Schallplatten. — Schwandt, Wie wünschen Sie sich die Röhrenkennzeichnung? — Die Herbstveranstaltung der R. G. T. — Johnske, Bau und Betrieb des Bildfunkempfängers. — Der Deutschlandsender nur noch auf Welle 1648.3 m. — Allerlei Winke für den Bastler. — Keiffen, Die Sendeantenne. — Wigand, Tonselektion mit der Schirmgitterröhre. — Benesch, Der Kurzwellensender OHK. — Bessere Geräte! Bessere Disziplin! — Noether, Kurze Wellen im Dienste eines Fernfluges. — Petersen, Neues aus Dänemark. — Keemann, Neues aus Holland. — Berichte der Kurzwellengruppen.

ISOLA

ERZEUGNISSE

seit 20 Jahren bewährt:

Carta
Platten · Rohre · Formstücke

Mikanit
in allen Abarten

Durax (D. R. P. Nr. 442 343)
Preßmaterial für höchste Beanspruchung

Imperial-Isolierstoffe
Ölleinen · Ölseide · Ölpapier

Imperial-Isolierlacke
von höchster Zuverlässigkeit

Isola-Werke AG
Birkesdorf, Düren Rhld.

Technische Messe Leipzig, Halle 5, Stand 244/5/6
Erste Empfehlungen aus Verbraucherkreisen



Erste Empfehlungen aus Verbraucherkreisen
Technische Messe Leipzig, Halle 5, Stand 244/5/6

Steuer-Walzen

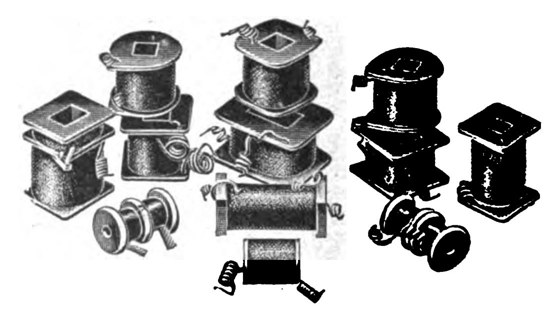
für alle Stromarten und Leistungen



Schaltapparate-Gesellschaft m.b.H.

Draht-Anschrift: »Anlasser« Eisenach-7 Fernsprecher: Nr. 1509 und 1554

Über-eugen Sie sich von der Billigke.t und Qualität unserer



Zählerspulen

aller Arten

Wir lie-ern auch **Magnetspulen und Widerstandspulen**

Alte defekte Spulen werden neu bewickelt und so geliefert, daß sie den neuen gleichkommen. Dreifache Prüfung vor Absendung. Erfahrungen vieler Jahre verbürgen die Qualität.

Espe-Werk
Strelow & Prunzel GmbH, **Potsdam**

ETZ-ANZEIGER

Akkumulatoren

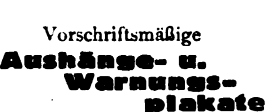
ACCUMULATOREN-FABRIK
OSKAR MÜLLER
Dresden-N 30, Jubiläumstraße 5.
Fabrik von Akkumulatoren
für alle Zwecke.



Patentanwalt
Dr. O. Arendt
Berlin W 15
Kurfürstendamm 179
Vereid. Sachverständiger
f. Elektrotechnik und Gewerbl.
Rechtsschutz f. Landger. III
Telefon: Oliva 3776

Schilder
für alle Zwecke



Vorschriftsmäßige


des Verbandes Deutscher
Elektrotechniker
J. ED. WUNDERLE
Mainz-Kastel
Man verlange Katalog

Isoliermaterial

Formpreßstücke
in sauberer Ausführung nach
Muster preiswert lieferbar.
J. H. WASSERMANN
Abtlg. Elektrotechnik
Lispenhausen a. F. Bez. Kassel.

Präzisions-holzwaren

für die gesamte Elektrotechnik, technischen, wissenschaftlichen Instrumentenbau, Feinmechanik, Radiogehäuse in sauberster, präziser Ausführung.
AUGUST KOPPERMANN
Wilkau i. Sa. Gegr. 1884



Diamant-Ziehsteine

Alle Durchmesser von
0,01 bis 2 mm ∅
Kunstziehsteine
Instandsetzungs-
arbeiten jeder Art
Diamantziehsteinfabrik HAGA
G. m. b. H. Berlin SW 61

Kade-Preßspan

und
Edelpreßspan: **Anelektron**
haben Weltruf.
KADE & CO., Preßspanfabrik
G. m. b. H.
Sänitz O.-L.
Gegründet: 1866.
Fernsprechanschluß Sänitz 21
Drahtanschrift: Kade Sänitz

Rechenmaschine

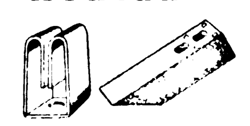


LIPSIA 0/28 M. 260,—
langjähr. Erfahrungen
erstklassige Referenzen
LIPSIA-Rechenmaschinenfabrik
O. HOLZAPFEL & Cie.
Leipzig C 1 R

Stanz-, Zieh- und Druck-teile

für den elektro-
techn. Bedarf
•
Metallverschlüsse
WILHELM DIETZ,
Metallwarenfabrik
Lössnitz i. E.

Kontakte



WILLY SCHILLING & Co.
Dresden-N 22



Rechenschieber

Reklame-Rechenschieber

Leichtbau — **billig** — biegsam
und andere Typen
Dr. Ing. SEEHASE, Bln. SO 33

Ia Zinnfolien

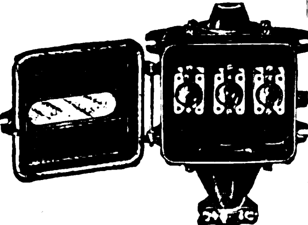
außer Syndikat
für die elektrotechn. Industrie
OSKAR WOBROCK & Co.
G. m. b. H.
Saarbrücken



ELEKTROMETALLWERK
BERLIN SO 36
Köllnisches Ufer 54

Hausanschluß-sicherungen

in Blech- u. Gußgehäuse
Extraanfertigung nach Zeichnung
Prospekt 171 einfordern!



BUMKE Verkaufsburos:
Hannover, Rundestr. 20
Berlin SW 68, Ritterstr. 75
Fabrik: Braunschweig, Rebenstr. 5

Lacke: Isolierlacke / Schwarzlacke, matt und glänzend, für Telephone, Radio, Zähler, Meßinstrumente, Schieferplatten, Motoren (auch ölfest) / Emaillelacke / Maschinenanstriche / Rostschutzfarben / Phasenlacke usw.
CHEMISCHE FABRIK
GUSTAV HESS
Gegr. 1895 Pirna Gegr. 1895

Der ETZ-Anzeiger

bietet beste Gelegenheit zur Ankündigung von solchen Artikeln, die keinen großen Reklameaufwand vertragen

Die Preise betragen

Mk.	13.—	17.—	21.—	25.—	
für das 30	40	50	60 mm hohe Kästchen		
abzüglich	10	20	30 % Rabatt		
bei	13	26	52 maliger		

einwöchentlich hintereinander erfolgender Aufnahme.

FABRIKZEICHEN



BAYERISCHE ELEKTRICITÄTS-WERKE
Fabrik Landshut (Bayern)
Elektromotoren / Generatoren
Transformatoren
Gleichstrom-Hochspannungs-Dynamos für Sender
Lade-Einrichtungen / Umformer

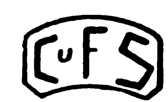
„Garbe-Lahmeyer"

AACHEN

Dynamos
Elektromotoren
Transformatoren

LJS

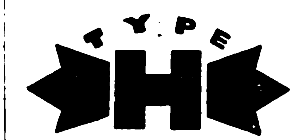
LINDNER & Co.
Jecha-Sondershausen
(Thür.)
Elektrotechnische Spezial-Fabrik für Nieder- und Hochspannungs-Apparate



C. & F. SCHLOTHAUER
G. m. b. H.
Ruhla (Thür.)
Spezialfabrik elektrotechnischer Installationsmaterialien



DEUTSCHE ZÄHLER-GESELLSCHAFT
m. b. H.
Hamburg 15, Spaldingstr. 210-12



DR. RICHARD HEILBRUN
Berlin-Nowawes
Heizkissen



PORZELLANFABRIK KLOSTER VEILSDORF A.-G.
Veilsdorf (Werra)



VERLAGSBUCHHANDLUNG JULIUS SPRINGER
BERLIN W 9
Verlag der ETZ — Technische Zeitschriften und Fachliteratur



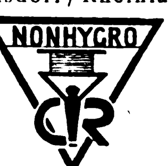
Elektrometall

SCHNIEWINDT, POSE & MARRE G. M. B. H.
Erkrath-Düsseldorf
Chromnickeldrähte und -Bänder für die Elektroheizung



A. KATHREIN, Rosenheim I (Obb.) Fabr. elektrot. Apparate.
Spez.: Blitzschutzapparate

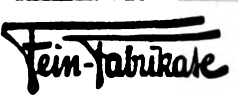
CARL REINSHAGEN,
Telefonschnur-, Kabel- und Gummiwerk G. m. b. H.
Ronsdorf / Rheinland



„NONHYGRO"-Schnüre für alle Fernmeldezwecke mit höchsten konstanten Isolationswerten (DRPa).



AUGUST STEMMANN
Münster i. Westf.
Fabrik elektrotechn. Artikel
Spez.: Stütz- u. Hänge-Isolatoren mit kittloser Stützenbefestigung — System Stemmann — Kran- u. Bahn-Stromabnehmer Mast-, Hörner- u. Trennschalter





C. & E. FEIN, STUTTGART
Erste Spezialfabrik für Elektro-Werkzeuge
Gegr. 1867



KONTAKT A. G.
Fabrik elektr. Spezialartikel
Frankfurt a. M.-R.
Einheits-Schalter und -Steckdosen



RICH. DEMMLERS Wwe.
Fabrik elektrotechnischer Porzellanapparate
Blechhammer i. Thür.
Post Köppelsdorf-Hüttensteinach



Elektrotechnische Metallwarenfabrik
STORCH & STEHMANN
G. m. b. H.
Ruhla / Thür.
Spezialitäten: Berührungsschutzfassung „Buva", Steck-Kontakte, Steckerfassungen usw. mit patentiertem Federkontakt. Schalttafelklemmen.



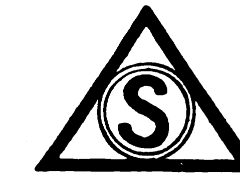
FEINMECHANIK A.-G.
Schmalkalden i. Thür.
Radio Qualitäts-Einzelteile



KUGELLA vorm. MAX ROTH
G. m. b. H.
Mittelschmalkalden (Post Wernshausen)
Fabrik für Elektro-Installationsgegenstände
Spez.: Berührungsschutzfassungen



SCHIELE & BRUCHSALER-INDUSTRIEWERKE A.-G.
Baden-Baden
Sbik-Motorschaltwartu. Blitzwart
RWE-(Heinisch-Riedl-)Schalter
SBIK-Ueberstromschalter bis 350 A.



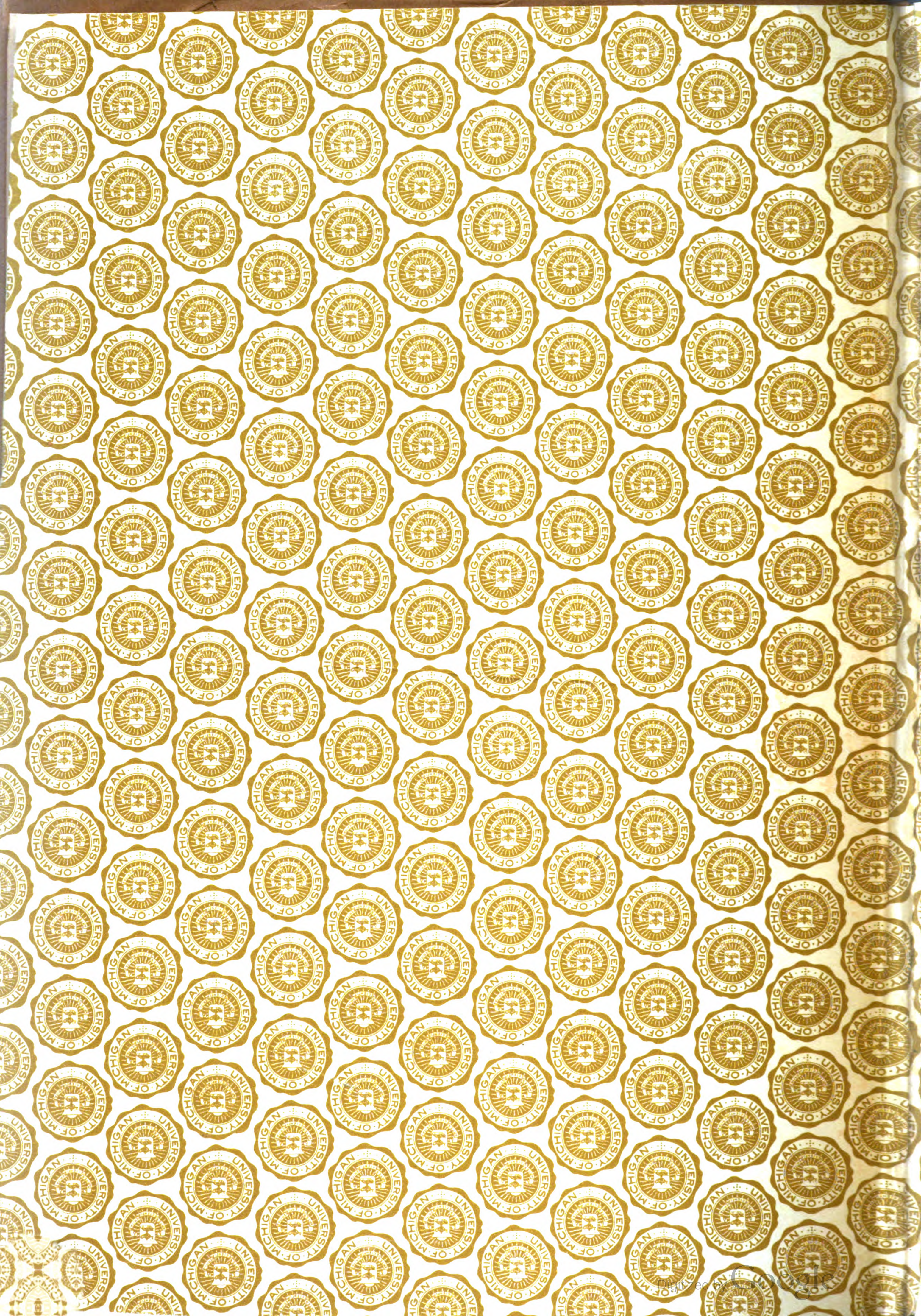
STOTZ
G. m. b. H.
Mannheim - Neckarau
Fabrik elektrotechn. Spezialartikel




Außer Kartell
Bleikabel
für
Hoch- u. Niederspannung
Fernsprechkabel
Gruben- und
Schachtkabel
Marinekabel
Kabelzubehör
C H
Co
KABELWERK RODENKIRCHEN
CARL HEINZ & Co G. M. B. H.
RODENKIRCHEN b. KÖLN a. RH.

Für den Anzeigenteil verantwortlich F. Luckhardt, Berlin SO 36 — Verlag von Julius Springer in Berlin W.
Druck von H. S. Hermann & Co., G. m. b. H., Berlin SW 19.

Hierzu als Beilage **Bestellkarte für Einbanddecke ETZ 1928.**


UNIVERSITY OF MICHIGAN

